

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Macroinvertebrados en el litoral de la laguna
Ccoriccocha, Querobamba, Sucre -
Ayacucho 2021 - 2022.**

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

PRESENTADO POR:

Bach. CHACCERI SULCA, Roger Eugenio

ASESOR:

Dr. CARRASCO BADAJOZ, Carlos Emilio

AYACUCHO - PERÚ

2023

Con amor a Dios, a mis padres,
tíos y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma mater, la Tricentenario Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la morada que me ha formado a nivel intelectual y humanístico materializando así mi formación como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por acogerme en sus aulas y laboratorios, en los que conseguí concretar mis estudios en la carrera profesional de Biología.

A los docentes de la Escuela Profesional de Biología, que han plasmado sus experiencias, valores y conocimientos invaluable para mi formación intelectual y profesional.

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por haberme guiado a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo incondicional para desarrollarme profesionalmente inculcándome valores que han permitido culminar con mi trabajo de investigación tendiente a la obtención del título profesional de Biólogo.

A la Mg. Carolina Rayme Chalco, por su apoyo en las actividades desarrolladas en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG).

A las personas quienes con sus consejos y su invaluable apoyo aportaron en la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco conceptual	9
2.2.1. Laguna	9
2.2.2. Litoral	9
2.2.3. Macroinvertebrados	9
2.2.4. Composición de una comunidad	9
2.2.5. Diversidad	9
2.2.6. Abundancia relativa	9
2.2.7. Calidad fisicoquímica del agua	10
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Ecosistema acuático lentic	10
2.3.2. Macroinvertebrados acuáticos	10
2.3.3. Atributos de una comunidad	14
2.3.4. Índices de diversidad	14
2.3.5. Características fisicoquímicas del agua	15
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Lugar de ejecución	19
3.1.1. Ubicación política	19
3.1.2. Ubicación geográfica	19
3.1.3. Descripción de la laguna	19
3.2. Población y muestra	20
3.2.1. Población	20
3.2.2. Muestra	20
3.2.3. Sistema de muestreo	20

3.2.4. Unidad de observación	20
3.3. Metodología y recolección de datos	20
3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo	20
3.3.2. Obtención de muestras de macroinvertebrados	21
3.3.3. Obtención de las muestras de agua	24
3.4. Análisis estadístico	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica (UTM) de las zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito de Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021-2022.	21
Tabla 2. Composición por zonas y meses de muestreo de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	31
Tabla 3. Abundancia total por zonas y meses de muestreo de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	32
Tabla 4. Similitud (índice de Bray-Curtis) entre meses de muestreo basado en las características de la comunidad de los macroinvertebrados, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	40
Tabla 5. Similitud (índice de Bray-Curtis) entre las zonas de muestreo de la comunidad de los macroinvertebrados, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	41
Tabla 6. Características fisicoquímicas del agua en cuatro zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022	42
Tabla 7. Características fisicoquímicas del agua en los seis meses de muestreo en la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito de Querobamba, Sucre, Ayacucho.	22
Figura 2. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	33
Figura 3. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) por zonas de muestreo de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	34
Figura 4. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) por meses de muestreo de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	35
Figura 5. Abundancia relativa promedio de la comunidad macroinvertebrada por familias y meses de muestreo, la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	36
Figura 6. Abundancia relativa promedio de la comunidad macroinvertebrada según orden y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	37
Figura 7. Riqueza de familia/género (promedio y desviación estándar) según meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	38
Figura 8. Riqueza de familia/género (promedio y desviación estándar) hallados por zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	65
Anexo 2. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por taxones y zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	66
Anexo 3. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos litorales hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	67
Anexo 4. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos litorales hallados en los seis meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	68
Anexo 5. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por familia y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	69
Anexo 6. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por orden y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	70
Anexo 7. Abundancia (promedio) de la comunidad macroinvertebrada por taxones y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	71
Anexo 8. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	72
Anexo 9. Prueba de Kruskal-Wallis de la riqueza total de taxones hallados en los seis meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	73
Anexo 10. R Riqueza total de la comunidad macroinvertebrada por taxones y zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.	74

Anexo 11. Prueba de Kruskal-Wallis de la riqueza total de taxones hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	75
Anexo 12. Prueba de Kruskal-Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas litorales hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	76
Anexo 13. Prueba de Kruskal-Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas litorales hallados en los meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.	77
Anexo 14. Panel fotográfico del proceso de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.	78
Anexo 15. Identificación de los macroinvertebrados acuáticos colectados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.	80
Anexo 16. Taxones de las familias Aeshnidae, Corixidae, Notonectidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.	81
Anexo 17. Taxones de las familias Chironomidae, Dytiscidae, Hydrophilidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.	82
Anexo 18. Taxones de las familias Hyalellidae, Lumbriculidae, Physidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.	83
Anexo 19. Matriz de consistencia.	84

RESUMEN

Los macroinvertebrados litorales de lagunas altoandinas, desempeñan un rol muy importante en el funcionamiento de ecosistemas siendo éstos parte de la cadena trófica, no obstante, la composición y abundancia es poco conocida en muchos ecosistemas acuáticos como en la laguna Ccoriccocha, de la provincia de Sucre, de la región de Ayacucho. Por consiguiente, con el objetivo de evaluar las características de la comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha la que se encuentra ubicada en el distrito de Querobamba, provincia de Sucre, región de Ayacucho, a una altitud de 3501 msnm, durante los meses de octubre del año 2021 a marzo del año 2022. Los muestreos se realizaron mensualmente en cuatro zonas de la laguna, las muestras fueron colectadas de la zona litoral de la laguna utilizando una red tipo D Net modificada con una luz de malla de 0,5 mm, cada muestra fue producto de 5 arrastres que se realizaron desde el interior de la laguna con una profundidad aproximada de 60 cm hasta el suelo emergente de la orilla, la selección de los macroinvertebrados y posterior identificación se hicieron en el Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se reportaron 10 taxones, pertenecientes a 9 familias, 7 órdenes y 4 clases (Insecta, Malacostraca, Clitellata y Gastropoda); donde la clase con el mayor número de géneros, fue Insecta (siete géneros o taxones). Los géneros o taxones persistentes durante los seis meses de muestreo fueron *Ectemnostega* (Corixidae), *Tropisternus* (Hydrophilidae) y; mientras que con respecto a la abundancia *Ectemnostega*, fue la que presentó los mayores valores, llegando a constituir el 63,21% del total, siendo igual o mayormente abundante durante los seis meses y cuatro zonas de muestreo, seguido de *Tropisternus* y *Notonecta*. En el índice de riqueza de familia/género (promedio y desviación típica) hallados por zonas de muestreo, mostró valores promedios de 2,7 a 4,8 los que describen una comunidad poca diversa y donde existe mucha inequidad. Con respecto al índice de Bray - Curtis, al comparar la comunidad estudiada en los seis meses y las cuatro zonas, se detectaron valores altos de similitud, que en ningún caso bajó del 44%.

Palabras clave: Macroinvertebrados acuáticos, laguna altoandina, diversidad.

