

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Comunidad zooplanctónica y características fisicoquímicas
de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, 2016.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO, EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES**

PRESENTADO POR:

Bach. PALOMINO CORDOVA, HENRY LUIS

ASESOR:

Dr. CARRASCO BADAJOZ, CARLOS EMILIO

AYACUCHO – PERÚ

2022

A Dios, mis padres y a mi hijo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por acogerme en sus aulas y materializar en ella mi profesión.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a sus docentes, personal administrativo y mis compañeros de aula, por haber formado parte importante de mi formación académica y personal.

A los integrantes del Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG), por su apoyo en el proceso de la colecta e identificación de las muestras.

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación académica y contribución, que han permitido la materialización del presente trabajo de investigación.

A la Mg. Iris Samanez Valer, Profesora Principal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, directora del Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

A la Mg. Carolina Rayme Chalco, docente contratada de la Facultad de Ciencias Biológicas por su invaluable colaboración.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Zooplancton	6
2.2.2. Rotíferos	7
2.2.3. Cladocera	7
2.2.4. Copepodos	7
2.2.5. Laguna	7
2.2.6. Características fisicoquímicas del agua	7
2.2.7. Composición de la comunidad biológica	7
2.2.8. Diversidad de familias y/o géneros	7
2.2.9. Abundancia relativa a nivel de familia y/o género	8
2.3. Fundamento teórico	8
2.3.1. El agua en el planeta Tierra	8
2.3.2. Ecosistemas acuáticos	8
2.3.3. Zooplancton	9
2.3.4. Principales componentes del zooplancton	9
2.3.5. Influencia de factores bióticos y abióticos sobre el zooplancton	13
2.3.6. Características fisicoquímicas del agua de recursos hídricos	14
2.4. Marco legal	16
2.4.1. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)	16
2.4.2. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)	16
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Ubicación de la zona de estudio	19
3.1.1. Ubicación política	19

3.1.2. Ubicación geográfica (UTM)	20
3.1.1.3. Descripción de la laguna	20
3.2. Población y muestra	20
3.2.1. Población	20
3.2.2. Muestra	20
3.3. Sistema de muestreo	20
3.4. Procedimiento	20
3.4.1. Prospección de las zonas en estudio	20
3.4.2. Colección de zooplancton y transporte	21
3.4.3. Procesamiento y preservación de las muestras en laboratorio	22
3.4.4. Identificación de zooplancton	22
3.4.5. Análisis fisicoquímico del agua	22
3.4.6. Determinación de la abundancia	23
3.4.7. Estimación de la similitud	23
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de zooplancton, según zonas, profundidad y meses de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015 - 2016.	27
Tabla 2. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton según meses de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	31
Tabla 3. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua según las zonas y profundidad de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la laguna de Punquicocha, Anco, La Mar, Ayacucho 2015-2016.	19
Figura 2. Abundancia promedio de géneros del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.	28
Figura 3. Abundancia promedio de los géneros del zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.	29
Figura 4. Abundancia promedio (org/mL) de los géneros de zooplancton según profundidad de muestreo, laguna Punquicocha Anco, La Mar 2015-2016.	30
Figura 5. Dendograma de similitud (índice Bray-Curtis) para los meses de muestreo según la composición y abundancia de los componentes a nivel de género del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.	32
Figura 6. Biplot del análisis de componentes principales (ACP) para los meses de muestreo según la composición y abundancia de los componentes a nivel de género del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016	33
Figura 7. Dendograma de similitud (índice Bray-Curtis) de los componentes del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado del test de Shapiro Wilks para determinar la distribución normal de la abundancia de los componentes del zooplancton laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.	53
Anexo 2. Resultado del test de Shapiro Wilks para determinar la distribución normal de los datos correspondientes a las características fisicoquímicas del agua, laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.	54
Anexo 3. Densidad promedio y desviación típica total de zooplancton por meses y zonas de muestreo, laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.	55
Anexo 4. Abundancia (org/mL) promedio, desviación estándar, máximo y mínimo de géneros de zooplancton, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	56
Anexo 5. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	57
Anexo 6. Resultado del test de Mann-Whitney para comparar la abundancia de géneros de zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	58
Anexo 7. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton en dos profundidades de muestreo, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	59
Anexo 8. Resultado del test de Mann-Whitney para comparar la abundancia de géneros de zooplancton en dos profundidades de muestreo, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	60
Anexo 9. Resultado del análisis de componentes principales (ACP) para la composición y abundancia de géneros de zooplancton y meses de muestreo, laguna Punquiccocha, Anco, La Mar, 2015-2016.	61
Anexo 10. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua según los meses de muestreo, laguna Punquiccocha Anco, La Mar 2015-2016	62
Anexo 11. Fotografía de rotíferos del género <i>Lecane</i> adheridos al cuerpo de una <i>Ceriodaphnia</i> .	63

Anexo 12.	Fotografía de rotíferos del género <i>Lecane</i> adheridos a la pata de otros organismos zooplanctónicos.	64
Anexo 13.	Fotografías de las partes de <i>Daphnia peruviana</i> , ojo compuesto cuerpo y postabdomen.	65
Anexo 14.	Fotografías de las partes de <i>Daphnia pulex</i> , forma del cuerpo, características del ojo compuesto y su postabdomen.	66
Anexo 15.	Fotografías de las partes de <i>Ceriodaphnia sp.</i> , forma del cuerpo y forma de la cabeza.	67
Anexo 16.	Fotografías de las partes de <i>Grimaldina sp.</i> , forma del cuerpo, numero de cerdas y postabdomen.	68
Anexo 17.	Fotografías de las partes de <i>Chydorus sp.</i> , forma de cuerpo y rostro.	69
Anexo 18.	Fotografías de las partes de <i>Alona sp.</i> , abdomen y postabdomen.	70
Anexo 19.	Fotografías de las partes de <i>Alonella sp.</i> forma del cuerpo y postabdomen.	71
Anexo 20.	Fotografías de las partes de <i>Acroperus sp.</i> , forma del cuerpo, postabdomen y espina furcal.	72
Anexo 21.	Fotografías de las partes de <i>Lecane sp.</i> , partes y cuerpo preparado para fijarse.	73
Anexo 22.	Fotografías de las partes de <i>Boeckella poopuensis</i> , forma del cuerpo, quinto par de patas y ranura del quinto par de patas.	74
Anexo 23.	Fotografías de las partes de <i>Boeckella occidentalis</i> , forma del cuerpo, quinto par de patas y forma aserrada del quinto par de patas.	75
Anexo 24.	Fotografías de las partes de <i>Tropocyclops sp.</i> , forma del cuerpo, anténula y avisaco.	76
Anexo 25.	Fotografía de la cámara de conteo de zooplancton delimitado de 3x3 cuadros, para la identificación cuantitativa de zooplancton.	77
Anexo 26.	Panel de fotografías de las acciones de colecta, procesamiento de muestras e identificación del zooplancton.	78
Anexo 27.	Constancia del Departamento de Limnología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima. 2016.	80
Anexo 28.	Matriz de consistencia.	81

RESUMEN

Es limitada la información que se dispone del zooplancton en las lagunas andinas, pese a ser importante en el flujo de energía como eslabón que une a los productores primarios con niveles tróficos superiores. Este trabajo de investigación tuvo como objetivos determinar la composición, similitud y abundancia de la comunidad zooplanctónica en la laguna Punquicocha, cuerpo léntico somero ubicado en el distrito de Anco, provincia La Mar. Los muestreos se realizaron de setiembre a noviembre de 2015 y de mayo a setiembre de 2016, en dos zonas y dos profundidades. Para la colecta de agua se empleó una botella muestreadora Niskin de 5 L de capacidad, que fue sumergida a no más de 50 cm (superficie) y dos metros de profundidad (subsuperficial), muestras que fueron filtradas con una red de 70 micrómetros de abertura para concentrar el zooplancton en un volumen aproximado de 100 a 120 mL. Dicho concentrado fue depositado en un recipiente plástico al cual se agregó de 20 a 30 mL de alcohol al 96% como preservante. Simultáneamente se realizaron determinaciones fisicoquímicas en el agua mediante un equipo multiparámetro Hanna HI 9829 y de un disco Secchi. Para las determinaciones en laboratorio se tomaron muestras de agua en botellas de PVC de 750 mL de capacidad. Las muestras fueron etiquetadas con la fecha, lugar y profundidad de colección y dispuestas cuidadosamente en un recipiente atemperado para su transporte al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Para la identificación del zooplancton se empleó claves taxonómicas para el cual fue necesario visualizar características morfológicas mediante el uso de un microscopio, la identificación fue corroborada en el Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la ciudad de Lima. Se identificó 10 géneros, *Boeckella* y *Tropocyclops* (Copepoda), *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Grimaldina*, *Alona*, *Alonella*, *Chydorus* y *Acroperus* (Branchiopoda) y *Lecane* (Rotatoria). Se corroboró la presencia de las especies *Daphnia peruviana*, *Daphnia pulex*, *Grimaldina brazzi*, *Boeckella occidentalis* y *Boeckella poopuensis*. Los géneros más abundantes fueron *Lecane*, *Boeckella* y *Daphnia*. Setiembre, octubre y noviembre del 2015 son semejantes por la presencia de géneros registrados en la mayoría de los meses en mayor abundancia, mientras que mayo, junio, julio, agosto y setiembre debido a la presencia de géneros registrados solo algunos meses. Las características fisicoquímicas del agua fueron semejantes en las dos zonas y profundidades de muestreo, mostrando diferencias al comparar los meses. En promedio el pH fue ligeramente ácido (6,25), con elevada concentración de oxígeno (9,19 mg/L), bajos niveles de conductividad eléctrica (52 μ S/cm), al igual que la dureza total (70 mg/L).

Palabra clave: Laguna andina, zooplancton, características fisicoquímicas.

I. INTRODUCCIÓN

Se estima que en nuestro país, la existencia de más de 12 000 lagunas (Brack, 2010), donde muchas de ellas presentan poca profundidad y extensión, además de que sus descripciones morfológicas son poco conocidas (Muñoz et al., 2020), al igual que la calidad de sus aguas, sus componentes biológico, consecuentemente, se desconoce el valor potencial de los mismos.

El zooplancton es una comunidad importante en los ecosistemas lénticos, permite el flujo de energía desde el nivel trófico de los productores primarios (fitoplancton) hacia niveles superiores ocupados por peces, anfibios, aves, entre otras. El zooplancton agrupa poblaciones que muestran una elevada tasa de renovación considerando el corto tiempo de su ciclo biológico, contribuyendo de manera importante en la productividad secundaria. También ejerce importante influencia en la composición y abundancia en los componentes del fitoplancton, los que se ven sometidas a la presión por depredación. Otro aspecto interesante a citar, es que muchos componentes del zooplancton desarrollaron adaptaciones morfológicas y fisiológicas que son determinantes para su presencia y su abundancia en cuerpos de agua cuyas variables ambientales (temperatura, luz, oxígeno disuelto, concentración de nutrientes) y bióticas (depredadores, parásitos, competencia) varían (Conde-Porcuna et al., 2004).

En importante la caracterización del zooplancton en las lagunas, el conocimiento de la composición y abundancia de los grupos taxonómicos que lo componen en diferentes épocas del año (dinámica poblacional), facilita y profundiza el conocimiento sobre su funcionamiento, contribuye a su aprovechamiento sostenible, mejora los criterios de restauración en los casos que se necesite, entre otros beneficios. Los componentes del zooplancton al presentar diferentes rangos de tolerancia y preferencia de las condiciones ambientales donde se desarrollan, por lo que pueden ser empleados como bioindicadores del estado y conservación de los ambientes donde se encuentran. Lo mencionado hace posible que sean

empleados como bioindicadores del estado trófico de cuerpo agua lénticos, así como de la magnitud de alteración que en caso de ser afectados por contaminación (García, 2015). También deberían de ser empleados como indicadores de la aptitud para la cría de peces en condiciones controladas y/o de manera extensiva.

Otro aspecto importante a mencionar, la mayoría de la información científica sobre el zooplancton versa sobre sus componentes que son más grandes (Branchiopoda y Copepoda) agrupados bajo la denominación de mesozooplancton. Es menos frecuente investigaciones que aborden protozoarios, rotíferos y otros componentes más pequeños, debido al esfuerzo físico y disponibilidad de materiales y equipos extra que se debe hacer para caracterizarlos.

Investigaciones sobre zooplancton en cuerpos de agua que se hallan en el departamento de Ayacucho, prácticamente son inexistentes, con excepción del trabajo de tesis para la obtención del grado de maestro desarrollado por Gomez, 2007 y reportes en revistas científicas no indexadas, caso de Carrasco et al., 2019. Este trabajo de investigación se desarrolló en una laguna de poca profundidad y extensión, con presencia abundante y diversa de avifauna acuática. Se halla muy cercana a un centro poblado denominado Punqui, siendo empleada por la comunidad campesina para la crianza extensiva de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris”, necesitando solo cuatro a cinco meses para obtener especímenes de talla comercial a partir de alevinos de tres a cuatro centímetros, como consecuencia de su elevada productividad secundaria, donde la contribución del zooplancton y los macroinvertebrados es importante.

Objetivo general

Evaluar la comunidad zooplanctónica y las características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.

Objetivos específicos

1. Determinar la composición de la comunidad zooplanctónica de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.
2. Determinar la abundancia de la comunidad zooplanctónica de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.
3. Estimar la similitud de los meses de muestreo en base a la comunidad zooplanctónica mediante el índice de Bray-Curtis de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.
4. Determinar las características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Uéno (1967), reporta la presencia de Cladocera y Copepoda, en el lago Titicaca, lado boliviano, en base de una colección realizada en abril de 1961. Mencionan que el zooplancton es escaso con siete especies. Dentro de los copépodos, se menciona a *Boeckella titicacae* y *B. occidentalis* como los más abundantes. Los Cladóceras están pobremente representadas, con *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina cf. hagmanni* y algunas *Daphnia pulex*. Resalta que, en un cuerpo de agua cercano a la costa del lago grande, se encontraron 14 especies, la mayoría de los cuales vivían entre vegetación acuática y no ocurrían en el lago Titicaca.

Iannacone & Alvarino (2006) en su investigación llevada a cabo en cuatro localidades de la Reserva Nacional de Junín, Perú: Puente y Represa de Upamayo, Pari y Óndores. Encontraron 35 taxas zooplantónicas, siendo la localidad de Pari la que mayor riqueza presentó. El grupo de los Cladóceras fueron los más abundantes. Seis especies fueron compartidas por las cuatro localidades: *Brachionus dimidiatus* Bryce 1931 (Rotifera), *Rhabdolaimus terrestres* de Mann 1880 (Nematoda), *Echiniscus* sp. (Tardigrada), *Aelosoma variegatum* Vejdovsky 1866 (Annelida), una especie de calanoideo (Artrópoda) y *Chironomus* sp. (Artrópoda). Mencionan que registraron el efecto negativo de la minera existente en la laguna Paca.

Benites & Martino (2016) en la laguna Llamacocha ubicada en Conchucos (Ancash, Perú) en el mes de agosto del 2014, se estimó que la densidad promedio del zooplancton fue de 133,33 org/L, siendo el grupo Copepoda la más abundante, dicha laguna tiene 40,9 ha de extensión, con una línea de orilla de 1 462 m, longitud máxima de 306 m, ancho máximo 210 m, el volumen 278 447 m³ y con una profundidad media 6,8 m. En el aspecto fisicoquímico, se registró que la temperatura superficial del agua es 12,2 y 15,5 °C, color verde oscuro a verde turquesa, transparencia de 0,80 a 0,95 m y sólidos suspendidos totales entre 0,02

y 0,076 mg/L, el oxígeno estuvo de 4,6 a 3,7 mg/L, pH de 7 a 7,7 y nitritos de 0,3 mg/L.

Iquise (2017) en su estudio del lago Titicaca, las Bahías Exterior (Chimu) e Interior (Isla Espinar), desarrollado de enero a junio del 2016, determinó la presencia de tres grupos taxonómicos de zooplancton: rotíferos (12 especies), copépodos (8 especies) y Cladocera (2 especies), donde la zona de Bahía Exterior (Chimu) presentó mayor riqueza de especies. En cuanto a la abundancia, la zona de la Bahía Interior (Isla Espinar) registró los mayores valores con 296 749 org/m³ en enero (época lluviosa) en comparación con la Bahía Interior (Chimu) con un máximo de 78 337 org/m³ en abril (época transitoria) ($p < 0,05$). En ambas zonas los copépodos fueron los más abundantes con un promedio de 136 084 org/m³ en enero (época lluviosa) mientras que en la zona de la Bahía Exterior (Chimu) los rotíferos fueron los más abundantes con 44 018 org/m³ en marzo (época transitoria). Por otro lado, las características fisicoquímicas para la Bahía Exterior (Chimu) fueron las siguientes: transparencia de 5,12 m, temperatura de 12 a 18,9 °C, oxígeno disuelto con 6,53 mg/L, pH de 7,99 – 8,92, con una conductividad eléctrica de 1 508,3 $\mu\text{s/cm}$; mientras que para la Bahía Interior (Isla Espinar), la transparencia fue 1,04 m, la temperatura de 9,2 a 19,4 °C, oxígeno disuelto de 6,72 mg/L, pH de 7,98 a 9,6 y la conductividad eléctrica de 1 807,6 $\mu\text{s/cm}$.

Iannacone et al., (2013), al estudiar zooplancton litoral de las lagunas altoandinas de Paca (75°30' LW; 11°40' LS) y Ñahuinpuquio (75°32' LW; 11°46' LS), en el departamento de Junín durante agosto de 1994 empleando una red de 45 μm de luz de malla, registraron 22 especies de rotíferos. Para la laguna de Paca se registró una densidad de 30 org/L (0-164), con las especies *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) (presente en el 37,5% de las estaciones) y *Rotaria sp.* (12,5% de las estaciones). Para la laguna de Ñahuinpuquio, se registró 34 especies, con una densidad promedio de 22 org/L (0-53).

Gómez (2007), caracterizó la represa Cuchoquesera para conocer las características del zooplancton y las características fisicoquímicas del agua en el periodo de agosto 2004 a julio 2005, para ello realizó muestreos mensuales diurnos (07:00 a m. a 1:00 pm). Reporta la presencia de 24 taxas pertenecientes a 11 familias, seis órdenes y dos clases, donde los rotíferos, los Cladocera y copépodos, presentan seis, diez y ocho taxones, respectivamente. Los más abundantes dentro de los rotíferos fueron *Keratella cuadrata* y *Keratella sp.*; dentro de los Cladocera, *Daphnia pulex*, *Daphnia longispina*, *Simocephalus sp*, *Ceriodaphnia sp*, y en los Copépodos, *Mesocyclops sp* y *Cyplops sp*.

Herrera & Lara (2016), hallaron información mucho más reciente para nuestro país, las que se detalla: En la laguna Challhuacocha, distrito de Conchucos, provincia de Pallasca del departamento de Ancash, ubicada a 3 880 msnm, muestreada en periodo de sequía (agosto del 2014), determinaron que tiene una extensión de 41,6 ha, con una profundidad máxima de 35 m. También se registró que el oxígeno disuelto promedio fue de 3,6 mg/L, con un pH de 7,8. En el zooplancton, se determinó que los copépodos fueron los más abundantes.

Vásquez et al., (2020), en su estudio que busca describir los componentes biológicos acuáticos de la laguna Aricota, ubicada en el departamento de Tacna, desarrollaron muestreos durante cinco meses, desde fines de 2017 a principios de 2018. En la comunidad zooplanctónica reportan la presencia de 13 morfoespecies distribuidas en 6 Phylum, ocho órdenes y once familias; lamentablemente no hacen mención de los géneros ni familias. Los parámetros fisicoquímicos presentaron los siguientes valores, la temperatura del agua estuvo comprendido de 17,9 a 18,2 °C; oxígeno disuelto de 7,14 a 7,24 mg/L, conductividad eléctrica de 1 960 a 2 031 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el pH de 7,99 a 9,02.

Cavero & Manrique (2019), reportan para la laguna Grimalma, como artrópodos a *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Eucyclops* y *Pleuroxus* y dentro de los rotíferos a *Ascomorpha*, *Asplanchna*, *Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane*, *Philodina*, *Polyarthra*, *Trichocerca*). Para la laguna Quiullacocha, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Eucyclops*, dentro de los rotíferos (*Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane*, *Lepadella*, *Philodina*, *Polyarthra*, *Trichocerca* y *Trichotria*). Para la laguna Mancapozo, *Alona*, *Bosmina*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Eucyclops*, *Macrothrix*, como rotíferos (*Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Philodina*, *Platyas*, *Trichocerca*). Para la laguna Huascacocha, *Boeckella*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Eucyclops*, *Pleuroxus*, rotíferos (*Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane*, *Philodina* y *Trichocerca*). Para la laguna Quimahuanca *Boeckella*, *Bosminia*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Eucyclops* y *Pleuroxus* y como rotíferos (*Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane*, *Philodina*, *Polyarthra* y *Trichocerca*). Finalmente, para la laguna Huampo, *Boeckella*, *Calanoide*, *Daphnia*, *Eucyclops*, *Macrothrix* y *Maxillopoda*, como rotíferos (*Filinia*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Philodina* y *Trichocerca*). Informan también que las taxas más abundantes fueron *Eucyclops*, *Boeckella* (copépodos) y solo en la laguna Grimalma también *Chydorus* (cladóceros).

Baleani et al., (2017), menciona que en cinco lagunas de la Puna (24° - 27° S y 66° - 67° O) ubicados en Catamarca, Salta, Argentina, entre 3 250 y 4 400 m, se

estudió algunas características limnológicas del zooplancton en lagunas permanentes o semipermanentes, se registraron temperaturas del agua entre 11 y 19° C, profundidad entre 0,5 y 1,5 m, conductividad entre 612 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y mayor de 20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y pH entre 6,3 y 8,5. El zooplancton estuvo compuesto por 24 especies: 5 rotíferos, doce Cladóceras y siete copépodos. Registraron una mayor abundancia de rotíferos sobre formas naupliarias y el macrozooplancton; así como la predominancia de copépodos sobre Cladocera (principalmente quidóridos y macrotrícidos). La biomasa de *Boeckella* (cuatro especies) constituyó el mayor recurso alimenticio para aves filtradores, especialmente flamencos.

Cepeda-Pizarro et al., (2015), para pozas temporales de poca profundidad en una vega (humedal altoandino) ubicado al norte de Chile a una altitud de 3 850 a 4 000 msnm, se encontró que sus características químicas las sitúan entre hábitats dulceacuícolas y verdaderamente salinos. Las pozas mostraron alto contenido de fosfato, calcio y sulfato, seguido por los niveles de fluoruro, hierro, potasio, magnesio, cloruros y nitrato. En general, la abundancia total por taxón fue bajas. Se registraron cuatro taxones dentro del zooplancton, dentro de los Cladocera *Daphnia spp.* (Daphnidae), *Alona spp.* (Chydoridae) y los copépodos *Eucyclops spp.* (Cyclopidae) y *Attheyella spp.* (Canthocamptidae), donde los ciclopoideos y harpacticooideos fueron los grupos dominantes.

Echaniz & Vignatti, (2017), al estudiar diez cuerpos de agua someros ubicados en las tres regiones fitogeográficas: Llanura pampeana, Bosque Espinoso y Monte de Argentina, reportan que el pH es significativamente diferente que varía de 9 a 8,5, la concentración de oxígeno disuelto no excede de 7 mg/L con excepción de uno que presentó 2,4 mg/L, la concentración de cloruros registrado fue desde 16,6 mg/L a 59 953 mg/L. El zooplancton se caracterizó por presentar 49 taxas (19 crustáceos y 30 rotíferos), donde los géneros *Moina* (Cladocera), *Boeckella* (Copepoda) y *Brachionus* (Rotifera) fueron los más abundantes. La densidad de los zooplanctontes también fue significativamente diferente con valores promedio máximos de 1 328 ind./L \pm 2 351,17 registrado durante los meses de verano.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Zooplancton

Grupo de animales que tiene como hábitat principal la columna de agua, está conformado por todos aquellos organismos microscópicos de origen animal que flotan libremente en el agua, principalmente compuesto por rotíferos y microcustraceos (Cladocera y Copepoda), que son más fáciles de estudiar por su tamaño relativamente mayor (Roldan & Restrepo, 2008).

2.2.2. Rotíferos

Constituyen una gran clase de pseudocelomados dentro de la línea de los asquelmintos, que están distribuidos principalmente en las aguas dulces; solo excepcionalmente se encuentran en ambientes marinos. El cuerpo de estos animales tiene casi siempre forma alargada, como un saco y está cubierto por una cutícula que puede ser delgada y flexible (Ruppert & Barnes, 1996).

2.2.3. Cladocera

Organismos que pertenecen al orden Cladocera, sub clase Branchiopoda, estos crustáceos denominados comúnmente “pulgas de agua” por su similitud con estos insectos, tanto en la forma como el movimiento. Su tamaño varía de 200 y 300 µm. Morfológicamente en ellos se distingue claramente la cabeza del cuerpo, cubierto por un caparazón cuticular bivalvo, presenta un gran ojo compuesto y pequeños ocelos (Ruppert & Barnes, 1996).

2.2.4. Copepodos

Se presenta tanto en aguas marina como dulces, donde se distribuye tanto a nivel litoral como pelágico y béntico. Presenta un cuerpo alargado, más o menos cilíndricos, de color crema o grisáceo, aunque los que viven en altas montañas pueden presentar color rojo o anaranjado intenso debido al pigmento carotenoide llamado astaxantina que los protege contra la radiación de onda corta (Ruppert & Barnes, 1996).

2.2.5. Laguna

Cuerpos de agua que se caracterizan por estar rodeados de tierra firme por todas partes; son menos profundas que los lagos (Roldan & Restrepo, 2008).

2.2.6. Características fisicoquímicas del agua

Son propiedades que manifiesta el agua que depende fundamentalmente de los solutos y material en suspensión que contiene, pudiendo ser esta materia orgánica y minerales producto de la erosión del terreno donde se hallan ubicados (Lozano-Rivas, 2013, p.).

2.2.7. Composición de la comunidad biológica

Son familias, géneros y especies que componen una determinada comunidad (Smith & Smith, 2015)

2.2.8. Diversidad de familias y/o géneros

Es el número de formas diferentes de zooplanctónicos a nivel de la categoría de familia y/o género que habitan en las zonas de muestreo de la laguna Punquicocha (Smith & Smith, 2015).

2.2.9. Abundancia relativa a nivel de familia y/o género

Número de individuos de una familia y/o género presentes en una población expresado en función del total de organismos registrados (Smith & Smith, 2015).

2.3. Fundamento teórico

2.3.1. El agua en el planeta Tierra

El agua cubre el 71% de la superficie de la tierra y medio natural para muchas formas de vida (Pérez & Restrepo, 2008).

El ecosistema es la unidad ecológica en la cual un grupo de organismos interactúan entre sí y con el ambiente, en un lago o embalse existe una gran variedad de hábitats a los cuales viven asociados los taxa, constituyendo cadenas y redes alimenticias cuya complejidad está determinando por el estado trófico de dicho sistema (Brack, 2010).

2.3.2. Ecosistemas acuáticos

Estos ecosistemas se caracterizan, a diferencia de los terrestres, por tener al agua como medio, por tal los organismos acuáticos han tenido que desarrollar adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permita adaptarse a dichas condiciones (Smith & Smith, 2015). Uno de los criterios más importantes que permite clasificar los ecosistemas acuáticos, es la concentración de sales, por el cual se tiene a los ecosistemas marinos y de agua dulce llamados también epicontinentales, donde los primeros presentan elevada salinidad (Smith & Smith, 2015). Las dos categorías descritas a su vez se dividen en subcategorías de acuerdo a criterios como profundidad, movimiento de agua, entre otros. Para los ecosistemas acuáticos epicontinentales, un criterio de importancia es la magnitud del movimiento de agua que presentan, de acuerdo a ello se tiene las siguientes categorías:

- **Sistemas lóticos**

Se caracterizan por tener sus masas de agua con movimiento horizontal visible en una sola dirección que permite recambios rápidos.

- **Sistemas lénticos**

Se caracterizan por presentar aguas que se hallan en movimiento dentro de la depresión del terreno, dichos movimientos son convectivos de ocurrencia periódica que permite recambio de aguas más o menos limitado, se llaman lénticos. Estos cuerpos de agua al ocupar depresiones del terreno, son considerados mejor delimitados que los terrestres de manera natural. Sin embargo, el propio volumen de la masa acuática y su movilidad (o la falta de ella),

determinan limitaciones importantes a factores que son críticos para la existencia permanente de distintas formas de vida acuática, lo que al cambiar ostensiblemente, generan alteraciones en el ecosistema (Wetzel, 2001).

2.3.3. Zooplancton

Con esa denominación se conoce a un grupo de organismos heterótrofos que tiene como hábitat principal aguas con movimiento mínimo y que aparentemente se mueven a merced del movimiento del medio en la que se encuentran. La categorías taxonómicas que son considerados como integrantes de dichos organismos son principalmente protozoarios, rotíferos y microcustraceos (Cladocera y Copepoda) (Roldan & Restrepo, 2008; Tundisi & Tundisi, 2012). A parte de observar claras diferencias entre ellos en el tamaño, en la que los protozoarios y rotíferos son más pequeños y menos longevos que los Cladocera y copépodos; existe rasgo de adaptación muy marcada, especialmente en los Cladocera, los cuales pueden cambiar su apariencia morfológica a lo largo del año, manifestando su plasticidad frente a los cambios que ocurren en su ambiente. Los cambios de morfología externa, que también lo manifiestan los rotíferos, es denominado como ciclomorfosis (Marshall & Williams, 1985).

2.3.4. Principales componentes del zooplancton

Esta comunidad está constituida principalmente por organismos que pertenecen al phylum Rotifera (rotíferos) y a las ordenes Cladocera (pulgas de agua) y Copepoda (copépodos) (Margalef, 1994), que son los más estudiados ya que son los que presentan una mayor tamaño.

- **Rotifera**

Constituido principalmente por organismos de aguas dulces, solo excepcionalmente se encuentran en ambientes marinos. Presentan un tamaño de 0,1 a 1 mm de largo y conjuntamente con los otros componentes del zooplancton, son importantes en el proceso de reciclado de nutrientes en la zona fótica de los ecosistemas lénticos (Ruppert & Barnes, 1996).

Morfológicamente casi siempre son de forma alargada, sin embargo, existen formas redondeadas a manera de un saco, externamente cubiertos por una cutícula que puede ser delgada y flexible. Por el movimiento rotatorio de los cilios de la corona, estos organismos tienden a desplazarse en el agua en línea recta o a manera de saltos. Su alimentación está constituida principalmente por detrito, bacterias y pequeñas algas, que son impulsados a la región oral por la corriente de agua generada por la corona de cilios. Generalmente, son clasificados en base

en las características de su sistema reproductivo, por ello son denominados como Monogonta cuando poseen un solo ovario y Dinogonta, en el caso de que presenten dos ovarios. El estado trófico de las lagunas, aparentemente no es determinante en la presencia de rotíferos planctónicos, ya que pueden ser hallados en diferentes tipos de cuerpos de agua (Hickman et al., 2019).

La presencia de cicломorfosis es común en los rotíferos, lo que les permite cambiar su morfología externa según la época del año como respuesta a factores ambientales, probablemente a la acción predatora de otros organismos. A diferencia de los Cladocera y copépodos, su capacidad de migratoria es reducida por lo que su distribución vertical en los cuerpos lénticos es homogénea. Con respecto a su reproducción, son partenogenéticos, donde a partir de un huevo no fertilizado se desarrollan directamente, cuando las condiciones ambientales se hacen más restrictivas, pueden reproducirse sexualmente. Las hembras son más grandes que los machos (Thorp & Covich, 2010).

- **Cladocera**

Estos organismos conocidos comúnmente como “pulgas de agua” pertenecen a la sub clase Branchiopoda, debido a que presentan cierta similitud morfológica y por su movimiento con esos insectos. No presentan segmentación corporal; sin embargo, es distinguible la cabeza del cuerpo, que se halla cubierto por un caparazón quitinoso bivalvo, presentan un gran ojo compuesto y pequeños ocelos que se encargan de recoger información de la luz de su entorno. Se distingue en ellos dos tipos de antenas; por un lado, las primeras antenas o anténulas (no segmentadas y con función sensorial) y las segundas antenas, mucho más robustas, claramente segmentas, cuya función es locomotora. En el tórax presentan cinco o seis partes de patas torácicas, cuya función principal es la captura de alimento. El tamaño de los Cladocera varía entre 200 y 3 000 μm (Smirnov, 2017).

Su reproducción es principalmente partenogenética, es decir que inician su desarrollo directamente a partir de huevos (los que varía de uno o dos hasta 40), cuando las condiciones ambientales les son adversas tienden a reproducirse sexualmente. Como parte de su estrategia que permite minimizar su depredación presentan cicломorfosis muy evidente (cambios de forma a lo largo de un periodo anual), así como migraciones verticales, durante el día se profundizan y durante la noche emergen que también les permite obtener alimento (son filtradores y se alimenta principalmente de fitoplancton). Presentan dimorfismo sexual, donde la

hembra es mayor tamaño que el macho. Se considera que se adecuan muy bien a cuerpos de agua eutrofizadas, por lo que son abundantes bajo dichas condiciones. En promedio su ciclo de vida abarca aproximadamente 14 días. De acuerdo a sus hábitos alimenticios, que depende de su tamaño y distancia de las barbas filtradoras de su aparato alimentario, se distingue dos grupos de Cladocera, uno que se alimenta de partículas pequeñas, dominante en medios con mayor carga orgánica, el segundo grupo compuesta por especies de mayor tamaño que filtran partículas de mayor tamaño, son esencialmente fitófagos, prefieren medios con menor carga orgánicas (Elmoor-Loureiro, 1997).

- **Copepoda**

Se los halla en ambientes marinos como epicontinentales, hallándose principalmente en la zona litoral, aunque también está presente en la zona limnética y bentónica. Son integrantes importantes de la biomasa del zooplancton, representando aproximadamente el 50% del total, tanto en ambientes marinos como en aguas continentales, dicho porcentaje disminuye en medios eutrofizados (Bledzki & Rybak, 2016). Morfológicamente, presentan una forma alargada, más o menos cilíndrica, con coloración que va desde crema o grisácea, siendo frecuente que presenten coloración rojo o anaranjado intenso aquellos que habitan en zonas muy altas, presenta un carotenoide (astaxantina) que actúa como protector contra la radiación de onda corta (rayos UV) (Dalu & Wasserman, 2021) A diferencia de los Cladocera, en ellos se observa una segmentación evidente, con un cuerpo formado por cabeza, tórax y abdomen. El cefalotórax, está constituido por la cabeza que se fusiona con el primero o los dos primeros segmentos del tórax. En la cabeza se distingue dos pares de antenas, un par que son muy largas (de función locomotora y sensorial), otro par que son mucho más cortas de función sensitiva. Existe un par de patas natatorias por cada segmento del tórax. El abdomen es por lo general corto y más delgado que el cefalotórax con una furca en la parte terminal (estructura birramosa). Se reproducen solo por medio de mecanismos sexuales que son periódicos. El tamaño de los copépodos normalmente va de 0,5 a 2 mm, con cierta capacidad de movimiento independiente al medio donde se halla, gracias a las numerosas patas y largas antenas. De acuerdo a su alimentación, hay especies fitófagas y depredadores de otros animales, los que selecciona activamente (no son filtradores) (Brusca & Brusca, 1990). Los copépodos se clasifican en tres grupos (subórdenes) Calanoida, Ciclopoida y Harpacticoida (Ruppert & Barnes, 1996), diferenciados morfológicamente por la estructura del primer par de antenas y por el urosoma:

- **Calanoida**

Generalmente filtradoras de algas verdes y diatomeas principalmente, Las antenas son muy grandes en las hembras (de 20 y 28 artejos) alcanzando incluso la longitud total de su cuerpo, presentando un solo saco central con huevos relativamente grandes. En los machos se distingue solo la antena derecha que lo emplea en el proceso copula. Claramente el cefalotórax es más largo que el abdomen (Thorp & Covich, 2010).