I. INTRODUCCIÓN

Se denominan lagunas andinas a los cuerpos de agua que se caracterizan por ser sistemas abiertos e interconectados, ya que interactúan constantemente con el medio ambiente como parte de una unidad mayor que incluye su cuenca de drenaje y el intercambio con la atmósfera. La mayoría de estos cuerpos de agua son de agua dulce, presentan un vaso bien definido con zonas litorales y bentales profundas bien definidas, poseen sedimentos propios compuestos por especies características, compartimentalización distribuida verticalmente por gradientes de luz, densidad y temperatura afectados por los cambios estacionales, que afecta los procesos biológicos y la calidad del agua. Las lagunas se forman aguas abajo de los ríos durante las inundaciones periódicas, no son parte permanente del paisaje y están destinadas a desaparecer debido a la acumulación de sedimentos y materia orgánica (Roldan & Ramírez, 2008).

Los macroinvertebrados acuáticos están constituidos por los organismos de un tamaño relativamente grande (visibles al ojo humano), habitualmente mayores a 5 mm. y lo constituyen esencialmente artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) y los insectos son los organismos dominantes (en especial sus formas larvarias); asimismo también lo conforman los oligoquetos, hirudíneos y moluscos. Los macroinvertebrados son el grupo dominante en los ríos y también se encuentran en las orillas y fondos de lagos y humedales, cuyo estudio es importante para comprender la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos, es sin lugar a duda uno de los bioindicadores más usados en el mundo para determinación de los niveles de contaminación de los cuerpos de agua, puesto que este conjunto de organismos son muy vulnerables primordialmente a las actividades antrópicas (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

Las lagunas tienen un ciclo de producción donde la materia orgánica se deposita en el fondo y se descompone, durante el cual se liberan nutrientes y se devuelven

al cuerpo de agua para continuar el ciclo. En este proceso, los macroinvertebrados juegan un papel importante en la remoción de estos nutrientes. Los organismos bentónicos que habitan o se hunden en el fondo, como los oligoquetos, tubificidos, quironómidos y algunos efemerópteros, a medida que se desplazan en busca de alimento, oxígeno y protección, eliminan los sedimentos que ayudan a liberar los nutrientes atrapados allí (Roldan & Ramírez, 2008).

Este trabajo contribuye al conocimiento de la presencia de macroinvertebrados en esta laguna y sirve de antecedente para estudios posteriores de los cuerpos de agua en nuestra región, país, debido a que la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos se refleja en la composición de las comunidades de macroinvertebrados; por lo cual, las metodologías de evaluación basados en macroinvertebrados para el monitoreo integral de la calidad del agua se han usado ampliamente desde hace varias décadas. Los líderes de este proceso han sido los países de la Unión Europea y Norte América. El conocimiento del estado ecológico de los ríos y lagos han sido basados en esta metodología, de tal forma sirvió de base para conseguir recuperar estos ecosistemas en los últimos 20 años (Roldán, 2016).

Objetivo general

Evaluar las características de la comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral de la laguna somera Ccoriccocha ubicada en el distrito de Querobamba, provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.

Objetivos específicos

1. Determinar la composición identificando hasta familia y/o género de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.
2. Determinar la abundancia relativa de los componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.
3. Determinar la riqueza de familias y/o géneros de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.
4. Determinar la similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha mediante el índice Bray-Curtis durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.

5. Determinar las características fisicoquímicas del agua de la laguna (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, cloruros y alcalinidad total) desde octubre de 2021 a marzo de 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Quispe (2016) investigó la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral de la laguna Condorccochoa, distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo, región de Ayacucho. Reportó 14 géneros, pertenecientes a 12 familias, siete órdenes y cuatro clases (Insecta, Amphipoda, Bivalvia y Gastropoda); la clase con el mayor número de géneros, fue Insecta (diez géneros). Los géneros persistentes durante el período de muestreo de cinco meses fueron *Hyaella* (Amphipoda), *Limnaea* (Gastropoda), *Notonecta*, *Aeshna*, *Pseudochironomus*, *Erythemis* y *Telebasis* (Insecta); *Hyaella* tuvo el mayor valor de abundancia, representando el 41,6% del total, seguida de *Notonecta* y *Limnaea*. El índice de Shannon-Weaner, mostró valores promedios de 1,2 a 1,5 bits/individ, esto demuestra que la comunidad es poco diversa y hay mucha desigualdad, por lo que el valor medio del índice de Simpson está entre 0,6 y 0,7. En cuanto al índice de Jaccard, comparando las comunidades estudiadas en cinco meses y cuatrozonas, se encontró que los valores altos de similitud no bajaron del 60%.

Minaglia *et al.* (2018) estudiaron la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y se evaluó la calidad del agua en la laguna Parque Unzué, México durante los años 2016 y 2017, se tomaron muestras de 3 sitios, se midieron parámetros in situ y se recogieron muestras bentónicas. Se determinaron la diversidad, la diversidad máxima (Hmax) y los números de Hill. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los sitios de muestreo y los parámetros in situ; los puntos 1 y 3 mostraron más similitud que estos con el punto 2, posiblemente debido a las diferencias en el sustrato. Se colectaron mil setecientos veintiséis individuos divididos en 13 taxones: Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Amphipoda e Insecta. Todos estos se caracterizaron por la contaminación orgánica. La diversidad fue baja, coincidiendo con la máxima

diversidad en el 23% de los casos, y los taxones dominantes representan el 40% de la riqueza.

Alcocer *et al.* (2016) evaluaron la estructura y la variabilidad de la distribución espacial de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (IMC) del lago Alchichica en Puebla, México. El muestreo se realizó en 11 estaciones a lo largo de la orilla. En cada sitio se evaluaron variables ambientales y se tomaron muestras de macroinvertebrados bentónicos. Se identificaron 21 taxones de IMC, de los cuales el oligoqueto *Limnodrilus hoffmeisteri* y el anfípodo *Hyaella azteca* dominaron en densidad y frecuencia. La riqueza taxonómica, la diversidad, la diversidad máxima y la uniformidad, pero no la densidad, disminuyeron a medida que disminuyó la comunicación con la zona limnética. La textura del sedimento cambió de fondos arenosos en áreas conectadas a depósitos arcillosos en áreas aisladas, lo que a su vez favoreció un cambio en el taxón dominante de *Hyaella azteca* en los fondos arenosos a *L. hoffmeisteri* en los fondos arcillosos.

Sánchez *et al.* (2014) analizaron las variaciones espaciales y temporales en los ensamblajes de macroinvertebrados y su relación con las características del hábitat en el lago Tecocomulco, Hidalgo, México. Se monitoreó en cuatro campañas cubriendo las estaciones lluviosa y seca, en seis sitios de estudio. Se registraron un total de 26 taxones de macroinvertebrados acuáticos y la mayor riqueza se encontró en agosto. El índice de similitud de Jaccard encontró diferencias entre la zona litoral y la zona limnética, que difieren también en la composición de macrófitas. La zona litoral presentó la mayor riqueza taxonómica de macroinvertebrados y macrófitas, la menor diversidad se encontró en la zona costa afuera. Se relacionó las características fisicoquímicas del cuerpo de agua con los taxones de macroinvertebrados mostrando la influencia tanto de las características fisicoquímicas como de la composición de los macrófitas en los patrones espacio-temporales de los macroinvertebrados acuáticos en el lago. La dominancia de Corixidae destaca una fuerte actividad de pastoreo en el lago y a su vez sugiere una importante cantidad de alimento disponible para los niveles tróficos superiores. El estudio mostró que los macroinvertebrados del lago Tecocomulco tienen variaciones espaciales y estacionales que están relacionadas con factores ambientales y bióticos con grupos dominantes.

Cortés *et al.* (2019) hicieron un estudio en Chiapas, México sobre la diversidad taxonómica de las comunidades de macroinvertebrados de aguas profundas de 18 lagos del Área Natural Protegida "Lagunas de Montebello". Se realizaron cinco

campañas de muestreo entre 2013 y 2016. Se registraron cuarenta y nueve taxones (14 órdenes, 25 familias, 40 géneros identificados y 9 taxones indeterminados). La riqueza taxonómica varió entre 0 y 19 taxones con una media de 5 ± 6 taxones. La familia Chironomidae fue la familia mejor representada con 17 géneros. Los lagos poco profundos eutróficos tenían una riqueza más baja ($2,5 \pm 3,5$, 0-5) en comparación con los lagos poco profundos oligotróficos ($5,0 \pm 7,1$, 0-10), y los lagos profundos eutróficos tenían una riqueza más baja ($2,0 \pm 1,8$, 0-4) que los lagos profundos oligotróficos ($7,0 \pm 6,5$, 0-19), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los lagos profundos eutróficos tuvieron menor riqueza ($2,0 \pm 1,8$, 0-4) que los lagos profundos oligotróficos ($7,0 \pm 6,5$, 0-19), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

De Lima *Et Al.* (2013) caracterizaron los macroinvertebrados predominantes del sedimento del lago Figueira, Brasil. Se analizaron las relaciones con la materia orgánica y la profundidad, y se analizaron las diferencias estacionales en las comunidades para seleccionar bioindicadores del estado trófico. El muestreo se realizó de enero de 2008 a enero de 2009. La riqueza de taxones no estuvo significativamente correlacionada con la profundidad y el contenido de materia orgánica, pero estas variables estuvieron altamente correlacionadas ($r = 0,962$; $r^2 = 0,926$ y $p < 0,001$). Chironomidae fue el taxón más abundante y a partir de la frecuencia de ocurrencia, abundancia y análisis de agrupamiento fue posible seleccionar *Larsia sp.*, *Goeldichironomus maculatus*, *Xenochironomus sp.*, *Aedokritus sp.*, *Cladopelma forcipis*, *Cryptochironomus brasiliensis*, *Nilothauma sp.1* y *Caladomyia sp. C*, *Tanytarsus sp.*, *Tanytarsus rhabdomantis* y *Chironomus gr. salinarius* como indicadores potenciales relacionados con la distribución faunística espaciotemporal del lago.

Gómez (2016) realizó la evaluación de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y propiedades fisicoquímicas de aguas del bofedal ubicado en el centro poblado de Saraccocha, distrito de Quinua en la región Ayacucho, el período de muestreo fue de enero a mayo de 2015 y se registró un total de 28 familias de macroinvertebrados, 13 órdenes, 8 clases y 33 géneros. Los géneros abundantes en mayor medida, en los ambientes "lénticos" y "lóticos" del bofedal, así como en los meses muestreados fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*. En el caso de *Hyaella*, se encontraron diferencias significativas en los meses de abundancia (disminución en marzo). Según la prueba estadística de Kruskal-Wallis y Mann Whitney, los taxones de *Ectemnostega* mostraron solo diferencias significativas

en abundancia entre ambientes (más abundantes en ambientes "lénticos"), pero Chironomidae no mostró diferencias significativas entre meses y tipos ambientales. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del agua del bofedal, se observó un ligero cambio en los resultados del análisis de parámetros al pasar de la zona superior a la zona inferior, probablemente debido a las sales y minerales disueltos del medio acuático "lótico" en su trayecto.

Rodríguez *et al.* (2021) determinaron la calidad del agua en las lagunas altoandinas, El Toro y Los Ángeles del distrito de Quiruvilca, La Libertad, Perú, durante los años 2014 y 2017, usando de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y uso de índices biológicos BMWP e IBA. Las familias Corixidae y Districidae resultaron ser las más abundantes en ambas lagunas; De acuerdo con las estimaciones del índice BMWP e IBA, la calidad del agua de la laguna El Toro se halló entre moderada y altamente contaminada; contaminación. Según ECA-Agua, algunos parámetros fisicoquímicos importantes están fuera de cumplimiento: Laguna El Toro registró pH (6.4), nitrógeno total (1,26 mg/L) y plomo (0,0104 mg/L); Laguna Los Ángeles registró pH (4,9), nitrógeno total (1,26 mg/l) y plomo (0,00583 mg/l). Así, utilizando el bioíndice BMWP y el ABI, se concluyó que el agua de las lagunas El Toro y Los Ángeles tiene una calidad biológica similar; el agua de la laguna El toro está muy contaminada y de mala calidad (temporada seca), moderadamente contaminada (temporada húmeda), moderadamente contaminada (temporada seca) y poco contaminada (temporada húmeda)

Reyes, (2013) investigó la estructura comunitaria de macroinvertebrados acuáticos en ocho cuerpos lénticos (Yaxhá, Sacnab, Petenche, Quexil, Salpetén, Macanché, Sacpuy y Petén Itzá) ubicados en la región maya del norte de Guatemala. Se establecieron seis estaciones de muestreo por sitio de monitoreo. Se midieron las siguientes variables fisicoquímicas: oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad, conductividad, sólidos disueltos totales, nutrientes, sulfato y profundidad. Se registraron un total de 38 taxones, de los cuales Odonata, Coleoptera, Trichoptera y Ephemera son los más diversos. En áreas libres de la influencia humana, se observa alta diversidad de especies y tiende a disminuir con el inicio de algún nivel de perturbación humana. La distribución de los macroinvertebrados acuáticos se ve afectada por el tipo de sustrato y los cambios fisicoquímicos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Laguna

Una laguna es un cuerpo de agua caracterizado por ser poco profunda y permite que el sol penetre hasta su fondo, impidiendo la formación de distintos estratos térmicos. La mayoría de estos cuerpos de agua son agua dulce que tiene una buena definición de las zonas litorales y bentales profundas. Tienen su propio sedimento con especies características, distribución vertical, gradiente de luz, densidad y temperatura que afectarán los cambios estacionales lo cual influye en los procesos biológicos y la calidad del agua. (Roldan & Ramírez, 2008).

2.2.2. Litoral

Es la zona de un cuerpo de agua que recibe materiales y algunos organismos del ecosistema terrestre porque está en contacto y relación con éste. En esta zona crecen diferentes macrófitas debido a que la luz llega hasta el fondo por la poca profundidad. La zona litoral es muy diversa y altamente productiva puesto que crean variedad de hábitats ofreciendo refugio a diversos animales que disponen de abundante alimento (Arocena, 2016).

2.2.3. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados son invertebrados relativamente grandes (visibles al ojo humano) con una longitud corporal superior a 0,5 mm y se componen principalmente de artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos), pero también de oligoquetos, hirudíneos y moluscos (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

2.2.4. Composición de una comunidad

La composición de una comunidad es el conjunto de organismos de todas las especies que conviven en un determinado espacio denominado hábitat, que les proporciona las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia, el análisis se puede basar en categorías taxonómicas de mayor jerarquía (géneros, familias o inclusive ordenes (Jaksic & Marone, 2007).

2.2.5. Diversidad

La diversidad se refiere a la variedad y diferencia de organismos que ocurren en dimensiones espaciales y temporales específicas como resultado de interacciones entre especies y/o taxones integrados en los procesos de selección, adaptación mutua y evolución. (Ramírez, 2005).