- **Cyclopoida**

Se alimentan de partículas vegetales y animales, no son filtradores. Incluye especies carnívoras. Las hembras presentan antenas más cortas que el cefalotórax (de 8 y 18 artejos), los que son acodadas en el macho. El cefalotórax es abultado en su parte media, más largo que el abdomen. Durante la época reproductiva, la hembra presenta dos sacos ovígeros (Bledzki & Rybak, 2016).

- **Harpacticoida**

No son parte del plancton por sus hábitos bentónicos, su alimentación se basa en partículas que atrapan o raspan del sustrato donde se encuentran. El segundo par de antenas, en caso de las hembras son muy cortas (ocho artejos como máximo). El cefalotórax y el abdomen son similares en cuanto a ancho y longitud (Roldan, 1992).

Los copépodos se reproducen casi exclusivamente de manera sexual con algunas excepciones. Durante su ciclo biológico se distinguen fases como huevo, larva, naupliar con tres pares de apéndices y que sufre mudas sucesivas (once en los calanoides y diez en los ciclopoideos), es decir presentan metamorfosis completa. El estado larval es denominado nauplio y los restantes copepodito (Bledzki & Rybak, 2016).

Podemos resaltar las principales diferencias entre los tres componentes del zooplancton:

- El tiempo de vida de los rotíferos y Cladocera es relativamente corto, solo pocos días o semanas, a diferencia de los copépodos que viven más tiempo, semanas a incluso meses.
- Los organismos pertenecientes a los taxa Cladocera y Copepoda poseen una mayor capacidad de locomoción, por ello presentan migraciones verticales estimuladas al ritmo de la luz y la oscuridad, durante el día se profundizan y durante la noche emergen.

- La tasa de producción en los rotíferos es alta en los pocos días de vida que tienen, donde cada hembra produce hasta 25 nuevos individuos en 1 a 3 semanas. Los Cladocera al tener una esperanza de vida más larga, hasta 12 semanas, tienen la capacidad de producir más descendencia, como 700 durante su periodo de vida. Los copépodos son semejantes a los Cladocera.

2.3.5. Influencia de factores bióticos y abióticos sobre el zooplancton

Los seres vivos están directamente influenciados por las características ambientales, como la temperatura, la disponibilidad e intensidad de la luz, pH del suelo o agua. Pueden ser limitantes cuando se hallan fuera del rango de tolerancia (Molles, 2006). Los seres vivos acompañantes también ejercen influencia, cuando actúan como depredadores o competidores de los recursos de los que obtienen energía o cuando constituyen parte de su dieta (Krebs, 2014).

a) Factores abióticos

Las características del zooplancton en los ambientes acuáticos continentales, como la composición y densidad, están controladas por variables bióticas y abióticas. Entre los factores abióticos más importantes, se cita al tamaño del cuerpo de agua, por las características fisicoquímicas del agua, mencionando especialmente a la temperatura (principalmente en zonas templadas), el pH y la salinidad (D'Ambrosio et al., 2016; Echaniz & Vignatti, 2017) y como factores antrópicos, la disposición final de aguas residuales, el uso de la tierra en las cuencas donde se hallan los cuerpos de agua (Dodson et al., 2007). También es importante mencionar que el zooplancton, dentro de lo limitado que es su movilidad, presenta migraciones verticales, que hacen variar sus densidades según las horas del día en estratos con disponibilidad de luz (Wetzel, 2001). Se ha comprobado que los componentes de dicha comunidad emergen en horas de la noche y se sumergen durante el día, como respuesta a disponibilidad de luz, una adaptación a minimizar la depredación por peces, así como optimizar la obtención de alimento (captura de fitoplancton) (Margalef, 1983; Moss, 2018).

El incremento de la concentración de sales en el agua aumenta el estrés ambiental que afecta negativamente a los seres vivos, por lo que, en forma general, existe una relación inversa entre la salinidad y la riqueza y densidad de zooplancton (Cepeda-Pizarro et al., 2015).

El ambiente donde se desarrollan los seres vivos presenta muchos factores (multivariables o multifactores) que limitan o promueven la sobrevivencia de los individuos, consecuentemente ejercen importante influencia en la dinámica de las

poblaciones (Molles, 2006; Ramírez, 1999; Tyller, 2006). Uno de esos aspectos que introduce más complicaciones, es la presencia de especies endémicas (Cladocera y copépodos), de los que existe ninguna o poca información que explique sus patrones de distribución tanto temporal como espacial (Balian et al., 2008).

b) Factores bióticos

Entre los factores bióticos que ejerce importante influencia de la abundancia, incluso en la presencia, destaca la disponibilidad de recursos alimenticios y la depredación (Krebs, 2014; Roldan & Restrepo, 2008)

2.3.6. Características fisicoquímicas del agua de recursos hídricos

El agua como solvente universal tiene la capacidad para mantener en solución numerosos elementos y sustancias, muchas de ellas fundamentales para la sobrevivencia de los organismos que viven en ella. En ella se disuelve gases como el oxígeno, indispensables para la respiración y el dióxido de carbono, para la fotosíntesis. También en ella se disuelven nutrientes que son indispensables para la productividad primaria caso de compuestos de nitrógeno, fosfatos, sulfatos, entre otros. Se registra también gases producto de la descomposición de la materia orgánica por la vía anaeróbica, como metano y ácido sulfhídrico (Tundisi & Tundisi, 2012). El agua es un medio donde en forma dinámica, la concentración y tipos de solutos cambian constantemente, en función de muchos factores, como la velocidad de la corriente de agua, el orden de los ríos, la magnitud de procesos biológicos, las características del suelo, entre otros (Elosegui, 2009); lo que hace necesario que para caracterizarlo se determine un conjunto de características dentro de los cuales podemos citar:

a) Oxígeno disuelto

Son dos fuentes de oxígenos en los cuerpos de agua, por difusión de la atmósfera o por fotosíntesis; siendo una más importantes que otra, en los sistemas lénticos y lóticos. La cantidad de oxígenos disuelto está en función de tres factores: la temperatura del agua, la presión atmosférica y la salinidad, siendo el más importante la temperatura. La concentración de oxígeno en cuerpos lénticos oligotróficos es más o menos constante, en cuerpos lóticos depende de la magnitud de turbulencia de sus aguas (Roldan, 1992).

b) Dióxido de carbono

Producto de la descomposición de la materia orgánica y de la respiración de los organismos, así como de lo que suma el agua de lluvia. La cantidad de dióxido de

carbono es relativamente mayor en el agua que en la atmósfera, debido a su alta solubilidad. El agua de lluvia arrastra el CO₂ presente en la atmósfera lo que aumenta la concentración de este gas en los cuerpos de agua naturales (Rojas, 2002).

c) Alcalinidad

Relacionado a las formas diferentes en el cual se halla el dióxido de carbono en el agua. Se considera que es una medida de la sensibilidad de los cuerpos de agua a cambios de pH, principalmente a la acidificación. Los cuerpos de agua con alcalinidad mayor a 0,5 meq/L son considerados con muy buena capacidad tampón, mientras que aquellos, por debajo de 0,01 meq/L, son susceptibles a eventos extremos de cambios de pH (Roldan, 1992).

d) El pH

Está relacionado por la cantidad de iones hidrogeniones en el agua. Para el caso de cuerpos de agua epicontinentales el pH se halla entre 5,5 a 8,5 valores que depende de muchos factores. Es un factor importante para la sobrevivencia de los organismos, valores extremos, principalmente de lado ácido de la escala del pH, produce cambios drásticos que son fatales para muchas especies y se convierte en limitantes para la productividad primaria (Lozano-Rivas, 2013).

e) Sólidos totales disueltos (STD)

Es la cantidad de sustancias o minerales disueltos en las aguas naturales, empleado como un indicador de las relaciones que establece el agua con el suelo por donde circula y así como de la magnitud de la productividad de un cuerpo de agua. Tiene estrecha relación directa con la conductividad eléctrica y se expresa en ppm o mg/L (Chacón, 2017).

f) Conductividad eléctrica

Es la capacidad del agua de conducir corriente eléctrica, dependiendo directamente de la cantidad de iones que contiene. Esta característica, en los ecosistemas lénticos, varía de acuerdo con el tipo de lago (oligotrófico o eutrófico), en función de la profundidad; mientras que en los lóticos, principalmente en función del tiempo de circulación de sus aguas (Elosegui, 2009).

g) Dureza

Está determinada por la cantidad de iones de calcio y magnesio bajo la forma de bicarbonato y carbonato, principalmente. Los cuerpos de agua continentales presentan valores muy variables, aquellos que poseen menos de 10 mg/L de calcio son consideradas como poco productivas (aguas blandas); de 10 a 25 mg/L,

aguas mediadamente productivas y aguas muy productivas aquellas con 25 mg/L (aguas duras) a más. Existen dos tipos de dureza, la temporal determinada por carbonatos y bicarbonatos (desaparece al hervir el agua) y provocar la precipitación de los carbonatos de calcio y magnesio; y la permanente causada por cloruros y sulfatos de calcio y magnesio (no precipitan por la prueba de la alcalinidad ni por el calentamiento del agua) (Roldan & Restrepo, 2008).

h) Cloruros

Producto de la ionización fundamentalmente del cloruro de sodio que manifiestan gran parte de la salinidad, cuya concentración es mayor en aguas cerca a la costa en comparación con agua que se hallan a grandes alturas con algunas excepciones. Por general, las aguas de lagos y ríos de montaña presentan contenidos muy bajos de cloruros (<5 mg/L) (Patnaik, 2010).

2.4. Marco legal

En el Perú se ha legislado la protección del recurso agua en normas ambientales, en normas sectoriales de relevancia ambiental y en el código penal.

2.4.1. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

En el Artículo 98° menciona que la conservación de los ecosistemas se orienta a conservar los ciclos y procesos ecológicos, a prevenir procesos de su fragmentación por actividades antrópicas y a dictar medidas de recuperación y rehabilitación, dando prioridad a ecosistemas especiales o frágiles.

En el Artículo 114°, menciona que el acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población. Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares. En caso de escasez, el Estado asegura el uso preferente del agua para fines de abastecimiento de las necesidades poblacionales, frente a otros usos.

El artículo 120°, menciona que el Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país. Asimismo, el Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

2.4.2. Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)

Regula el uso y gestión integrada de los recursos hídricos, que comprende agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. Según el

ordenamiento legal peruano el agua es un recurso natural renovable que constituye patrimonio de la Nación y es un bien de uso público, cuya administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. En consecuencia, no hay propiedad privada sobre el agua, correspondiendo al Estado la asignación de derechos patrimoniales a particulares, condicionado a su disponibilidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Anco

Localidad : Punqui

Laguna : Punquicocha

La laguna estudiada se halla aledaña al centro poblado denominado Punqui.

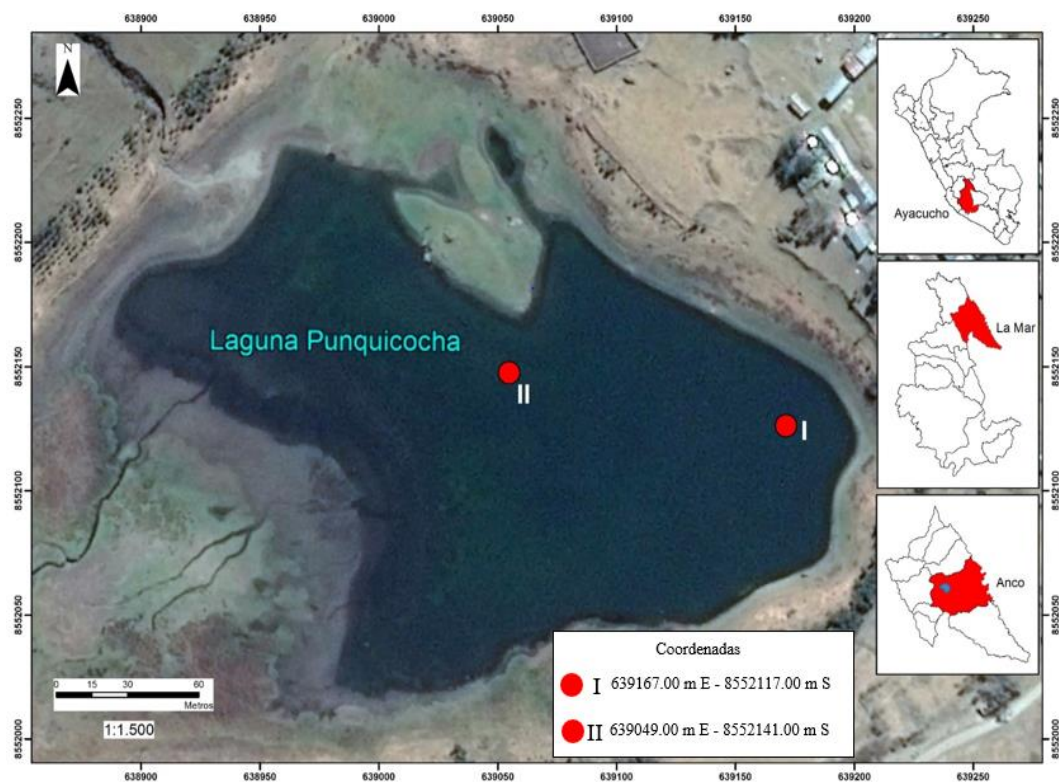


Figura 1. Mapa de ubicación de la laguna de Punquicocha, Anco, La Mar, Ayacucho 2015-2016.

3.1.2. Ubicación geográfica (UTM)

Zona : 18L
Elipsoide : WGS84
Longitud (m) : 639112 E
Latitud (m) : 8552079 S
Altitud : 3609 (msnm)

3.1.3. Descripción de la laguna

La laguna se halla ubicada en la zona de vida bosque húmedo-MONTANO SUBTROPICAL (Gobierno Regional Ayacucho, 2012; Sabino et al., 2019), a una altitud de 3 609 msnm, presenta un espejo de agua de aproximadamente de 3,93 ha y un perímetro aproximado de 1 km.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Zooplankton presente en las aguas de la laguna Punquicocha, Anco, La Mar, durante los meses de septiembre a noviembre del 2015 y de mayo a septiembre del 2016.

3.2.2. Muestra

32 muestras cuantitativas de la comunidad de zooplankton de la laguna Punquicocha, complementado por 24 colecciones cualitativas para determinar la composición de la comunidad.

32 muestras de agua para el análisis fisicoquímico.

3.3. Sistema de muestreo

Las muestras cuantitativas fueron tomadas siguiendo las recomendaciones de un muestreo polietápico; al principio, se ubicó determinísticamente dos zonas de muestreo (en la parte más profunda y otra en una zona somera) tal como lo recomienda (Ramírez, 1999), a partir del cual con una frecuencia mensual se tomaron muestras alrededor de ellas siguiendo las recomendaciones de un muestreo aleatorio.

3.4. Procedimiento

Para la colecta del zooplankton se siguieron las recomendaciones de la publicación "Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de Comunidades Biológicas: plancton, perifiton, bentos y necton en aguas continentales del Perú" (Samanez et al., 2014).

3.4.1. Prospección de las zonas en estudio

Previo a la colección de muestras se realizó la planificación del trabajo de campo en gabinete empleando información extraída del programa de Google Earth Pro,

lo que permitió ubicar de manera preliminar las zonas o estaciones de muestreo, simultáneamente se realizaron coordinaciones con los dirigentes de la comunidad de Punqui a fin de obtener la autorización para el ingreso a la laguna Punquicocha. El número de las zonas de muestreo se determinó, siguiendo la recomendación de Confederación Hidrográfica del Ebro, (2005), que menciona “para determinar el número de puntos de muestreos, se debe considerar la superficie y morfología de la masa de agua, así como los recursos disponibles, en forma general se selecciona de 1-3 puntos en lagos pequeños (menores a 50 ha) y de 3-5 en grandes (mayor a 50 ha). Considerando que la laguna Punquicocha tiene un área de espejo de agua menor a 50 ha (aproximadamente 3,3 has), se optó por tener dos zonas de muestreo. La ubicación (UTM) de la zona de muestreo I fue de 639167.00 m E y de 8552117.00 m S, mientras que para II de 639049.00 m E y 8552141.00 m S.

3.4.2. Colección de zooplancton y transporte

La colección de las muestras, tanto cuantitativas y cualitativas, se realizaron en la zona limnética de la laguna para el cual se empleó un bote inflable con capacidad para cuatro personas, el procedimiento se describe a continuación:

a) Obtención de muestras cuantitativas

Se utilizó una botella muestreadora de profundidad tipo Niskin, con el cual se colectaron cinco litros de agua de la laguna, medio en el cual se halla el zooplancton. Para la zona superficial, fue sumergido a una profundidad no mayor a 0,5 m, mientras que a una profundidad comprendida entre 4 a 5 m para zona subsuperficial. El agua obtenida fue filtrada con una red de zooplancton de 70 μ m de luz de malla, obteniendo un concentrado de aproximadamente 100 a 150 mL que fue depositado en bolsas plásticas al cual se agregó etanol al 96% para fijar los organismos zooplanctones, posteriormente etiquetado con información que permitieron identificar la procedencia de la muestra (espacio y tiempo) y dispuestas en un recipiente hermético atemperado a menos de 10 °C para su transporte.

b) Muestras cualitativas

Con la finalidad de complementar la determinación de la composición de la comunidad a nivel de género, se realizaron colecciones cualitativas. Para este efecto, se arrastró la red plancton por la laguna, tratando de abarcar la mayor área y hábitats posibles dentro de espejo de agua, las muestras contenidas en 100 a 120 mL de solución fueron fijadas con alcohol al 96%.

Las muestras cuantitativas y cualitativas fueron transportadas al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG).

3.4.3. Procesamiento y preservación de las muestras en laboratorio

Las muestras colectadas (organismos zooplanctónicos y agua) de aproximadamente 100 a 150 mL de volumen, fueron nuevamente filtradas con una red de características semejante a la red de zooplancton, con la finalidad de extraer a los organismos, los que fueron dispuestos en recipiente de boca ancha de 150 mL de capacidad, al cual se agregó aproximadamente 30 mL de etanol al 70%. Los frascos fueron codificados según la fecha y lugar de colecta y almacenados en anaqueles hasta el momento de realizar la identificación y contabilización de los organismos.