2.2.6. Abundancia relativa

Es la proporción de una especie o taxón respecto a todas las especies o taxones contenidos en un espacio, determina cuan común o rara es una especie en

comparación con otras especies en una comunidad biológica o un espacio determinado (Rodríguez, 2013).

2.2.7. Calidad fisicoquímica del agua

Está determinada por los parámetros físicos (olor, sabor, color, temperatura, etc.) y químicos (alcalinidad, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, cloruros, alcalinidad, etc.) del agua (Sierra, 2011).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Ecosistema acuático lentic

Calderón (2004) sostiene que los hábitats lenticos denominados también ecosistemas de las aguas inmóviles, constituyen lagunas, pantanos y lagos de agua dulce, varios tipos de hábitats: áreas con aguas abiertas en la superficie que reciben suficiente luz para la fotosíntesis (zona limnética o pelágica), zona de aguas someras o una zona litoral dominada por vegetación sumergida, flotante y en crecimiento, con muchos biomas acuáticos como algas, protozoos, crustáceos, hidras, caracoles y áreas de aguas profundas donde la luz no puede llegar suficientemente para la realización de la fotosíntesis. En comparación con los lagos, las lagunas son generalmente de agua dulce y de menor dimensión, principalmente en profundidad.

Según Gómez (2012) refiere que en las lagunas se pueden encontrar diferentes zonas, entre las que tenemos: Zonas costeras, donde los diferentes grados de inundación y la profundidad del espejo de agua marcan la distribución de la vegetación, factor determinante en el establecimiento de muchas comunidades faunísticas, zona limnética que está formada de agua superficial dominada por fitoplancton y zooplancton, mientras que las capas más profundas contienen solo animales y no vegetales porque hay ausencia de rayos solares. En la zona costera, hay diferentes grados de inundación y profundidad del espejo de agua que marcan la distribución de la vegetación. Como tal, la presencia de vegetación costera y su estructura son factores determinantes en el establecimiento de muchas comunidades de fauna.

2.3.2. Macroinvertebrados acuáticos

La comunidad de los macroinvertebrados acuáticos están constituidos por los organismos de un tamaño relativamente grande (visibles al ojo humano), con una longitud corporal superior a 0,5 mm y se componen principalmente de artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos), pero también de oligoquetos, hirudíneos y moluscos. Los macroinvertebrados son los grupos dominantes en los ríos y

también se encuentran en las orillas y fondos de lagos y humedales (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

Los macroinvertebrados se alimentan esencialmente de la materia orgánica particulada que sedimenta. Estos organismos aprovechan parte importante de los residuos haciendo que éstos no se pierdan acumulados y enterrados en el fondo. Forman parte importante del alimento de peces y otros vertebrados, los macroinvertebrados reincorporan a la red trófica dicha materia orgánica. También facilitan la descomposición de la misma al fragmentarla durante su propia alimentación o al digerirla y liberarla en sus heces (Arocena, 2016).

2.3.2.1. Importancia ecológica de la comunidad macroinvertebrada acuática

Los macroinvertebrados constituyen el componente de organismos más importante en los cuerpos de agua, son consumidores y descomponedores lo cual tienen mucha importancia en los ecosistemas acuáticos porque juega un papel esencial en la transferencia de energía desde los recursos básicos hasta los consumidores superiores en la red trófica. Los macroinvertebrados acuáticos a nivel de grupo consumen materia orgánica producida por organismos fotosintéticos, como algas o musgos en los ríos, y materia orgánica en los ecosistemas terrestres y pasan esos ecosistemas a los vertebrados como fuente principal de alimento. Por lo tanto, los cambios en las comunidades de macroinvertebrados en los ríos afectarán directamente a los animales como peces, aves acuáticas o mamíferos semiacuáticos (Ladrera, 2012).

Los macroinvertebrados de agua dulce juegan un papel importante en todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. En términos de energía, las cadenas alimentarias acuáticas se basan en materiales autóctonos producidos por algas o en materiales alóctonos introducidos en el sistema de agua desde el exterior. Los macroinvertebrados son un eslabón importante en la capacidad de transferir esta energía a los diferentes niveles tróficos de la cadena alimentaria acuática. (Hanson *et al.*, 2010).

El uso de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua se basa en que estos organismos viven en hábitats adaptados a sus requerimientos ambientales. Por lo tanto, cualquier cambio en las condiciones ambientales se refleja en la estructura de las comunidades que viven allí (Roldan & Ramírez, 2008).

El estado de calidad del agua de los ecosistemas acuáticos se refleja en la composición de las comunidades de macroinvertebrados; por lo cual, las

metodologías de evaluación basados en macroinvertebrados para el monitoreo integral de la calidad del agua se han usado ampliamente desde hace varias décadas. Los líderes de este proceso han sido los países de la Unión Europea y Norte América. El conocimiento del estado ecológico de los ríos y los lagos siempre se basaron en este método, por lo que la restauración de estos ecosistemas se realizaron en los últimos 20 años (Roldán, 2016).

2.3.2.2. Grupos más representativos de la comunidad macroinvertebrada de ambientes lénticos andinos

La comunidad macroinvertebrada tiene los siguientes órdenes más representativos:

- **Diptera**

Este orden contiene las especies de holometábolos más numerosas y diversas, así como las más complejas y evolucionadas. Este orden forma muchos ecosistemas que típicamente habitan áreas con flujo de agua continuo y rápido, cerca de la superficie, donde las concentraciones de oxígeno disuelto son altas. Sin embargo, también hay algunas especies que viven en aguas tranquilas. (Pérez *et al.*, 2016).

- **Odonata**

Este orden de insectos es uno de los más antiguos del mundo. Su vida larvaria transcurre en el agua, mientras que los adultos vuelan. Los adultos se denominan por lo común como libélulas. Los tamaños varían de mediano a grande. Dependiendo de la especie, las larvas pueden ser robustas o delgadas. Algunas especies pueden tener tubérculos en el abdomen. Una de sus principales características es la forma desplegable del labio inferior, que se extiende hasta la cuarta parte del tamaño del cuerpo. Generalmente están sumergidos entre las plantas acuáticas en ríos, lagunas y arroyos. Son menos comunes en ambientes contaminados. Son depredadores y usan su labio inferior para cazar otras especies acuáticas. Los adultos viven cerca de fuentes de agua. Las hembras ponen huevos en los cuerpos de agua entre las plantas acuáticas (Encalada *et al.*, 2011).

- **Hemiptera (Heteroptera)**

Comúnmente conocidas como chinches de agua. Los hay de dos tipos: semiacuáticos (Gerromorpha), que viven en la superficie del agua; los verdaderos heterópteros acuáticos (Nepomorpha), que viven debajo de la superficie del agua; y escasos Gerromorpha y Nepomorpha que viven fuera del agua. Se encuentran

generalmente en cuerpos de agua en todo el mundo excepto en la Antártida. Están ampliamente distribuidos en una variedad de ambientes acuáticos, costeros y marinos naturales, estacionarios y que cambian rápidamente en los trópicos. Son depredadores y carroñeros que se alimentan de presas que pueden controlar, desde crustáceos e insectos hasta pequeños peces y renacuajos. Los coríxidos también se alimentan de detritos y algas (Domínguez & Fernández, 2015).

- **Coleoptera**

El orden Coleoptera constituye en su gran mayoría a organismos adaptados a ambientes terrestres y son uno de los más diversos en el planeta. No obstante, estos organismos han abarcado diversos hábitats y diversas especies se han adaptado a la vida acuática. Los coleópteros acuáticos se encuentran en lagos, ríos, estanques, humedales y casi cualquier cuerpo de agua, pero su mayor diversidad se encuentra en aguas lenticas. Algunos organismos en este orden tienen larvas y adultos acuáticos, mientras que otros tienen larvas acuáticas y adultos terrestres. (Palma, 2013).

- **Amphipoda**

Son un grupo de crustáceos que en el mundo existen alrededor de 800 especies que viven en aguas dulces. Se los conoce comúnmente como camarones de agua dulce. Su tamaño depende de la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua, cuanto menos oxígeno, más pequeña es la especie. Por lo general, se encuentran en los bordes bentónicos de los cuerpos de agua en una variedad de hábitats, como lagos, estanques, arroyos y ríos. Estos organismos no son tolerantes a la contaminación. La mayoría de especies son detritívoras (Encalada *et al.*, 2011).

- **Basommatophora**

Son moluscos que poseen dos tentáculos en cuya base se sitúan los ojos. En su mayoría son de agua dulce, pero hay algunos terrestres y otros marinos, los que habitan en agua dulce se encuentran en lagos, lagunas, pozas, charcos pequeños. La concha es cónica, discoidal. Son hermafroditas, por lo que tienen ambos sexos en el mismo cuerpo, pero casi nunca se fecundan, por lo que la fecundación se produce con la participación de ambos individuos. Los huevos se depositan en una especie de caparazón gelatinoso. Algunas especies no cumplen este patrón, pero son la minoría. (Monge, 1997).

- **Lumbriculida**

Es un grupo de clitelados oligoquetos de unas 200 especies que viven en ambientes de agua dulce como pantanos, arroyos, lagos, pozos y aguas

subterráneas. A igual que otros grupos de clitelados, los lumbriculidos son animales hermafroditas, es decir presentan los dos sexos en un mismo cuerpo (Jamieson, 1988).

2.3.3. Atributos de una comunidad

2.3.3.1. Composición

Una de las características de la estructura de la comunidad es la composición de especies, que en principio dependerá de las peculiaridades del lugar de su desarrollo: Las condiciones y los requisitos de recursos se cumplen para algunas especies. Pero a su vez, las especies interactúan, y esta interacción puede impedir la coexistencia de algunas especies muy similares (principio de exclusión competitiva). El medio ambiente determina qué especies son probables que existan en un sitio, y las interacciones (junto con los factores históricos y topográficos que influyen en la probabilidad de colonización) determinarán qué especies colonizarán ese conjunto. La composición de las especies en una determinada comunidad tiene una influencia decisiva en el funcionamiento de todo el sistema (Rodríguez, 2013).

2.3.3.2. Abundancia relativa

La abundancia relativa es la relación entre los individuos de una especie dada y el número total de individuos en la comunidad. Los patrones de abundancia relativa de la comunidad se muestran gráficamente, clasificando las especies por número de individuos de mayor a menor. El rango de una especie corresponde a la posición que ocupa en el ordenamiento desde la especie más abundante (especie de 1er rango) hasta la menos abundante (Jaksic & Marone, 2007).

2.3.3.3. Diversidad

Los ecosistemas pueden tener mayor o menor número de especies (riqueza), y cada especie puede estar representada por un número más o menos constante de individuos, que puede ser alto en algunos y bajo en muchos. Si podemos cuantificar este aspecto, conocemos la diversidad. Expresa la riqueza de especies (el número de especies presentes) y su abundancia relativa. Cuanto más homogénea es la abundancia relativa, más diverso es el sistema. La diversidad máxima teórica es cuando cada individuo pertenece a una especie diferente. Por el contrario, será pequeño si todos los individuos son de la misma especie (Malacalza *et al.*, 2002).

2.3.4. Índices de diversidad

Un índice de diversidad es una expresión matemática que describe la respuesta de una comunidad a la calidad de su entorno utilizando tres componentes de la

estructura de la comunidad: riqueza, uniformidad y abundancia. Éstos índices se usan para el diagnóstico de ecosistemas puesto que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta diversidad o riqueza, una distribución uniforme de individuos por especie y un número moderado a alto de individuos. En ambientes alterados por la contaminación y otros factores, las comunidades a menudo experimentan una disminución de la diversidad debido a la pérdida de organismos sensibles y al aumento masivo de organismos tolerantes, proporcionándoles una abundante fuente de alimento, por supuesto, de la equitatividad (Margalef, 1983).

2.3.4.1. Índice de riqueza (S)

La riqueza específica (S) mide la biodiversidad porque se basa únicamente en el número de especies presentes, independientemente del valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza de especies es crear un inventario completo, que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenidas del inventario de la comunidad. Esto es posible solo para ciertos taxones bien conocidos y de manera puntual en el tiempo y el espacio (Moreno, 2001b).

2.3.4.2. Índice de similitud: Coeficiente de Bray – Curtis

Esta medida es de uso común como un coeficiente de similitud:

$$BC = \frac{\sum_1^n |y_{i1} - y_{i2}|}{\sum_1^n (y_{i1} + y_{i2})}$$

Donde:

n= número de atributos

y_{i1} y_{i2} = valores del i-ésimo atributo para cualquier par de muestras

En esta fórmula |y_{i1}-y_{i2}| indica que el valor de la diferencia es siempre positivo. Hay que hacer notar que con este coeficiente el denominador es una suma que implica a todos los individuos de todas las especies y/o taxones de las dos muestras; por lo que tiende a estar fuertemente influido por valores sobresalientes ocasionales (Rodríguez *et al.*, 2001).

2.3.5. Características fisicoquímicas del agua

2.3.5.1. Parámetros físicos

Las sustancias que tienen un impacto directo en el estado estético del agua se clasifican como parámetros físicos.

- **Sólidos disueltos totales.** Una sustancia disuelta es aquella que se encuentra dispersa homogéneamente en el líquido. Pueden ser átomos simples o compuestos moleculares complejos con dimensiones superiores a 1 µm. Los

disueltos existen como una sola fase en un líquido, por lo tanto no se pueden separar del líquido sin un cambio de fase, como destilación, precipitación, absorción o extracción (Torres, 2009).

- **Temperatura.** Es una medida de calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. No depende del número de partículas en el objeto y por lo tanto no depende del tamaño del objeto. Los organismos demandan determinadas condiciones para sobrevivir es por ello que la temperatura del agua juega un papel importante para el desarrollo vital de estos. La temperatura afecta el comportamiento de otros indicadores de la calidad del agua como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad y otras variables fisicoquímicas. Un aumento de la temperatura disminuye la solubilidad de los gases (oxígeno) pero generalmente aumenta la solubilidad de las sales. Además, aumenta la tasa de reacciones metabólicas, acelerando así la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 15°C (Torres, 2009).
- **Turbidez.** La turbidez o turbiedad se refiere a una propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de la luz cuando pasa a través de una muestra de agua; en otras palabras, las propiedades ópticas de la suspensión hacen que la luz se vuelva a emitir en lugar de transmitirse a través de la suspensión. La turbidez en el agua puede ser causada por una variedad de materia suspendida que va desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas que incluyen arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y microorganismos (Romero, 2009).