3.4.4. Identificación de zooplancton

Las identificaciones de los organismos que componen el zooplancton, fue realizada principalmente en las muestras cualitativas, para el cual fue necesario realizar cuidadosas disecciones de los especímenes. Las partes de los organismos obtenidos fueron visualizadas mediante el uso de una lupa, estereoscopio y microscopio.

En el proceso de identificación se emplearon claves taxonómicas de Reld W. 1985 (Clave de identificación y lista de referencias bibliográficas para las especies continentales sudamericanas de vida libre del Orden Cyclopoida, Crustacea, Copepoda); Gutiérrez et. al. 2008 (cladóceras y copepoda de las aguas continentales de México); Amoros C. 1984 (Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises-5. Crustacés Cladocères); Samanez I. 1988 (rotíferos planctónicos de la Amazonia Peruana); Samanez & López, 2014 (Distribución geográfica de *Boeckella* y *NeoBoeckella* (Calanoida: Centropagidae) en el Perú).

Para corroborar la identificación realizada hasta género, se realizó una pasantía en el Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (anexo 27), donde con el apoyo de especialistas. También se logró identificar hasta la categoría de especie cuatro taxa, dos perteneciente a Cladocera y dos a Copepoda.

La información obtenida en el proceso de identificación de los especímenes de zooplancton nos permitió determinar la composición de la comunidad.

3.4.5. Análisis fisicoquímico del agua

La caracterización fisicoquímica del agua de la laguna fue realizada de la siguiente manera:

a) Determinaciones *In situ*

Que implicó la medición de las características físicoquímica en la misma laguna en el momento de la colecta de las muestras de zooplancton. Se determinó el pH, oxígeno disuelto (mg/L), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (mg/L), para el cual se empleó un equipo multiparamétrico HI 9829.

b) En laboratorio

Para el cual fue necesario coleccionar aproximadamente 700 mL de muestras de agua por cada zona, para luego ser trasladado al laboratorio empleando un recipiente hermético atemperado a menos de 10 °C, para el cual fue necesario, en muchos casos, agregar trozo de hielo. Las determinaciones fueron realizadas dentro de las 24 horas luego de la colecta de la muestra, determinándose alcalinidad (mg/L), cloruros (mg/L), dureza total (mg/L), dureza cálcica (mg/L), dureza magnésica (mg/L).

3.4.6. Determinación de la abundancia

Para determinar la abundancia fue necesario identificar los componentes de zooplancton en las muestras, para luego con una cámara Sedwick Rafter hacer la contabilización por taxones (géneros) a partir de muestras seleccionadas al azar mediante una pipeta Pasteur, previa agitación del frasco contenedor de las muestras. Previamente, fue necesario agregar alcohol a los frascos conteniendo la muestra de zooplancton para llevar el volumen a 30 mL. Sin embargo, al presentarse problemas de contabilización con los organismos de mayor tamaño (Cladocera y Copepoda), se optó por la construcción y empleo de una cámara similar, pero con capacidad de contener 2 mL de muestra. Los resultados han sido expresados en número de organismos por mililitro para facilitar la presentación de los resultados en tablas y figuras.

3.4.7. Estimación de la similitud

Para determinar la magnitud de similaridad (distancia) entre los meses de muestreo en función de las características de la comunidad del zooplancton (composición y abundancia), se empleó el análisis multivariado conglomerados mediante el índice de Bray-Curtis (adecuado para el análisis de comunidades acuáticas), que permitió agrupar los meses en grupos homogéneos (Ramírez, 1999). La misma técnica fue empleada con determinar la similitud de los taxa hallados, con la finalidad de agruparlos en función de su comportamiento (abundancia) en los meses de muestreo. El análisis descrito fue complementado con el análisis multivariado de componentes principales que nos permitió resumir

la abundante información disponible en unos pocos (componentes) lo que permitió determinar la asociación de los taxa con los meses de muestreo.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Composición de zooplancton, según zonas, profundidad y meses de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015 - 2016.

Filum	Clase	Orden	Familia	Género	Año y mes de muestreo								Zonas de muestreo		Profundidad de muestreo			
					2015			2016					Set	I	II	Superficial	Subsuperficial	
					Set	Oct	Nov	May	Jun	Jul	Ago							
	Copepoda	Calanoida	Centropagidae	<i>Boeckella</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	
		Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Tropocyclops</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	
	Arthropoda	Daphniidae		<i>Daphnia</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	
				<i>Ceriodaphnia</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
		Anomopoda	Macrothricidae	<i>Grimaldina</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
		Branchiopoda	Eurycercidae		<i>Alona</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
		<i>Alonella</i>		Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
	Cladocera	Chydoridae		<i>Chydorus</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	
				<i>Acroperus</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Rotifera	Rotatoria	Ploimida	Lecanidae	<i>Lecane</i>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	
Géneros (n°)					5	8	8	3	3	4	6	5	9	10	9	10		

Presente
 Ausente

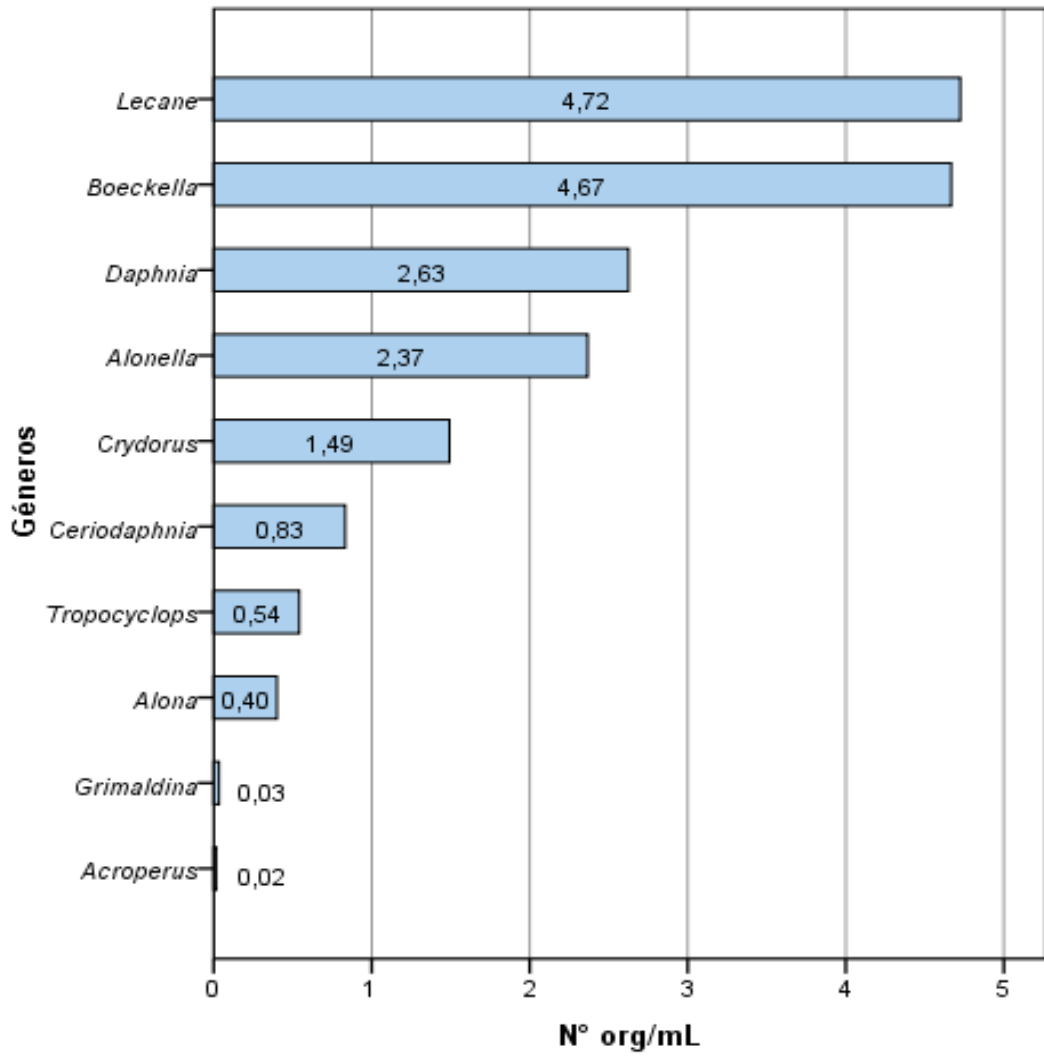


Figura 2. Abundancia promedio de géneros del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

Zonas de muestreo

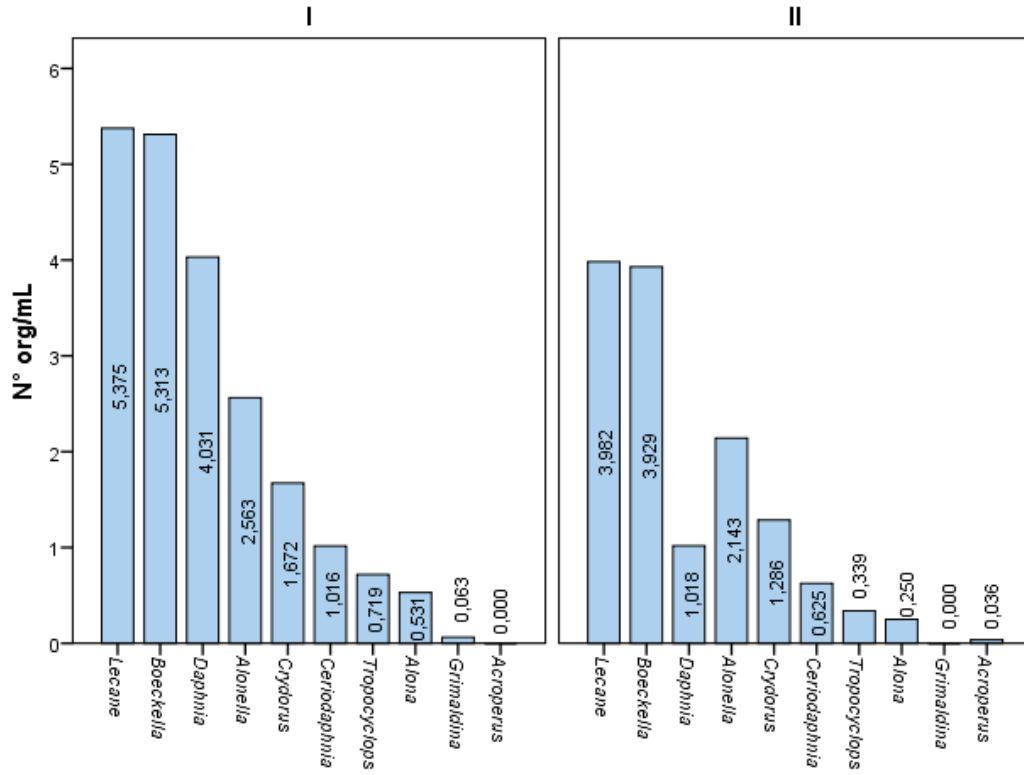


Figura 3. Abundancia promedio de los géneros del zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

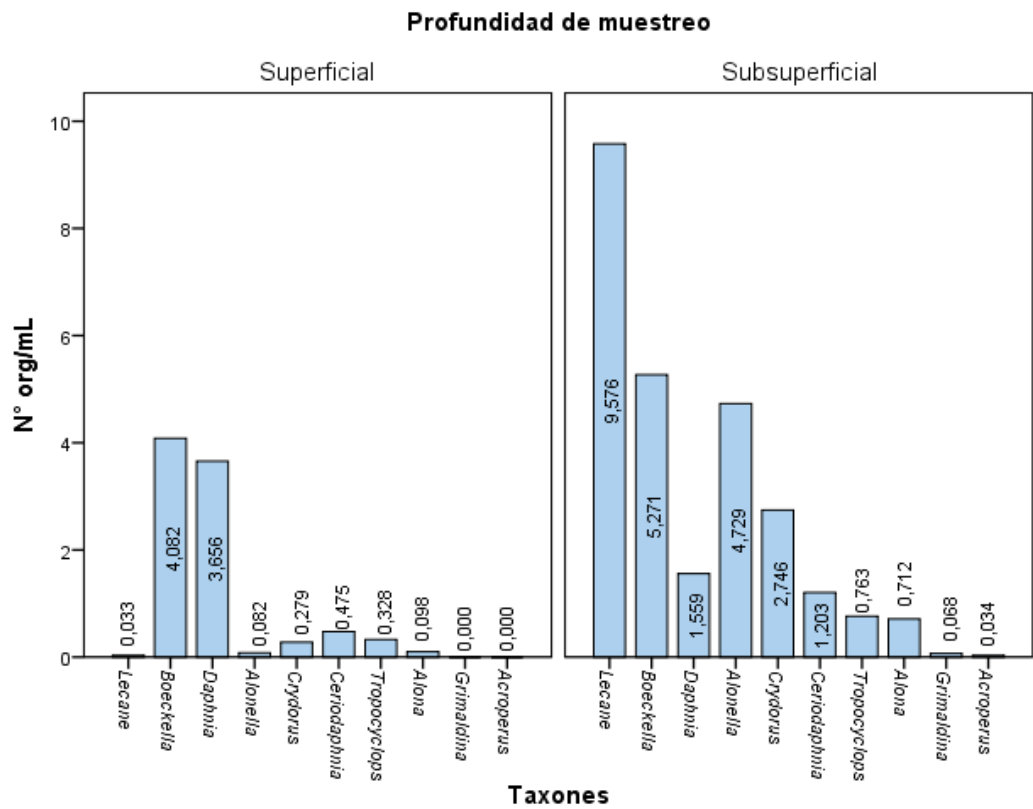


Figura 4. Abundancia promedio (org/mL) de los géneros de zooplancton según profundidad de muestreo, laguna Punquicocha Anco, La Mar 2015-2016.

Tabla 2. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton según meses de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Género	Mes de muestreo																K-W (sig)
	Set2015		Oct2015		Nov2015		May2016		Jun2016		Jul2016		Ago2016		Set2016		
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	
<i>Boeckella</i>	9,125	4,824	6,813	6,316	7,125	6,561	1,313	1,537	2,875	3,519	2,188	2,136	4,063	2,620	6,063	3,530	0,000
<i>Tropocyclops</i>	1,000	1,852	1,375	2,335	0,938	1,843	0,250	0,683	0,625	0,957	0,188	0,750	0,188	0,750	0,000	0,000	0,074
<i>Daphnia</i>	4,750	7,402	1,250	1,612	4,938	5,893	6,438	8,854	0,125	0,500	1,125	1,857	1,250	1,732	2,188	2,903	0,003
<i>Ceriodaphnia</i>	0,000	0,000	0,750	1,732	3,313	5,642	0,000	0,000	0,000	0,000	0,188	0,750	0,500	1,095	1,500	2,338	0,002
<i>Grimaldina</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,683	0,000	0,000	0,069
<i>Alona</i>	0,000	0,000	1,063	2,323	1,813	3,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,500	0,000	0,000	0,000
<i>Alonella</i>	6,250	10,938	12,188	16,979	2,438	3,881	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Chydorus</i>	10,875	13,485	5,500	7,823	0,250	0,683	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Acroperus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,500	0,489
<i>Lecane</i>	0,000	0,000	0,125	0,500	30,875	68,748	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,438	17,750	0,094

DS: Desviación estándar

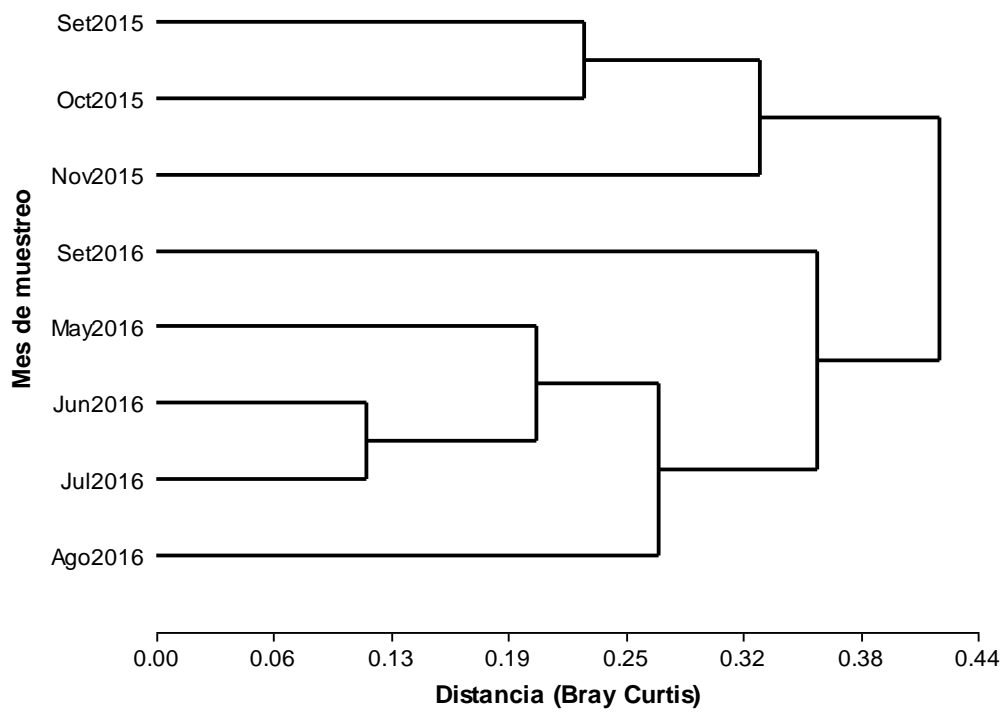


Figura 5. Dendrograma de similitud (índice Bray-Curtis) para los meses de muestreo según la composición y abundancia de los componentes a nivel de género del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

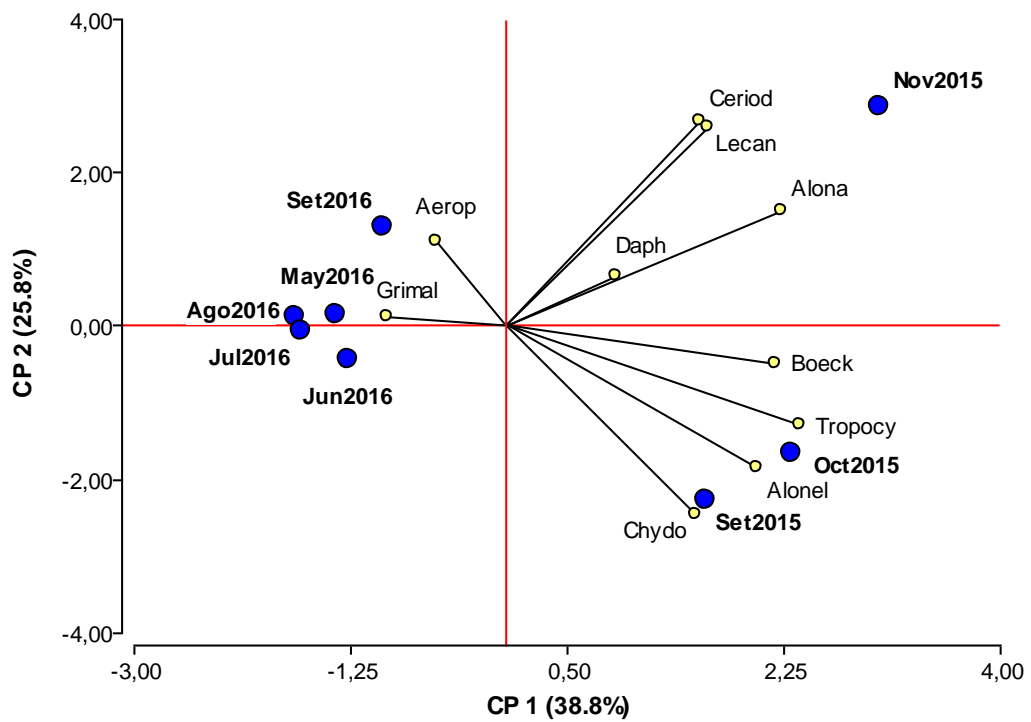


Figura 6. Biplot del análisis de componentes principales (ACP) para los meses de muestreo según la composición y abundancia de los componentes a nivel de género del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

Daph = *Daphnia*; Chydo = *Chydorus*; Alonel = *Alonella*; Alona = *Alona*; Lecan = *Lecane*; Aerop = *Acroperus*; Grimal = *Grimaldina*; Ceriod = *Ceriodaphnia*; Tropocy = *Tropocyclops*; Boeck = *Boeckella*.