2.3.5.2. Parámetros químicos

- **Oxígeno disuelto (OD).** Es la cantidad de oxígeno en el agua que es esencial para un ecosistema saludable. Los niveles de oxígeno disuelto pueden indicar contaminación del agua siendo éste fuente imprescindible para contener vida de plantas y animales. Generalmente, los niveles más altos de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua. Los bajos niveles de oxígeno disuelto hacen que la vida sea imposible para algunos peces y otros organismos. Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno del aire y de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, así como de la turbulencia del flujo de agua cuando el oxígeno del aire queda atrapado debajo del agua que fluye. La temperatura es un factor que afecta la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, el agua caliente contiene menos oxígeno que el agua fría. Oxígeno suficiente o excesivo disuelto en agua puede hacer que las condiciones adversas de agua sean el

índice contaminado, pero eso no significa que el oxígeno disuelto sea un contaminante. La falta de oxígeno disuelto en el agua aumenta el olor y el sabor debido a la descomposición anaeróbica. (Torres, 2009).

- **pH.** El pH es el término usado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. El pH mide la intensidad de la acidez o basicidad del agua. Cabe mencionar que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad, pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad. El pH influencia de manera significativa la presencia de las comunidades de flora y fauna en los cuerpos de agua. El pH ejerce influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, etc. (Sierra, 2011).
- **Nitratos.** Los nitratos se producen en el ciclo del nitrógeno por oxidación bacteriana de nitritos. Los nitratos producidos o agregados en exceso para satisfacer las necesidades de la vida vegetal son transportados por el agua que se filtra en el suelo, lo que resulta en concentraciones relativamente altas en aguas profundas que causan la eutrofización de los cuerpos de agua (Espinosa *et al.*, 2006).
Los nitratos pueden originarse a partir de rocas que contienen nitrato o de la oxidación bacteriana de materia orgánica, principalmente de materia orgánica excretada por animales. El uso de fertilizantes y el vertimiento de aguas residuales domésticas aumenta la concentración de nitratos en las aguas superficiales (Orozco *et al.*, 2005).
- **Cloruros.** Por lo general, se expresan en términos de cloruro de sodio e indican principalmente la salinidad, por lo que ocupan el tercer lugar en porcentaje de aniones en el agua. En los ecosistemas es variado la abundancia de estos aniones. La concentración de cloruros es probablemente el parámetro que más influye en la distribución de los organismos acuáticos debido a la presión osmótica que deben vencer. (Roldan & Ramírez, 2008).
- **Dureza total.** Desde la perspectiva de la limnología, la cantidad de iones calcio y magnesio presentes en el agua definen la dureza total. Los principales cationes determinantes de dureza son: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} y Mn^{+2} . En los cuerpos de agua la dureza varía en cada uno de ellos, por lo general en las aguas superficiales es menor en comparación con las aguas subterráneas. La dureza del agua refleja la naturaleza de las formas geológicas con las cuales

el agua ha estado en contacto y se deriva de la naturaleza del suelo y las formaciones rocosas (Roldan & Ramírez, 2008).

- **Alcalinidad.** Se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos, reaccionar con iones de hidrógeno y aceptar protones o su contenido alcalino total (OH^-). La determinación de la alcalinidad total y las diferentes formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de la corrosión y amortiguación del agua. En las aguas naturales, la alcalinidad generalmente es causada por la presencia de tres clases de compuestos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. (Romero, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

El lugar de colecta de macroinvertebrados se realizó en la laguna de Ccoriccocha que está ubicado políticamente como se detalla a continuación:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Sucre

Distrito : Querobamba

Lugar : Ccoriccocha

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente la ubicación del lugar donde se desarrolló la colecta de macroinvertebrados fue la siguiente:

Coordenadas geográficas

Latitud sur : 14° 0'40"

Longitud oeste : 73°50'19"

Coordenadas proyectadas (UTM)

Este : 625403

Norte : 8450716

Altitud : 3501

3.1.3. Descripción de la laguna

La laguna se halla ubicada a una altitud de 3501 msnm, y mediante cálculos realizadas en imágenes satelitales del Google Earth Pro, esta laguna presenta un espejo de agua de aproximadamente de 4,51 ha y un perímetro de 1 km. De acuerdo a las observaciones directas en el proceso de muestreo, se caracteriza por ser una zona conocida por su abundancia de aves acuáticas *Chloephaga melanoptera* "Huashua", *Anas cyanoptera* "pato colorado", *Anas flavirostris* "pato barcino", *Plegadis ridgwayi* "yanavico". Además, las zonas costeras cuentan con

una gran cantidad de vegetación, que consiste principalmente en *Potamogeton sp.*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Scirpus sp.* En los alrededores de la laguna se halla *Stipa ichu* que es componente principal de la vegetación terrestre. La presencia de agua en la laguna es permanente a lo largo del año, disminuyendo la superficie en la época de estiaje que corresponde los meses de junio a agosto, incrementando en los meses de enero a marzo (época de lluvia).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Comunidad macroinvertebrada acuática y agua de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha.

3.2.2. Muestra

24 muestras cuantitativas de la comunidad macroinvertebrada acuática de la laguna Ccoriccocha, las que se obtuvieron de cuatro zonas de muestreo colectadas mensualmente de octubre a diciembre de 2021 y de enero a marzo de 2022.

3.2.3. Sistema de muestreo

Se ubicó de manera determinística 4 zonas de muestreo asociada a la orilla de la laguna (tabla 1), los cuales fueron aproximadamente equidistantes (similar distancia entre la zona II y III; I y IV). La colección de muestras se hizo de acuerdo a lo establecido por Ramírez, (2005) quien refiere que en una primera etapa se ubica las zonas de muestreo según los objetivos de la investigación, para posteriormente realizar el muestreo sistemático aleatorio.

3.2.4. Unidad de observación

Muestras de macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, compuesto por seis colectas.

3.3. Metodología y recolección de datos

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo

Las zonas de muestreo fueron ubicadas de manera determinística en función de la accesibilidad de los lugares de muestreo y procurando la equidistancia de ellas. Para posteriormente realizar la toma de muestra considerando las recomendaciones de un muestreo sistemático aleatorio (Ramírez, 2005).

Los lugares de muestreo geográficamente se ubicaron de la siguiente manera:

Tabla 1. Ubicación geográfica (UTM) de las zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito de Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021-2022.

Zonas de muestreo	Ubicación geográfica (UTM)	
	x	Y
I	624846	8450833
II	624961	8450671
III	624875	8450560
IV	624927	8450552

Gráficamente la ubicación de las zonas de muestreo se muestra en la Figura 1 (mapa).

3.3.2. Obtención de muestras de macroinvertebrados

Para la recolección de muestras de macroinvertebrados acuáticos se siguió el procedimiento mencionado por Reyes & Springer (2014), para lo cual se utilizó una red tipo D-net modificada que dispone de un mango de 1,5 m con una boca dispuesta perpendicularmente, con una longitud de boca de 30 cm y con una luz de malla de 0,5mm, adaptación de la forma de colección de macroinvertebrados que permite ampliar el área de toma de muestra dentro de cada zona de la laguna. La toma de una muestra se procedió de la siguiente manera: la red se extendió desde la orilla hacia el interior de la laguna de manera perpendicular, para posteriormente ser arrastrada a la orilla, este procedimiento fue realizado por cinco veces en zonas aledañas, para posteriormente depositar la colecta en un recipiente plástico (balde). Los cinco arrastres fueron realizados de manera equidistante entre sí, separadas por aproximadamente un metro. Ese procedimiento se hizo para incrementar la probabilidad de coleccionar una mayor diversidad de muestras en cada zona de la laguna.

La muestra colectada depositada en un recipiente de plástico (balde), fue con la finalidad de extraer material grueso, como piedra, restos vegetales, residuos de origen antrópico. Posteriormente se extrajo el agua con una red y después se dispuso la muestra en una bolsa plástica al que se agregó alcohol al 96%. Bajo dichas características las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

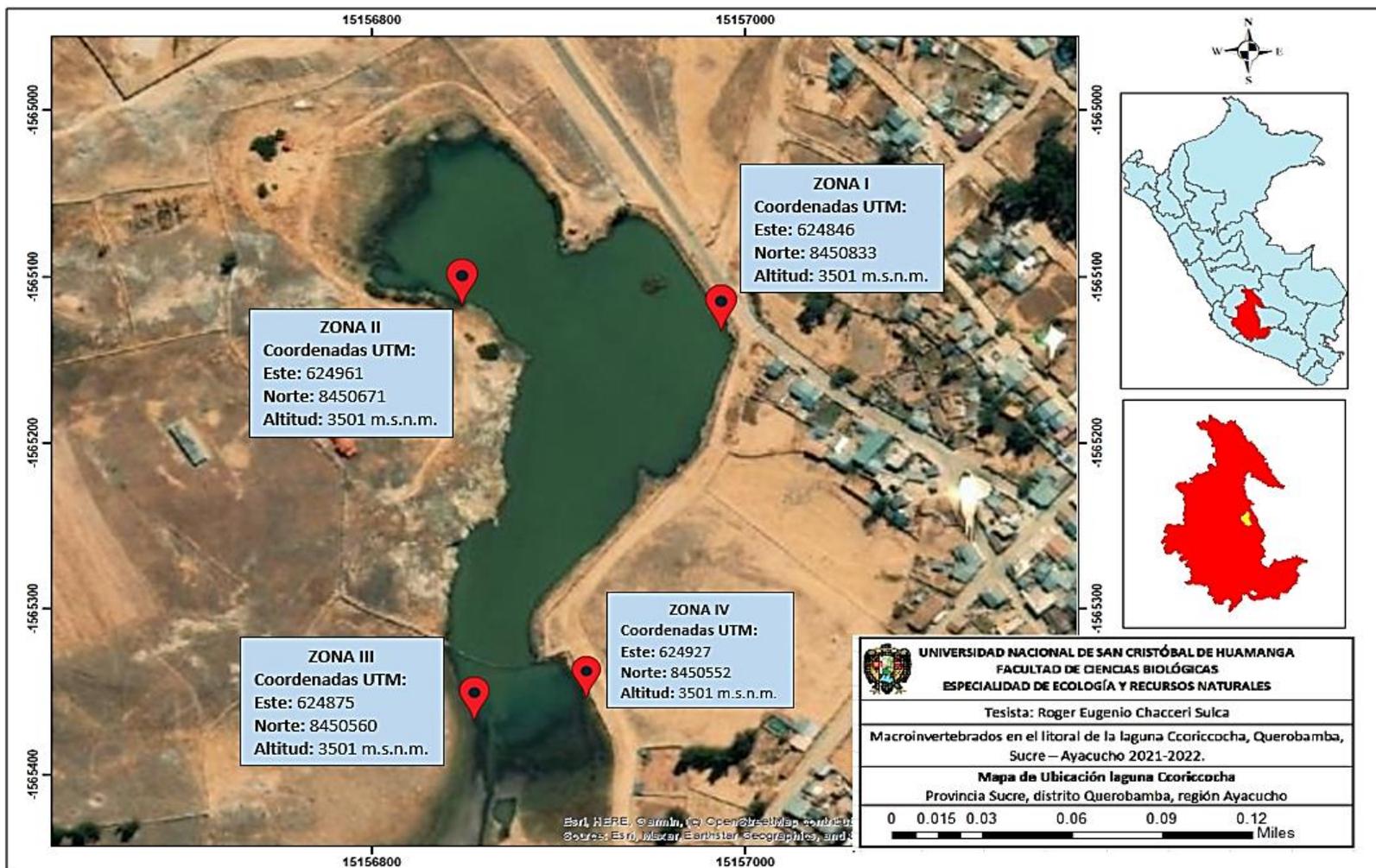


Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito de Querobamba, Sucre, Ayacucho.

3.3.2.1. Selección de las muestras

En el laboratorio, se eliminaron residuos vegetales y otros materiales inservibles, aquellos que quedaron en las muestras después de la limpieza *in situ*. Los macroinvertebrados acuáticos de las muestras fueron aislados con una pinza entomológica y depositada en un recipiente plástico de boca ancha y tapa hermética. Cada recipiente estuvo destinado a contener organismos semejantes morfológicamente (morfortipo), para posteriormente ser identificados y contabilizados.

3.3.2.2. Preservación de muestras

Una vez identificados y contabilizados los organismos por semejanza taxonómica, fueron depositados en tubos de prueba al que se agregó en alcohol etílico al 70% y una gota de glicerina, para que las estructuras biológicas permanezcan suaves y flexibles.

3.3.2.3. Determinación de la composición

Para visualizar las características morfológicas que permitieron identificar las muestras, se hizo uso de un estereoscopio. La identificación taxonómica fue realizada mediante el uso de las claves propuestas por Roldan (1988) y Fernández y Domínguez (2009).

3.3.2.4. Determinación de la abundancia relativa

Para este aspecto se procedió al conteo de los organismos por categoría taxonómica (familia/género). La abundancia fue expresada en términos absolutos (nº de organismos por colecta) y en abundancia relativa (%), para este último el cálculo fue realizado contabilizando los organismos por categoría taxonómica en relación con el número total de organismos colectados, resultado que fue multiplicado por 100.

3.3.2.5. Estimación de la riqueza

Para la riqueza se contabilizó el número de familias y/o géneros hallados en la comunidad macroinvertebrada acuática según los meses de muestreo complementado por las estaciones de muestreo, se siguieron los métodos estipulados por Moreno (2001).

3.3.2.6. Estimación de la similitud

La similitud fue estimada empleando las características de los macroinvertebrados mediante el índice de Bray-Curtis que tiene el siguiente algoritmo matemático:

Índice de similitud de Bray – Curtis

$$BC = \frac{\sum_1^n |y_{i1} - y_{i2}|}{\sum_1^n (y_{i1} + y_{i2})}$$

Donde:

n= número de atributos (especies y/o taxones)

y_{i1} y_{i2} = valores del i-ésimo atributo para cualquier par de muestras

3.3.3. Obtención de las muestras de agua

Se obtuvieron 24 muestras de agua las cuales se colectaron mes a mes: octubre, noviembre y diciembre del 2021 y enero, febrero y marzo del 2022, siendo un total de 6 meses en las cuatro zonas de muestreo en las orillas de la laguna Ccoriccocha.