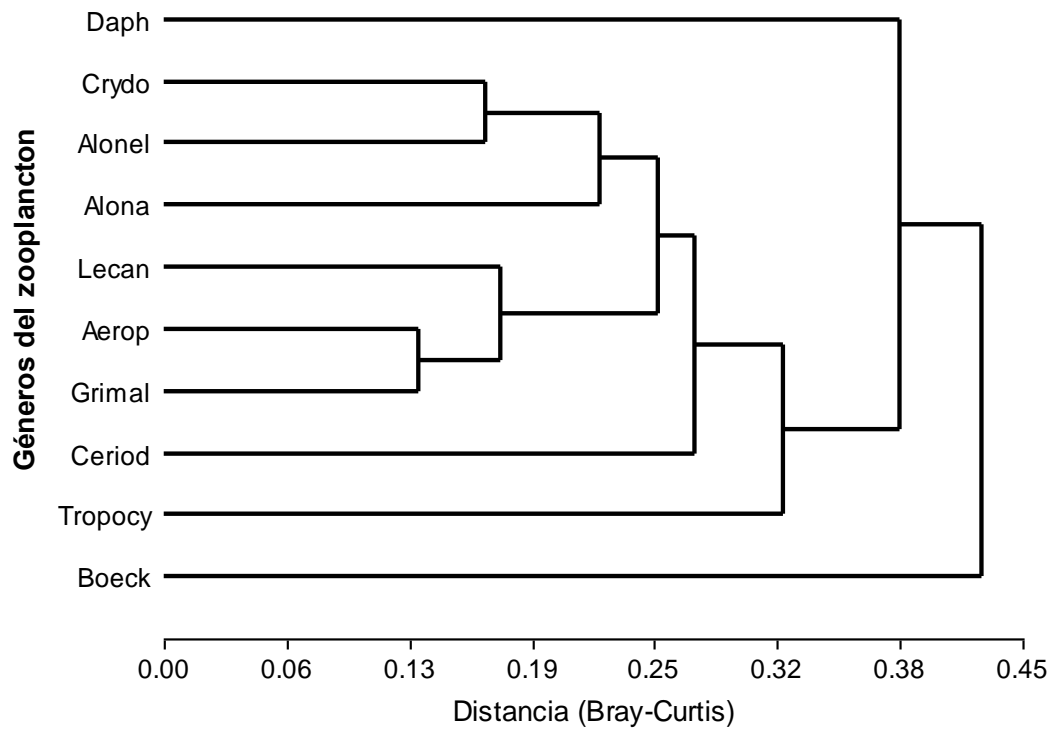


Figura 7. Dendrograma de similitud (índice Bray-Curtis) de los componentes del zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

Daph = *Daphnia*; Crydo = *Chydorus*; Alonel = *Alonella*; Alona = *Alona*; Lecan = *Lecane*; Aerop = *Acroperus*; Grimal = *Grimaldina*; Ceriod = *Ceriodaphnia*; Tropocy = *Tropocyclops*; Boeck = *Boeckella*.

Tabla 3. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua según las zonas y profundidad de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar 2015-2016.

Características fisicoquímicas	Zonas de muestreo				K-W (Sig.)	Profundidad de muestreo				K-W (Sig.)
	I		II			Superficial		Subsuperficial		
	Media	D.S.	Media	D.S.		Media	D.S.	Media	D.S.	
pH	6,39	1,07	6,08	0,51	0,40	6,20	0,81	6,29	0,92	0,70
DO (mg/L)	9,18	0,38	9,19	0,43	0,93	9,19	0,40	9,18	0,40	0,55
EC (μ S/cm)	55,75	27,38	46,86	8,40	0,77	51,33	21,03	51,88	21,55	0,97
Alcalinidad total (mg/L)	65,88	10,96	67,29	12,71	0,83	66,62	11,56	66,44	12,10	0,94
Cloruros (mg/L)	8,50	2,15	8,75	2,50	0,55	8,67	2,40	8,56	2,25	0,93
Dureza total (mg/L)	71,50	18,05	67,86	15,00	0,50	68,10	15,52	71,56	17,85	0,28
Dureza cálcica (mg/L)	54,00	17,86	50,29	13,58	0,45	50,95	15,37	53,63	16,74	0,36
Dureza magnésica (mg/L)	18,50	3,07	17,29	6,85	0,27	17,15	5,07	18,75	5,25	0,10
Transparencia	1,57	0,23	1,85	0,05	0,017					

K-W: Prueba de Kruskal-Wallis; OD: oxígeno disuelto; D.S.: Desviación estándar

V. DISCUSIÓN

La comunidad zooplanctónica de la laguna Punquiccocha está compuesta por 10 géneros, distribuidos en siete familias, cinco órdenes y tres clases (Tabla 1). Las clases registradas fueron Rotatoria, Copepoda y Branchiopoda. Se identificaron diez géneros, *Boeckella* (Centropagidae, Calonoida), *Tropocyclops* (Cyclopidae, Cyclopoida), *Daphnia* y *Ceriodaphnia* (Daphnidae, Anomopoda), *Grimaldina* (Macrothricidae, Anomopoda), *Alona* y *Alonella* (Eurycercidae, Anopoda), *Chydorus* y *Acroperuscon* (Chydoridae, Cladocera) y *Lecane* (Lecanidae, Ploimida). A lo largo de los ocho meses de muestreo, *Boeckella* y *Daphnia* fueron registrados constantemente, por lo que se puede considerar como los géneros que tuvieron más permanencia, seguido de *Tropocyclops* y *Ceriodaphnia*, registrados en siete y cinco meses, respectivamente; por otro lado, existen taxa que fueron registrados solo en un mes, es el caso de *Grimaldina* y *Acroperus*. Según los meses de muestreo, existe un número variable de géneros registrados, el máximo fue registrado en octubre y noviembre con ocho, mientras que fueron seis (agosto), cinco (setiembre de 2015 y de 2016), cuatro (julio) y tres (mayo y junio). Considerando la profundidad de muestreo, todos los géneros fueron comunes en la superficie y subsuperficie, con excepción de *Acroperus* (presente solo subsuperficialmente), igual comportamiento se observa al comparar las zonas de muestreo I y II, donde el género *Acroperus*, estuvo presente solo en II. Las variaciones en cuanto a la composición y a la riqueza de géneros, registrado en los meses de muestreo, es consecuencia de la variación de las condiciones ambientales que influye en la abundancia e incluso es determinante para su ausencia, cuando la magnitud de los factores ambientales excede al rango de tolerancia que presente las especies (Molles, 2006; Tyller, 2006). Por otro lado, se considera que los sistemas lénticos son más homogéneos en cuanto las características biológicas y variables ambientales en comparación con los lóxicos

(O'Sullivan & Reynolds, 2008), más aun considerando que el cuerpo de agua estudiado es de pequeña extensión y con una profundidad máxima de 7 m, característica que se observa en la mayoría de los cuerpos lénticos registrados en el Perú que por la poca extensión y poca profundidad que presentan, reciben la denominación de lagunas (Muñoz et al., 2020), que conjuntamente con la presencia de estaciones del año con temperaturas ambientales no extremas y la presencia de corrientes de aire (viento), favorece frecuentes mezclas de sus aguas (polimícticos). Comparando la riqueza de géneros hallados en la laguna Punqui con otras investigaciones, es menor a lo que se reporta para la Reserva Nacional de Junín en Perú ya que describe 35 especies (Iannacone et al., 2013) la mayoría de ellos pertenecientes a los rotíferos; sin embargo semejante a los resultados reportados para el lago Titicaca, donde se registra 12 especies de rotíferos, ocho de copépodos y dos de Cladocera (Iquise, 2017), siendo también semejante a lo reportado para la laguna Aricota (Tacna) con 13 morfoespecies perteneciente a 11 familias y 8 ordenes (Vásquez et al., 2020). Los resultados reportados son contradictorios, lo que se debería a la metodología de muestreo (empleo de redes de diferente luz de malla) y a magnitud de la productividad de la laguna. Como consecuencia de procesos detallados de caracterización morfológica de los componentes de mayor tamaño, se identificó la presencia de las especies *Daphnia peruviana*, *Daphnia pulex*, *Grimaldina brazzi*, *Boeckella occidentalis* y *Boeckella poopensis*, que son frecuentemente reportados por investigaciones que se desarrollan en ambientes acuáticos altoandinos (Benites & Martino, 2016; Cavero & Manrique, 2019; Echaniz & Vignatti, 2017)

En la Figura 2 se muestra los valores promedios de la densidad de los géneros hallados como organismos por un volumen de un mililitro (org/mL); sin embargo, con la finalidad de facilitar la comparación de los resultados con otras investigaciones, nos referimos a organismos por litro (org/L). Se observa que *Lecane*, *Boeckella* y *Daphnia* fueron los más abundantes con promedios de 4 720 org/L, 4 670 org/L y 2 630 org/L, respectivamente. Mientras que el resto de géneros presentan promedios que van desde 2 370 org/L hasta 20 org/L. En toda comunidad biológica existen unas pocas poblaciones que son más abundantes, catalogados por ello como dominantes, mientras que la mayoría presentan abundancias mínimas, por lo mismo denominados como raras (Smith & Smith, 2001). De acuerdo a las dos zonas de muestreo (Figura 3), la abundancia de los componentes del zooplancton, tiene semejante tendencia con *Lecane*, *Boeckella*

y *Daphnia* como los más abundantes, considerando que en la zona II, *Alonella* (2 143 org/L) desplaza a *Daphnia* ($p < 0,05$, en Anexo 5), esta alternancia de dominancia posiblemente se deba a la influencia de los factores ambientales, la zona I (más profunda) al parecer se ajusta a los requerimientos de *Daphnia*, siendo lo contrario para *Alonella*, que además es frecuentemente en cuerpos de agua andinos (Van Colen et al., 2017), por otro lado, los componentes del zooplancton de mayor tamaño, como es *Daphnia*, han desarrollado estrategias para la consecución de alimento y a la vez evitar ser depredado, una de ellas son las migraciones verticales que ocurren diariamente (Margalef, 1983; Wetzel, 2001), proceso que se desarrolla en lugares con mayor profundidad. De acuerdo a lo observado y manifestado por los pobladores de la comunidad, la laguna en estudio es empleada para la producción de *Onchorhynchus mikyys* “trucha arcoíris” para el cual periódicamente (dos veces al año) se introduce alevinos de 3 a 4 cm de longitud, obteniendo individuos de 300 a 400 g luego de 4 a 5 meses, proceso que se prolonga por 7 a 9 meses en sistemas controlados (estanques y jaulas), por lo que es de suponer que la laguna tiene elevada productividad, donde el zooplancton es parte importante de la dieta de los peces de menor tamaño, ya que la trucha es una especie carnívoro muy voraz (Roldan, 1992). En cuanto a la abundancia según la profundidad de muestreo (Figura 4), se observa que los valores promedios son mayores en la subsuperficie comparado con la superficial, caso de *Lecane* y *Boeckella* con densidades de 9 576 org/L y 5 271 org/L, respectivamente; sin embargo, al realizar la prueba de Kruskal-Wallis, solo se halló significancia estadística ($p < 0,05$) para los géneros *Ceriodaphnia*, *Alonella* y *Chydorus* (Anexo 7) que son más abundantes en la subsuperficie, estas diferencias de densidades posiblemente se deba a que dichos organismos al realizar migraciones verticales o están adecuadas a dichas condiciones, tal como se mencionó anteriormente, son menos abundantes durante el día en la zona superficial, hay que considerar que los muestreos fueron realizados entre las 10 a 15 horas. Las variaciones de la densidad de los componentes de zooplancton a lo largo de los meses de muestreo son mucho más evidentes, tal como se aprecia en la Tabla 2 y que de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), donde los géneros *Boeckella*, *Ceriodaphnia*, *Alona*, *Alonella* y *Chydorus* son más abundantes en los meses más secos del año (setiembre a noviembre), probablemente como consecuencia de los factores ambientales que están asociados a la ausencia de lluvias (meses más fríos y secos del año), así

como a la reducción significativa del área del espejo de agua de la laguna como un efecto concentrados del zooplancton.

En la Figura 5, se muestra el dendograma de similitud (índice de Bray-Curtis) de los meses de muestreo según la composición y la abundancia del zooplancton. Resalta la formación de dos conglomerados a una distancia de 0,38, el primero de los cuales está conformado por los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2015, y el segundo por setiembre, mayo, junio, julio, agosto de 2016. El primero conglomerado agrupa los meses con mayor número de géneros (entre 5 y 8), donde los más abundantes fueron *Boeckella*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Alona*, *Alonella* y *Chydorus*; mientras que el segundo conglomerado está conformado por meses donde se registró un menor número (de 3 a 6 géneros) con abundancia menores. Se observa que los conglomerados están determinados por las características que exhiben los componentes del zooplancton que varían según sea los meses de muestreo, diferenciados por la temperatura ambiental y la presencia de lluvias. Los meses setiembre, octubre y noviembre se caracteriza por ser los meses más secos del año, pero con temperaturas relativamente altas en comparación con los meses de mayo, junio, julio y agosto, meses posteriores a la época de lluvia, con menores temperaturas ambientales. Los cambios ambientales descritos repercuten directamente en las características fisicoquímicas del agua de la laguna y los que a su vez influyen en las características del zooplancton.

En la Figura 6, se muestra el análisis de componentes principales (ACP) en base a la representación de los dos primeros componentes que explican el 65% de la varianza, se nota claramente la agrupación de la mayoría de los géneros hallados con alguno de los meses de muestreo. En el primer componente, que explica el 38,8% de la varianza, los géneros con mayores valores de correlación son *Boeckella* (0,4), *Tropocyclops* (0,44) y *Alona* (0,41) tal como se observa en el Anexo 9, mientras que en el segundo componente con el 25,8 % de la varianza, los géneros *Ceriodaphnia* y *Lecane* presentan los mayores valores de correlación con 0,49 y 0,48, respectivamente. Figura que demuestra que los géneros *Boeckella*, *Tropocyclops*, *Alonella*, *Chydorus* están asociados a setiembre y octubre de 2015, debido a sus mayores abundancias han sido registrados en esos meses. Por la misma razón, *Ceriodaphnia*, *Lecane*, *Alona* y *Daphnia* está asociado al mes de noviembre de 2015.

Con la finalidad de describir el comportamiento de los géneros en el ensamble del zooplancton en el periodo de muestreo, se hizo el análisis de conglomerados (índice de Bray-Curtis) cuyos resultados se observan en la Figura 7. A una

distancia (disimilitud) de 0,35 se forman tres conglomerados. El primero constituido solo por *Daphnia*, taxa registrado en todo los meses de muestreo (por lo misma catalogado como persistente) pero con densidades bajas en comparación con otros; el segundo agrupa a ocho géneros (*Chydorus*, *Alonella*, *Alona*, *Lecane*, *Acroperus*, *Grimaldina*, *Ceriodaphnia* y *Tropocyclops*), que en común se caracterizan por ser menos persistentes (presentes en algunos meses) y a la vez menos abundantes; finalmente, el tercer conglomerado constituido solo por *Boeckella*, que se caracteriza por haber sido registrado en todos los meses de muestreo con las mayores abundancias dentro de los componentes del zooplancton.

La Tabla 3 muestra los valores promedios y desviación estándar de algunas características fisicoquímicas determinadas en el agua de la laguna Punquiccocha, de acuerdo a ella, presenta en promedio un pH ligeramente ácido ($6,2 \pm 0,9$), con oxígeno disuelto elevado $9,2 \pm 0,4$ mg/L, conductividad eléctrica de $51,6 \pm 21,2$ μ S/cm, cloruros con $8,5 \pm 2,3$, dureza total de $69,8 \pm$ mg/L y con transparencia de $1,7 \pm 0,2$ m. valores que son estadísticamente semejantes ($p > 0,05$) entre las zonas (I y II) con excepción de la transparencia, que es mayor en II (menor profundidad), mientras que de acuerdo a la profundidad de muestreo, dichas características son estadísticamente semejantes ($p > 0,05$). Al comparar los meses (Anexo 10), se registran diferencias significativas ($p < 0,05$) para todas las características determinadas, evidencia de que cambian con el transcurso del tiempo. Para el pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, cloruros y dureza los mayores valores fueron registrados en los meses más secos del año (setiembre, octubre y noviembre) y en la que temperatura ambiental se incrementa luego de los meses más fríos. Para el caso del pH, valores de hasta 9 fue registrado en setiembre de 2015, coincidente con los meses con insolación intensa, que estimula una mayor tasa de fotosíntesis (fitoplancton y macrófitas) que disminuye la concentración de dióxido libre y ácido carbónico con el consecuente incremento del pH a niveles alcalinos (Roldan & Restrepo, 2008; Wetzel, 2001); mientras que valores mínimos de 5,7 y 5,3 fueron registrados en octubre y noviembre, como consecuencia probable de los procesos de respiración o descomposición. Otro aspecto a resaltar, es que las variaciones del pH, como los descritos, ocurren en aguas con valores bajos de alcalinidad, semejante a lo que presenta la laguna estudiada (Tundisi & Tundisi, 2012). Con respecto al oxígeno disuelto, se registró valores elevados en casi todos los meses de muestreo (mayor a 8,7 mg/L),

considerando que la fuente principal para ambientes lénticos es la fotosíntesis (Margalef, 1994), la presencia abundante de macrófitas como *Chara* y *Elodea* estarían explicando dicho comportamiento. La conductividad eléctrica, cloruros y dureza total, que brinda información de la cantidad de iones presente en el agua, muestran sus mayores valores en los meses con ausencia de lluvias, donde los procesos de evapotranspiración ocurren en mayor magnitud, con la consecuente concentración de iones disueltos.

VI. CONCLUSIONES

1. El zooplancton en la laguna Punquicocha está constituido por 10 géneros, siendo estas *Boeckella* y *Tropocyclops* (Copepoda); *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Grimaldina*, *Alona*, *Alonella*, *Chydorus*, *Acroperus* (Branchiopoda); y *Lecane* (Rotatoria), cuyas abundancias varían en los meses de muestreo.
2. Los géneros más abundantes del zooplancton fueron *Lecane*, *Boeckella* y *Daphnia*, con densidad total promedio de 4 720 org/L, 4 670 org/L y 2 630 org/L. respectivamente, con incremento en la subsuperficie de la laguna y variación a lo largo de los meses de muestreo.
3. Los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2015 son más semejantes, por lo que forman un conglomerado caracterizado por una mayor densidad de los zooplanctones dominantes, igual comportamiento se observa en los meses de mayo, junio, julio, y agosto por la presencia de taxa menos abundantes y persistentes.
4. Las aguas de la laguna Punquicocha, en promedio, se caracterizan por ser ligeramente ácidas (pH 6,2), con elevadas concentraciones de oxígeno disuelto 9,19 mg/L, con valores medios de conductividad eléctrica (51 μ S/cm), sólidos disueltos totales (33 mg/L), alcalinidad (67 mg/L), cloruros (8,7 mg/L), dureza total (70 mg/L), dureza cálcica (52,5 mg/L), dureza magnésica (18 mg/L).

VII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar los estudios del zooplancton a otros cuerpos de agua andinos y altoandinos de los que se conoce muy poco.
2. Realizar investigaciones sobre zooplancton en otros cuerpos de agua altoandinos que permita caracterizar principalmente los grupos taxonómicos Rotifera, Cladocera y Copepoda.
3. Desarrollar investigaciones sobre diversidad funcional en organismos acuáticos, como anfibios, peces y aves, con la finalidad de determinar la importancia del zooplancton en el flujo de energía en las lagunas altoandinas
4. Realizar estudios que permita identificar claramente la influencia que ejerce las características fisicoquímicas del agua en la composición y abundancia del zooplancton.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amoros, C. (1984). Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises-5. Crustacés Cladocères. Publications de la Société Linnéenne de Lyon, 53(4), 120-144.
- Baleani, C. A., Menéndez, M. C., Alfonso, M. B., Fornerón, C. F., & Piccolo, M. C. (2017). Composición y abundancia del mesozooplankton en una laguna Pampeana (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Anales de Biología*, 39, 137-147.
- Balian, E. V., Lévêque, C., Segers, H., & Martens, K. (2008). *Freshwater Animal Diversity Assessment*. Springer Science & Business Media.
- Benites, K., & Martino, F. (2016). Características bioecológicas de la laguna Llamacocha y su uso potencial (verano 2014), distrito de Conchucos (Ancash, Perú). *Universidad Nacional del Santa*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2573>
- Bledzki, L. A., & Rybak, J. I. (2016). *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis*. Springer International Publishing.
- Brack, A. (2010). *Ecología del Perú*. Bruño.
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (1990). *Invertebrates*. Sinauer.
- Carrasco, C. B., Pérez, E. A., & Quicaña, E. P. (2019). Variación espacial y temporal de la comunidad zooplanctónica en la laguna Toctoccocha, Tambo, La Mar Ayacucho 2018. *Investigación*, 27(1), 99-103. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.2019.1.109>
- Cavero, J., & Manrique, M. F. (2019). Lagunas altoandinas de Huánuco evaluadas para el desarrollo de acuicultura, 2016. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3342>
- Cepeda-Pizarro, J., Pizarro-Araya, J., & Morales, M. C. (2015). *Invertebrates inhabiting temporary ponds found in the Tambo-Puquíos wet pasture (Andes of north-central Chile), and the physicochemical characteristics of their habitat*. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400008>
- Chacón, M. Y. (2017). *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. Ediciones USTA.
- Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E., & Morales-Baquero, R. (2004). El zooplankton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*, 13(2), Article 2. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/204>
- Confederación Hidrográfica del Ebro, P. (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*. https://www.academia.edu/39249307/Metodolog%C3%ADa_para_el_establecimiento_el_Estado_Ecol%C3%B3gico_seg%C3%BAAn_la_Directiva_MARCO_del_Agua_Fi_to_be_nt_os_MI_CRO_ALG_AS_BEN_TON_ICA

_S_OCT_UBR_E_200_5_MINISTERIO_DE_MEDIO_AMBIENTE_CONF
EDERACI%C3%93N_HIDROGR%C3%81FICA_DEL_EBRO

- Dalu, T., & Wasserman, R. J. (2021). *Fundamentals of Tropical Freshwater Wetlands: From Ecology to Conservation Management*. Elsevier.
- D'Ambrosio, D. S., Claps, M. C., & García, A. (2016). Zooplankton diversity of a protected and vulnerable wetland system in southern South America (Llancanelo area, Argentina). *International Aquatic Research*, 8(1), 65-80. <https://doi.org/10.1007/s40071-016-0125-2>
- Dodson, S. I., Everhart, W. R., Jandl, A. K., & Krauskopf, S. J. (2007). Effect of watershed land use and lake age on zooplankton species richness. *Hydrobiologia*, 579(1), 393-399. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0392-9>
- Echaniz, S. A., & Vignatti, A. M. (2017). The zooplankton of the shallow lakes of the semi-arid region of southern South America. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 53, 345-360. <https://doi.org/10.1051/limn/2017018>
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. (1997). *Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil*. Editora Universa, Universidade Católica de Brasília.
- Elosegui, A. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (1.ª ed.). Fundación BBVA.
- García-Chicote, J. (2015). *El zooplancton como indicador de la calidad del agua en embalses: Un estudio en el ámbito de actuación de la Confederación Hidrográfica del Júcar*. <https://roderic.uv.es/handle/10550/44058>
- Gobierno Regional Ayacucho. (2012). *Zonificación Ecológica y Económica-ZEE: Ayacucho*. <https://geoservidor.minam.gob.pe/zee-aprobadas/ayacucho/>
- Gomez, A. (2007). Caracterización de la comunidad zooplanctónica de la represa Cuchoquesera, Ayacucho 2004—2005. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1249>
- Gutiérrez, M., Suárez Morales, E., Gutiérrez Aguirre, M. A., Silva Briano, M., Granados Ramírez, J. G., & Garfías Espejo, T. (Eds.). (2008). *Cladocera y copepoda de las aguas continentales de México: Guía ilustrada*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala El Colegio de la Frontera Sur Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Herrera, J., & Lara, K. (2016). Bioecología de la laguna Challhuacochoa y su potencial de uso, en periodo de sequía, distrito de Conchucos (Ancash, Perú) 2014. *Universidad Nacional del Santa*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2575>
- Hickman, C. P., Keen, S. L., Eisenhour, D. J., Larson, A., & l'Anson, H. (2019). *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill Education.
- Iannacone, J., & Alvaríño, L. (2006). Diversidad del zooplancton en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 175-181.
- Iannacone, J., Salazar, N., Flores, L. A., & Argota, G. (2013). Rotifers and other littoral zooplankton species from the andean lagoons of paca and

- ñahuinpuquio, Jauja, Junin, Peru. *Neotropical Helminthology*, 7(1 (enero-junio)), 133-142.
- Iquise, S. (2017). Variación espacial del zooplancton en tres épocas en relación a factores fisicoquímicos del agua en la bahía interior y exterior del Lago Titicaca, Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7062>
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Pearson.
- Lozano-Rivas, W. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua.: Métodos simplificados para su muestreo y análisis*. Universidad Piloto de Colombia.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Ediciones Omega.
- Margalef, R. (ed). (1994). *Limnology now: A paradigm of planetary problems*. Elsevier Science BV. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015023094>
- Marshall, A. J., & Williams, W. D. (1985). *Zoología. Invertebrados*. Reverte.
- Molles, M. C. (2006). *Ecología: Conceptos y aplicaciones*. McGraw Hill Education, McGraw-Hill Interamericana.
- Moss, B. R. (2018). *Ecology of Freshwaters: Earth's Bloodstream*. John Wiley & Sons.
- Muñoz, R., Huggel, C., Frey, H., Cochachin, A., & Haerberli, W. (2020). Glacial lake depth and volume estimation based on a large bathymetric dataset from the Cordillera Blanca, Peru. *Earth Surface Processes and Landforms*, 45(7), 1510-1527. <https://doi.org/10.1002/esp.4826>
- O'Sullivan, P., & Reynolds, C. S. (2008). *The Lakes Handbook: Limnology and Limnetic Ecology*. John Wiley & Sons.
- Patnaik, P. (2010). *Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes, Second Edition*. Taylor & Francis.
- Pérez, G., & Restrepo, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Ramírez, A. (1999). *Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico*. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Rojas, J. (2002). *Calidad del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Roldan, G. (1992). *Fundamentos de limnología Neotropical* (Vol. 1). Universidad de antioquia. <file:///C:/Users/Henry/Zotero/storage/278UT2W5/11%20Limnologia-Roldan.pdf>
- Roldan, G. P., & Restrepo, J. J. R. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Ruppert, E. E., & Barnes, R. D. (1996). *Zoología de los invertebrados* (Quinta Edición). McGraw-Hill.
- Sabino, E., Lavado, W., & Aybar, C. (2019). *Estimación de las zonas de vida de Holdridge en el Perú, formato: Artículo científico* (Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología Del Perú –Senamhi. Dirección de Hidrología-DHI.).
- Smirnov, N. N. (2017). *Physiology of the Cladocera*. Academic Press.
- Smith, R., & Smith, T. (2001). *Ecología* (Cuarta edición). Editorial Madrid.

- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2015). *Elements of Ecology* (9 ed). Pearson.
- Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2010). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press.
- Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2012). *Limnology*. CRC Press.
- Tyller, G. (2006). *Essentials of Ecology*. Thomson, Brooks/Cole.
- Uéno, M. (1967). Zooplankton of Lake Titicaca on the Bolivian side. *Hydrobiologia*, 29(3), 547-568. <https://doi.org/10.1007/BF00189910>
- Van Colen, W. R., Mosquera, P., Vanderstukken, M., Goiris, K., Carrasco, M.-C., Decaestecker, E., Alonso, M., León-Tamariz, F., & Muylaert, K. (2017). Limnology and trophic status of glacial lakes in the tropical Andes (Cajas National Park, Ecuador). *Freshwater Biology*, 62(3), 458-473. <https://doi.org/10.1111/fwb.12878>
- Vásquez, P. F., León, P. F., Quispe, L. S., & Oyague, E. (2020). Comunidades acuáticas de la laguna Aricota de Candarave. *Ciencia y Desarrollo*, 26, 97-111. <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.26.937>
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Gulf Professional Publishing.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado del test de Shapiro Wilks para determinar la distribución normal de la abundancia de los componentes del zooplancton laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<i>Boeckella</i>	120	4,67	4,75	0,86	<0,0001
<i>Tropocyclops</i>	120	0,54	1,36	0,47	<0,0001
<i>Daphnia</i>	120	2,63	4,94	0,59	<0,0001
<i>Ceriodaphnia</i>	120	0,83	2,55	0,39	<0,0001
<i>Grimaldina</i>	120	0,03	0,26	0,13	<0,0001
<i>Alona</i>	120	0,4	1,58	0,3	<0,0001
<i>Alonella</i>	120	2,37	7,94	0,36	<0,0001
<i>Chydorus</i>	120	1,49	5,32	0,34	<0,0001
<i>Acroperus</i>	119	0,02	0,18	0,09	<0,0001
<i>Lecane</i>	120	4,73	27,27	0,19	<0,0001

Anexo 2. Resultado del test de Shapiro Wilks para determinar la distribución normal de los datos correspondientes a las características fisicoquímicas del agua, laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.

Características fisicoquímicas	N	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
pH	120	6,25	0,86	0,76	<0,0001
DO (mg/L)	120	9,19	0,4	0,9	<0,0001
EC (μ S/cm)	120	51,6	21,2	0,59	<0,0001
Alcalinidad (mg/L)	120	66,53	11,78	0,88	<0,0001
Cloruros (mg/L)	120	8,62	2,31	0,94	<0,0001
Dureza total (mg/L)	120	69,8	16,73	0,86	<0,0001
Dureza cálcica (mg/L)	120	52,27	16,05	0,88	<0,0001
Dureza magnésica (mg/L)	120	17,93	5,2	0,93	<0,0001

Anexo 3. Densidad promedio y desviación típica total de zooplancton por meses y zonas de muestreo, laguna Punquiccocha. La Mar, Ayacucho 2015 – 2016.

Meses/zonas de muestreo		Total organismos (org/mL)	
		Media	Desviación estándar
Mes de muestreo	Set2015	32,00	16,72
	Oct2015	29,25	27,70
	Nov2015	52,00	76,18
	May2016	8,31	8,75
	Jun2016	3,81	4,62
	Jul2016	3,69	2,18
	Ago2016	6,31	3,46
	Set2016	14,44	17,47
	Zonas de muestreo	I	21,42
II		13,75	34,63
Profundidad de muestreo	Superficial	9,23	8,84
	Subsuperficial	26,75	46,50

Anexo 4. Abundancia (org/mL) promedio, desviación estándar, máximo y mínimo de géneros de zooplancton, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Género	Media y desv. estándar	Máximo	Mínimo
<i>Lecane</i>	4,73 (24,3)	221,00	0,00
<i>Boeckella</i>	4,67 (4,8)	26,00	0,00
<i>Daphnia</i>	2,63 (4,9)	28,00	0,00
<i>Alonella</i>	2,37 (7,9)	49,00	0,00
<i>Chydorus</i>	1,49 (5,3)	35,00	0,00
<i>Ceriodaphnia</i>	0,83 (2,6)	16,00	0,00
<i>Tropocyclops</i>	0,54 (1,4)	7,00	0,00
<i>Alona</i>	0,4 (1,6)	12,00	0,00
<i>Grimaldina</i>	0,03 (0,3)	2,00	0,00
<i>Acroperus</i>	0,02 (0,2)	2,0	0,0

Anexo 5. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Géneros	Zonas de muestreo			
	I		II	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
<i>Boeckella</i>	5,31	5,56	3,93	3,52
<i>Tropocyclops</i>	0,72	1,67	0,34	0,86
<i>Daphnia</i>	4,03	6,26	1,02	1,70
<i>Ceriodaphnia</i>	1,02	2,90	,63	2,08
<i>Grimaldina</i>	0,06	0,35	0,00	0,00
<i>Alona</i>	,53	1,54	0,25	1,62
<i>Alonella</i>	2,56	8,09	2,14	7,83
<i>Chydorus</i>	1,67	5,81	1,29	4,73
<i>Acroperus</i>	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Lecane</i>	5,38	25,35	3,98	29,53

Anexo 6. Resultado del test de Mann-Whitney para comparar la abundancia de géneros de zooplancton en dos zonas de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Estadísticos de prueba^a

Géneros	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintótica (bilateral)
<i>Boeckella</i>	1609,50	3205,50	-0,97	0,33
<i>Tropocyclops</i>	1670,50	3266,50	-0,97	0,33
<i>Daphnia</i>	1264,50	2860,50	-3,06	0,00
<i>Ceriodaphnia</i>	1757,00	3353,00	-0,28	0,78
<i>Grimaldina</i>	1736,00	3332,00	-1,33	0,18
<i>Alona</i>	1606,50	3202,50	-1,95	0,05
<i>Alonella</i>	1707,50	3303,50	-0,75	0,45
<i>Chydorus</i>	1704,50	3300,50	-0,83	0,41
<i>Acroperus</i>	1760,00	3840,00	-1,07	0,29
<i>Lecane</i>	1772,00	3368,00	-0,30	0,76

a. Variable de agrupación: Zonas de muestreo

Anexo 7. Abundancia (org/mL) promedio y desviación estándar de géneros de zooplancton en dos profundidades de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Géneros	Profundidad de muestreo			
	Superficial		Subsuperficial	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
<i>Boeckella</i>	4,08	3,93	5,27	5,43
<i>Tropocyclops</i>	0,33	0,91	0,76	1,69
<i>Daphnia</i>	3,66	6,39	1,56	2,35
<i>Ceriodaphnia</i>	0,48	2,17	1,20	2,86
<i>Grimaldina</i>	0,00	,00	0,07	0,37
<i>Alona</i>	,10	0,44	0,71	2,17
<i>Alonella</i>	0,08	0,64	4,73	10,85
<i>Chydorus</i>	0,28	1,59	2,75	7,22
<i>Acroperus</i>	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Lecane</i>	0,03	0,26	9,58	38,46

Anexo 8. Resultado del test de Mann-Whitney para comparar la abundancia de géneros de zooplancton en dos profundidades de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Estadísticos de prueba^a

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintótica (bilateral)
<i>Boeckella</i>	1639,50	3530,50	-0,85	0,39
<i>Tropocyclops</i>	1623,00	3514,00	-1,40	0,16
<i>Daphnia</i>	1600,50	3370,50	-1,15	0,25
<i>Ceriodaphnia</i>	1540,00	3431,00	-2,10	0,04
<i>Grimaldina</i>	1738,50	3629,50	-1,44	0,15
<i>Alona</i>	1636,50	3527,50	-1,71	0,09
<i>Alonella</i>	1366,50	3257,50	-3,85	0,00
<i>Chydorus</i>	1542,00	3433,00	-2,42	0,02
<i>Acroperus</i>	1769,00	3660,00	-1,02	0,31
<i>Lecane</i>	1705,00	3596,00	-1,43	0,15

a. Variable de agrupación: Profundidad de muestreo

Anexo 9. Resultado del análisis de componentes principales (ACP) para la composición y abundancia de géneros de zooplancton y meses de muestreo, laguna Punquicocha, Anco, La Mar, 2015-2016.