Las muestras de agua fueron recolectadas en las orillas de las 4 zonas de la laguna, a una longitud de 30 cm de distancia entre el suelo emergente y el interior de la laguna y a una profundidad de 30 cm a 20 cm, para ello se utilizó un balde, el cual se enjuagó dos veces con el agua de la laguna, se procedió a medir los parámetros físicos del agua: Conductividad eléctrica , sólidos disueltos totales y el pH con el equipo de multiparámetro (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

Para la obtención de muestras de agua para la medición de parámetros químicos, se utilizó una botella de plástico transparente debidamente lavada con agua limpia de una capacidad de 625 ml, el cual se enjuagó dos veces con el agua de la laguna y se procedió a la toma de muestra de agua a una longitud de 30 cm de distancia entre el suelo emergente y el interior de la laguna y a una profundidad de 30cm a 20 cm, la muestra fue llenada en el frasco hasta el ras, luego se rotuló con los datos necesarios como lugar de origen, zona, fecha y hora de muestreo, para luego ser transportado al laboratorio (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

3.3.3.1. Preservación y transporte de las muestras

Las muestras recolectadas fueron colocadas en un contenedor, luego fueron llevados al Laboratorio de Biodiversidad y Sistemas de Información Geográfica (BioSIG) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para determinar los parámetros químicos: alcalinidad total, cloruro, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica.

3.3.3.2. Procedimiento para la determinación de parámetros

Se desarrollaron de acuerdo a los Métodos estándares de análisis de agua de la Asociación Americana de Salud Pública (American Public Health Association - APHA); en el caso del equipo electrónico multiparámetro fue calibrado antes de la salida a campo para la obtención de resultados confiables (APHA et al., 2012).

3.3.3.3. Procedimiento para la determinación del pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos

Se situó el sensor de equipo electrónico multiparámetro en el recipiente que contenía la muestra de agua colectada en un recipiente de vidrio de 550 ml, luego se operó manualmente para la obtención de datos del parámetro deseado, enseguida se visibilizó el valor del parámetro en la pantalla del equipo de medición portátil y se esperó hasta que el dato observado se estabilice, una vez ocurrido eso, el dato fue registrado como valor de acuerdo a cada parámetro.

3.3.3.4. Procedimiento para la determinación de alcalinidad total

Citando a APHA et al., (2012) se utilizó el método del anaranjado de metilo y se siguió con el siguiente procedimiento:

En primer lugar, se halló la alcalinidad fenolftaleínica, para lo cual se vertió 50 ml de muestra de agua en un matraz de 250 ml, se agregó 2 gotas de solución indicadora de fenolftaleína, se observó que la muestra cambió a un color rosado. Se tituló la muestra con ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,02 N (20 ml de solución de H_2SO_4 enrazado en 1 litro de agua destilada), hasta que la muestra se tornó incolora y se anotó el volumen de ácido gastado.

En segundo lugar, para hallar la alcalinidad total, teniendo la muestra resultante en el procedimiento anterior, se añadió 4 gotas de anaranjado de metilo, se obtuvo un color amarillo brillante, se tituló con ácido sulfúrico hasta obtener un color anaranjado y se anotó los resultados.

Se tituló la muestra con ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,02 N, hasta que la muestra se tornó a un color anaranjado y se anotó el volumen de ácido gastado.

El cálculo de la alcalinidad total se hizo con la siguiente fórmula:

$$AT = \frac{A \times N \times 50000}{ml \text{ muestra}}$$

Dónde:

AT: Alcalinidad Total

A: Gasto total de H_2SO_4 en ml (en la alcalinidad fenolftaleínica más el gasto de la alcalinidad total)

N: Normalidad del ácido

(como el volumen de la muestra es 50 ml, se multiplica el gasto del ácido por 20 para la obtención del resultado de la alcalinidad total)

3.3.3.5. Procedimiento para la determinación de cloruros

De acuerdo a APHA et al., (2012) se utilizó el método de Mohr o argentométrico para lo cual se vertió 50 ml de muestra de agua en un recipiente de vidrio de 250 ml y se hizo el siguiente procedimiento:

Se añadió 1 ml de solución indicadora de cromato de potasio (K_2CrO_4) (25 g K_2CrO_4 enraizado en 250 ml de agua destilada), la muestra se tornó de un color amarillo brillante.

Se tituló la muestra con solución de nitrato de plata ($AgNO_3$) 0,0141 N (0,599 g de $AgNO_3$ enraizado en 250 ml de agua destilada, hubo presencia de un color rojo ladrillo, se anotó el volumen gastado de nitrato de plata.

El cálculo de cloruros se hizo con la siguiente formula:

$$CL = \frac{A \times N \times 35450}{ml \text{ muestra}}$$

Dónde:

CL: mg Cl/L

A: Gasto total de $AgNO_3$ en ml

N: Normalidad de solución de $AgNO_3$

(como el volumen de la muestra es 50 ml, se multiplica el gasto del $AgNO_3$ por 5 para la obtención del resultado de cloruros

3.3.3.6. Procedimiento para la determinación de dureza total

Según refiere APHA et al., (2012) se utilizó el método del uso del reactivo la sal disódica del ácido etilendiamin teracético (EDTA) y se hizo el siguiente procedimiento:

Se preparó la solución amortiguadora que consta de la disolución de dos compuestos: (a) 1,179 g de sal EDTA y 0,1780 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, se disolvió ambos en 50 ml de agua destilada, (b) 16,9 g de NH_4Cl y disolver en 143 ml de NH_3 concentrado; disolver (a) en (b) y enraizar con 250 ml de agua destilada.

Se preparó el indicador sólido de negro de eriocromo T mezclando: 0,5 g de negro de eriocromo T y 100 g de Na Cl en cristales, se trituro con un mortero y se mezcló hasta obtener un color completamente uniforme.

Se preparó la solución tituladora de EDTA 0,01 M: 3,723 g de Na_2EDTA (sal disódica de EDTA) enraizado a 1 L con agua destilada.

Para determinar la dureza total se vertió 50 ml de muestra de agua en un matraz de 250 ml y se añadió 2 ml de solución amortiguadora a la muestra, se fijó un tiempo límite de 5 minutos de duración para la titulación a fin de reducir al mínimo la tendencia a la precipitación de $CaCO_3$ luego se añadió 0,25 g del indicador solido de negro de eriocromo T al matraz y se agitó hasta disolver, se observó un color violeta, se tituló la muestra con Na_2EDTA (0,01 M) hasta que el color violeta inicial se torne a un color azul, se anotó el volumen gastado de EDTA.

El cálculo de dureza total se hizo con la siguiente formula:

$$DT = \frac{A \times 1000}{ml \text{ muestra}}$$

Dónde:

DT: Dureza Total

A: Gasto total de solución de EDTA en ml

(como el volumen de la muestra es 50 ml, se multiplica el gasto del Na₂EDTA por 20 para la obtención del resultado de dureza total

3.3.3.7. Procedimiento para la determinación de dureza cálcica

Como plantea APHA et al., (2012) se utilizó el método del uso del reactivo la sal disódica del ácido etilendiamin teracético (EDTA) y se siguió el siguiente procedimiento:

Se preparó una solución tituladora de EDTA 0,01 M: 3,723 g de Na₂EDTA (sal disódica de EDTA) enrazado a 1 L con agua destilada.

Se preparó el indicador murexida (purpurato de amonio) que consta de 200 mg de murexida con 100 g de NaCl sólido y se trituró