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	3,880	0,390	0,390
2	2,580	0,260	0,650
3	1,300	0,130	0,780
4	1,120	0,110	0,890
5	0,830	0,080	0,970
6	0,250	0,030	1,000
7	0,030	0,003	1,000
8	0,000	0,000	1,000
9	0,000	0,000	1,000
10	0,000	0,000	1,000

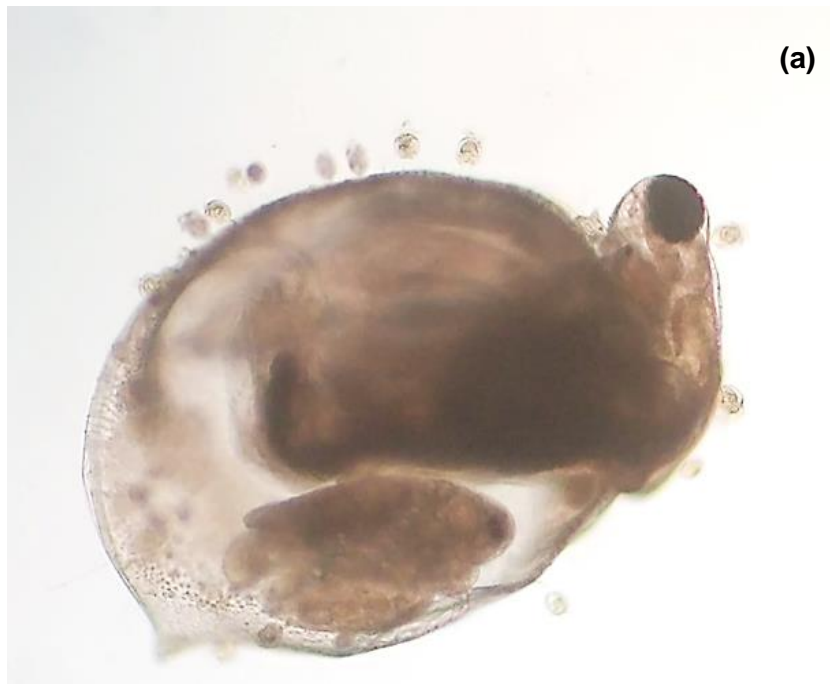
Autovectores

Variables	e1	e2
Boeck	0,400	-0,090
Tropocy	0,440	-0,240
Daph	0,170	0,120
Ceriod	0,290	0,490
Grimal	-0,180	0,020
Alona	0,410	0,280
Alonel	0,380	-0,340
Crydo	0,280	-0,460
Aerop	-0,100	0,200
Lecan	0,300	0,480

Anexo 10. Valores promedios y desviación estándar de las características fisicoquímicas del agua según los meses de muestreo, laguna Punquicocha Anco, La Mar 2015-2016.

Características fisicoquímicas	Mes de muestreo																K-W (sig.)
	Set2015		Oct2015		Nov2015		May2016		Jun2016		Jul2016		Ago2016		Set2016		
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	
pH	9,0	0,3	5,7	0,1	5,3	0,0	5,9	0,0	6,8	0,1	5,8	0,0	6,5	0,2	6,3	0,0	0,000
DO (mg/L)	8,9	0,1	9,8	0,3	9,0	0,2	9,0	0,1	9,3	0,1	8,7	0,0	9,6	0,3	9,0	0,2	0,000
EC (µS/cm)	124,5	0,5	43,3	0,9	44,3	1,1	39,0	0,7	37,8	1,1	43,3	0,9	54,5	1,7	62,8	0,9	0,000
Alcalinidad (mg/L)	60,0	4,3	72,0	7,3	54,5	1,7	89,5	1,7	70,0	3,3	65,5	3,7	65,0	3,1	52,5	0,9	0,000
Cloruros (mg/L)	8,0	0,5	12,1	1,5	11,1	0,2	7,9	0,4	5,3	0,3	6,5	0,4	9,8	0,6	8,0	0,4	0,000
Dureza total (mg/L)	102,0	10,7	55,5	2,7	50,5	0,9	88,5	2,3	89,0	1,8	64,0	1,5	58,0	2,9	67,0	3,4	0,000
Dureza calcica (mg/L)	84,0	10,7	35,5	1,7	35,0	1,0	73,5	0,9	64,0	2,9	53,0	6,8	42,0	2,1	47,0	1,0	0,000
Dureza magnesica (mg/L)	18,0	0,0	20,0	2,5	15,5	1,7	15,0	2,3	25,0	3,4	14,0	8,4	16,0	3,6	20,0	2,5	0,000
Transparencia (m)	1,4		1,2		1,4		1,8		1,4		1,5		1,3		1,4		0,032

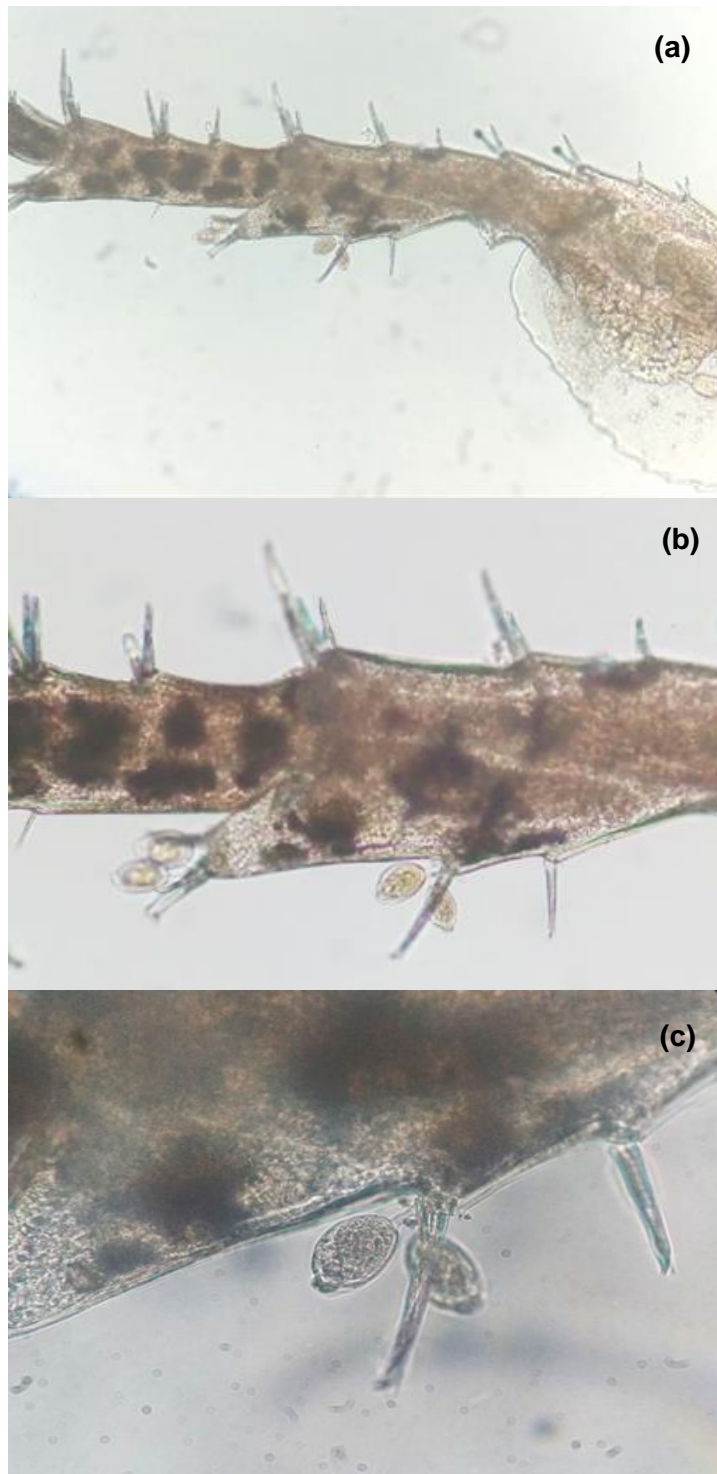
Anexo 11. Fotografía de rotíferos del género *Lecane* adheridos al cuerpo de una *Ceriodaphnia*.



a) Foto con aumento de 10X,

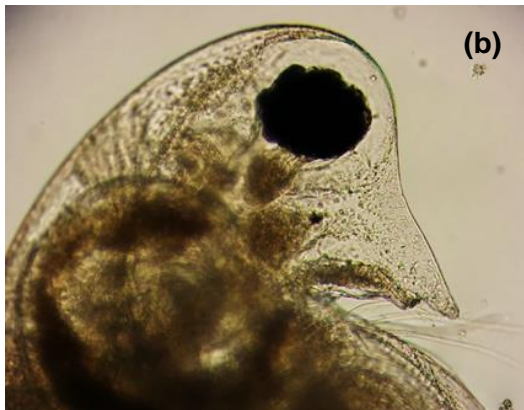
b) Género *Lecane*, adheridos con aumento de 100X

Anexo 12. Fotografía de rotíferos del género *Lecane* adheridos a la pata de otros organismos zooplanctónicos.



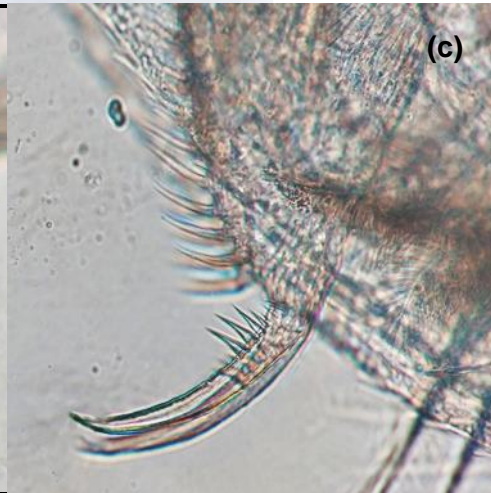
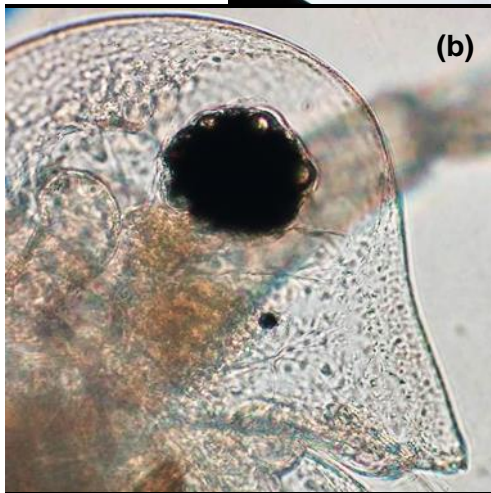
a) Aumentos de 10X
b) Aumento de 40X
c) Aumento de 100X

Anexo 13. Fotografías de las partes de *Daphnia peruviana*, ojo compuesto cuerpo y postabdomen.



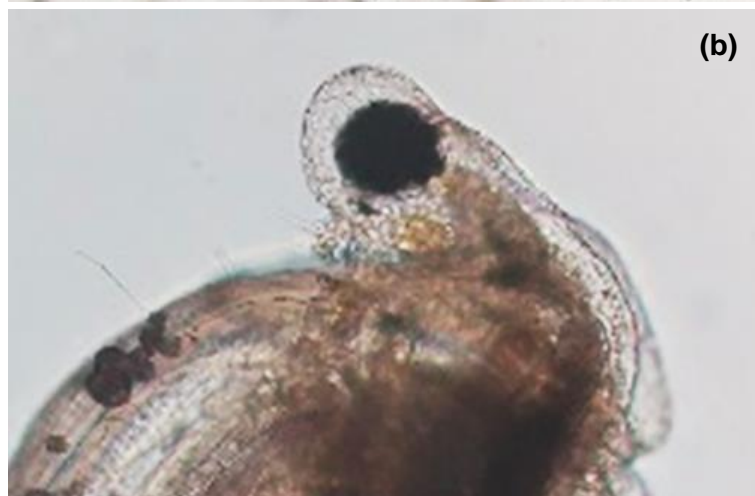
- a) Cuerpo entero de la especie *Daphnia peruviana*.
- b) Ojo compuesto oscuro, propio de la *Daphnia peruviana*.
- c) Post abdomen de la *Daphnia peruviana*

Anexo 14. Fotografías de las partes de *Daphnia pulex*, forma del cuerpo, características del ojo compuesto y su postabdomen.



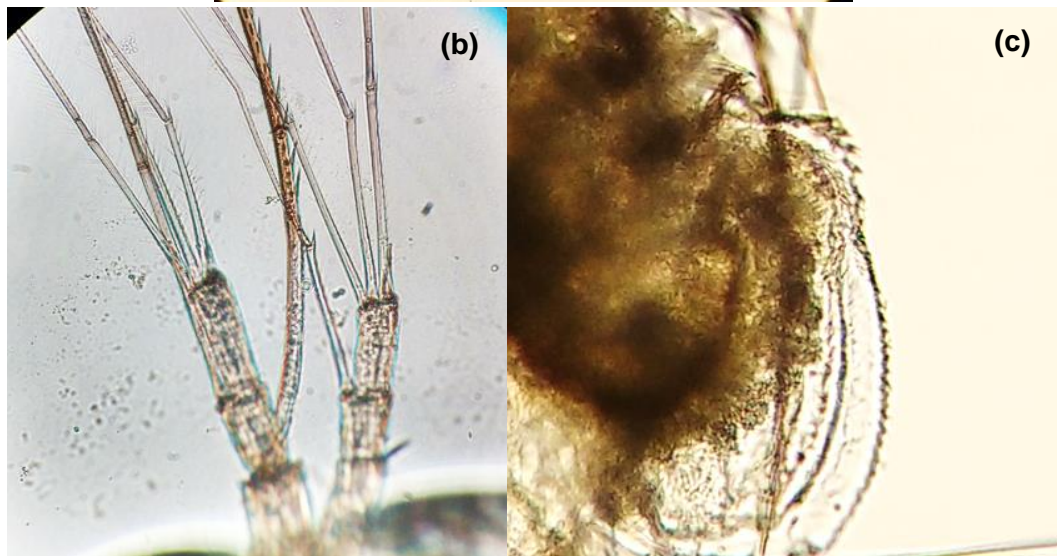
- a) Cuerpo completo de *Daphnia pulex* .
- b) Característica propia en el ojo compuesto de la *Daphnia pulex*
- c) Post abdomen de la *Daphnia pulex*

Anexo 15. Fotografías de las partes de *Ceriodaphnia sp.*, forma del cuerpo y forma de la cabeza.



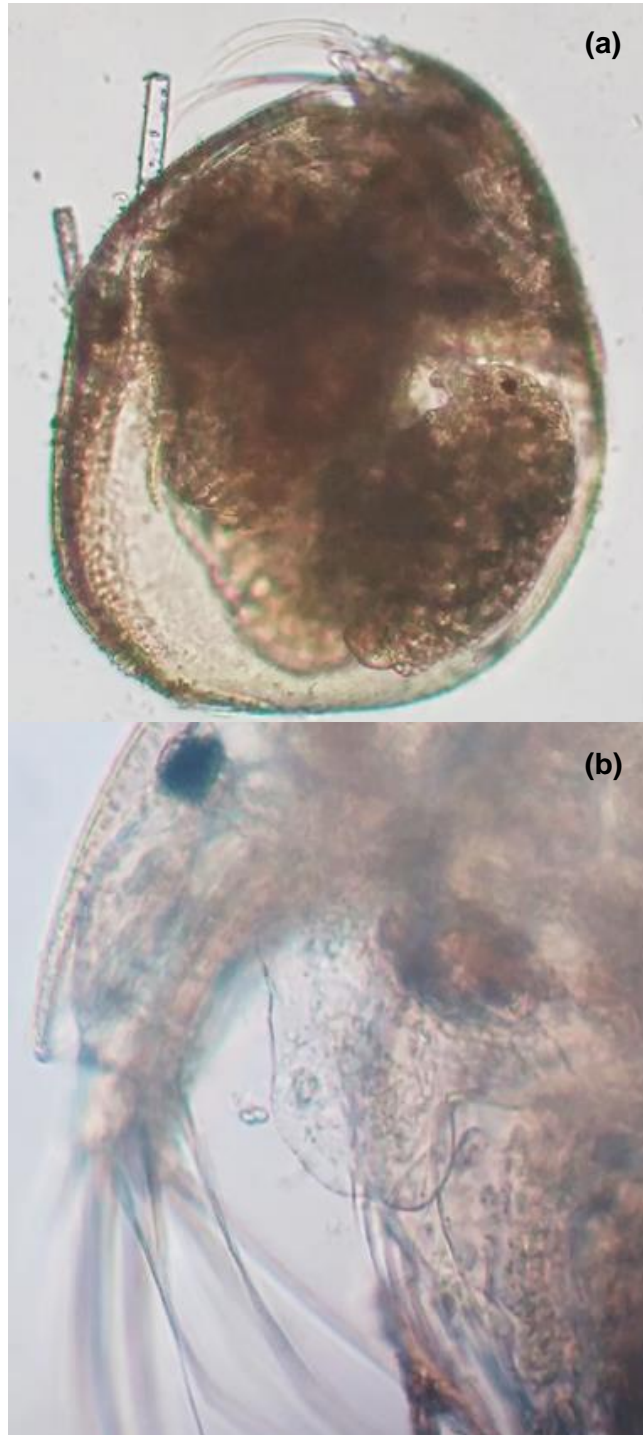
a) Forma del cuerpo de una *Ceriodaphnia sp.*
b) Forma de la cabeza de *Ceriodaphnia sp.*

Anexo 16. Fotografías de las partes de *Grimaldina sp.*, forma del cuerpo, numero de cerdas y postabdomen.



- a) Cuerpo entero de *Grimaldina sp*
- b) Número de cerdas, 4 en un lado y 5 en el otro lado.
- c) Forma postabdomen.

Anexo 17. Fotografías de las partes de *Chydorus sp.*, forma de cuerpo y rostro.



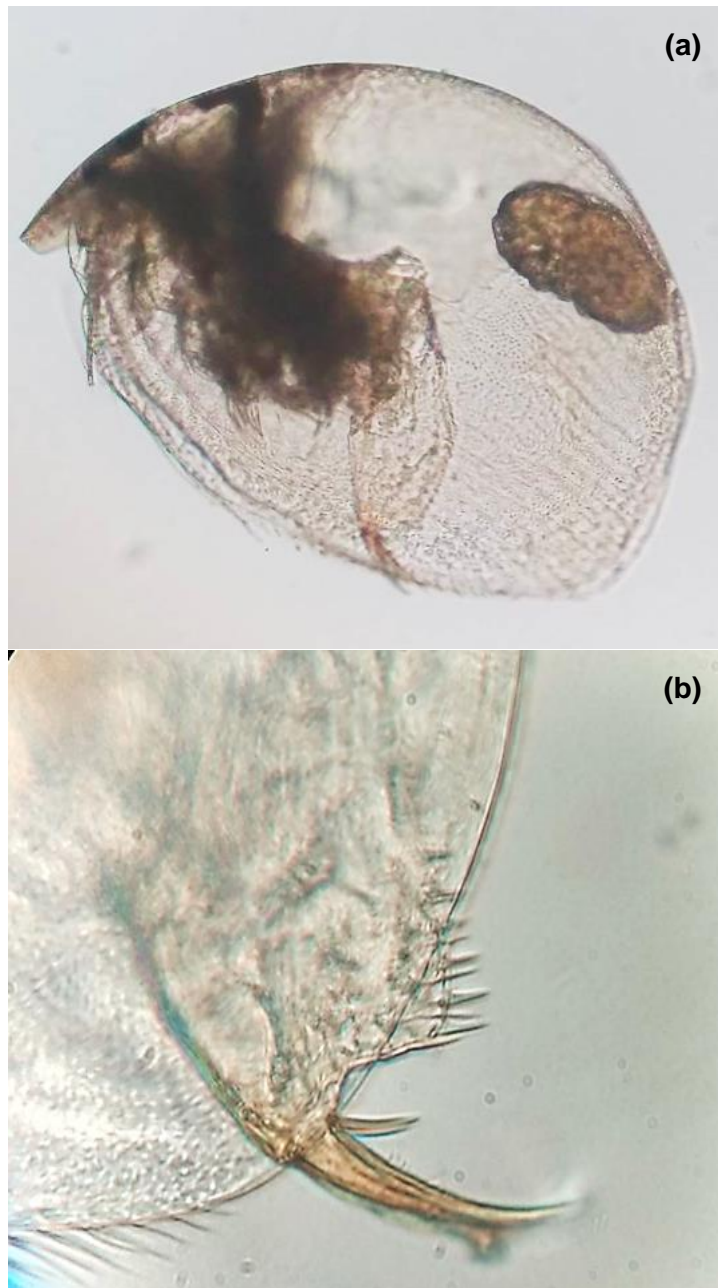
- a) Forma del cuerpo ovalada.
- b) Rostro en punta.

Anexo 18. Fotografías de las partes de *Alona* sp., abdomen y postabdomen.



a) Abdomen con extremo redondeado, cuerpo comprimido lateralmente.
b) Postabdomen y cuerpo color amarillo.

Anexo 19. Fotografías de las partes de *Alonella* sp. forma del cuerpo y postabdomen.



a) Cuerpo entero con borde del caparazón bajo.
b) Postabdomen y valva del caparazón color pardo, gris

Anexo 20. Fotografías de las partes de *Acroperus sp.*, forma del cuerpo, postabdomen y espina furcal.



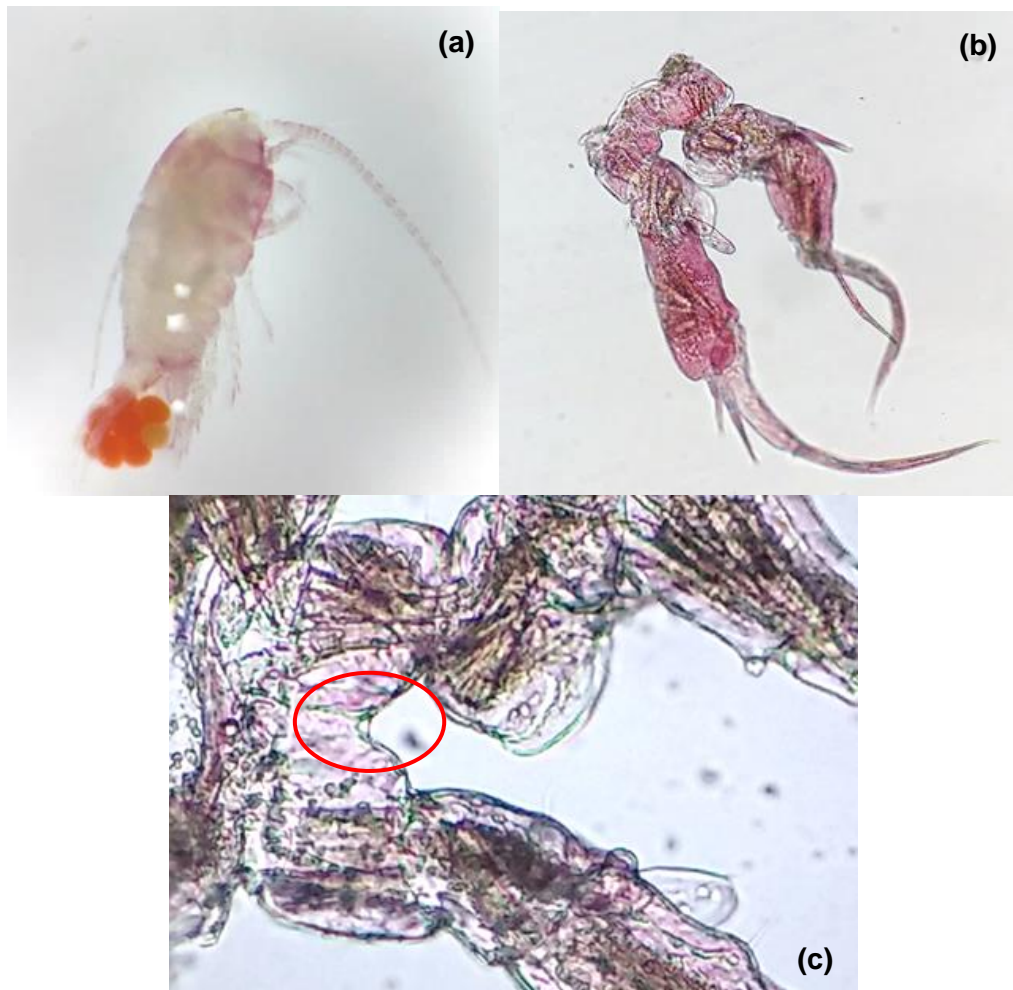
- a) Forma del cuerpo aplanado lateralmente, postabdomen muy largo.
- b) Postabdomen con cerdas en toda su longitud.
- c) Espina en la mitad de la uña furcal.

Anexo 21. Fotografías de las partes de *Lecane sp.*, partes y cuerpo preparado para fijarse.



- a) Caparazón con dos placas, pie corto, ancho, con un solo elemento libre, surge del lado ventral del caparazón.
- b) Cuerpo deforme preparándose para fijarse en algún objeto.

Anexo 22. Fotografías de las partes de *Boeckella poopensis*, forma del cuerpo, quinto par de patas y ranura del quinto par de patas.



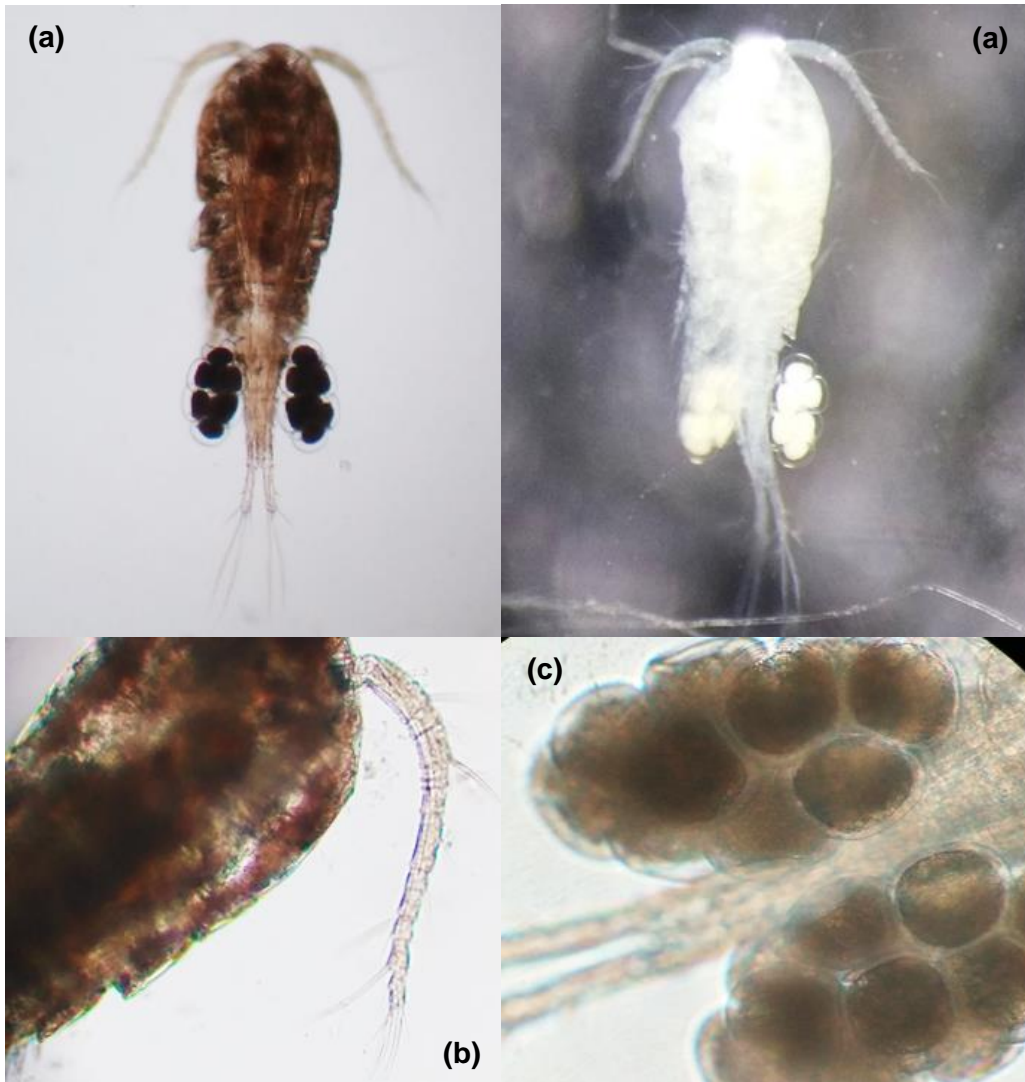
- a) Cuerpo marcadamente comprimido, anténula con 22 a 25 artículos.
- b) Quinto par de pata.
- c) Ranura en el quinto par de patas.

Anexo 23. Fotografías de las partes de *Boeckella occidentalis*, forma del cuerpo, quinto par de patas y forma aserrada del quinto par de patas.



- a) Cuerpo marcadamente comprimido, anténula con 22 a 25 artículos.
- b) Forma de cierre de uno de los segmentos del quinto par de patas.
- c) Quinto par de patas.

Anexo 24. Fotografías de las partes de *Tropocyclops sp.*, forma del cuerpo, anténula y avisaco.



- a) Forma del cuerpo en microscopio y estereoscopio.
- b) Segmentos de la anténula.
- c) Oovisaco.

Anexo 25. Fotografía de la cámara de conteo de zooplancton delimitado de 3x3 cuadros, para la identificación cuantitativa de zooplancton.



Anexo 26. Panel de fotografías de las acciones de colecta, procesamiento de muestras e identificación del zooplancton.



Vista general de la laguna Punquicocha



Colecta de zooplancton en la laguna Punquicocha



Análisis fisicoquímico de las muestras de agua en el laboratorio de Sistema de Información Geográfica y Biodiversidad.

Anexo 27. Constancia del Departamento de Limnología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima. 2016.



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



CONSTANCIA

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

Deja constancia que:

El Sr. **Henry Luis Palomino Córdova**, Bachiller de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (Ayacucho), ha realizado entre el 25 y 29 de setiembre una pasantía en el Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Durante el tiempo de permanencia el Sr. **Palomino Córdova**, se dedicó a la identificación de muestras de Zooplancton y a la selección de material bibliográfico.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado y para los fines que estime convenientes.

Lima, 29 de setiembre de 2017



Mag. Iris Samanez Valer

Anexo 28. Matriz de consistencia.

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
Comunidad zooplanctónica y características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.	¿Cuáles son las características de la Comunidad zooplanctónica y las características fisicoquímicas de sus aguas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016?	<p>Objetivo General: Evaluar la comunidad zooplanctónica y las características fisicoquímicas de sus aguas, de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la composición de la comunidad zooplanctónica de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016. • Determinar la abundancia de la comunidad zooplanctónica de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016. • Estimar la similitud de los meses de muestreo en base a la comunidad zooplanctónica mediante el índice de Bray-Curtis de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016. • Determinar las características fisicoquímicas del agua de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016. 	<p>Antecedentes Uno de los aspectos de mayor interés ha sido y sigue siendo el estudio de los factores bióticos y abióticos que regulan la dinámica y estructura de las comunidades naturales. Conocer las interacciones entre estos factores y cuantificar su importancia relativa, representa uno de los principales problemas con los que se enfrenta la ecología. La incidencia mayor o menor de los seres planctónicos en los ambientes acuáticos, puede ser evaluada. La estructura de la comunidad del zooplancton merece especial atención por su posición trófica en la vida acuática</p> <p>Marco Conceptual. Zooplancton Laguna Características fisicoquímicas de las lagunas Composición Diversidad Abundancia Índices de similitud Bray –Curtis</p> <p>Fundamento teórico. Ecosistema acuático Zooplancton Importancia del zooplancton Nutrientes de los ecosistemas acuáticos</p>	<p>Variable independiente: Características fisicoquímicas del agua de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016</p> <p>Variable dependiente: Comunidad zooplanctónica de laguna de Punquicocha, Anco La Mar, Ayacucho 2016</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición (Género-especie). • Abundancia (%) • Diversidad (índices) 	<p>Tipo de investigación Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación No Experimental</p> <p>Diseño estadístico Índice de similitud Bray –Curtis</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Henry Luis PALOMINO CÓRDOVA
R.D.N° 139-2022-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del cinco de agosto del año dos mil veintidós, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorium de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez, Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista (Miembro-jurado), Dr. Edwin Portal Quicaña (Miembro-jurado), actuando como secretaria docente la Dra. Nilda Aurea Apayco Espinoza, para presenciar la sustentación de la tesis titulada: **“Comunidad zooplactónica y características fisicoquímicas de la laguna Punquicocha, Anco La Mar 2016”**, presentado por el Bach. Henry Luis Palomino Córdoba, el presidente luego de verificar la documentación presentada, indico a la secretaria docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Concluida la exposición el presidente invito a cada uno de los miembros del jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invito al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorium para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones, cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTA A PREGUNTAS	PROMEDIO
Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez	12	08	10
Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista	11	11	11
Dr. Edwin Portal Quicaña	12	12	12
		Promedio final	11

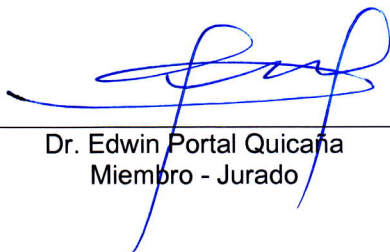
El sustentante alcanzó el promedio de 11 (once) aprobado. Acto seguido el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico.



Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
Presidente - Miembro 4to jurado



Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista
Miembro - Jurado



Dr. Edwin Portal Quicaña
Miembro - Jurado



Dra. Nilda Aurea Apayco Espinoza
Secretaria – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

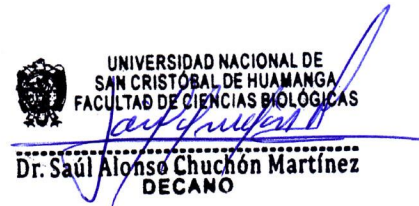
DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 16-
2023-FCB-D

Yo, SAÚL ALONSO CHUCHÓN MARTÍNEZ, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: “**Comunidad zooplanctónica y características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, 2016**” presentado por el Bach. HENRY LUIS PALOMINO CÓRDOVA; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 15%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

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

Ayacucho, 19 de julio de 2023.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
DECANO

Comunidad zooplanctónica y características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, 2016

por Henry Luis Palomino Córdova

Fecha de entrega: 19-jul-2023 04:15p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2133718670

Nombre del archivo: 1C_Palomino_Cordova_Henry_Luis_Pregrado_2023_Turnitin.doc.docx (848.93K)

Total de palabras: 10530

Total de caracteres: 57876

Comunidad zooplanctónica y características fisicoquímicas de la laguna de Punquicocha, Anco La Mar, 2016

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	revistas.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	bio-ecos.com Fuente de Internet	1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	www.monografias.com Fuente de Internet	1%

9	qdoc.tips Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander Trabajo del estudiante	<1 %
14	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo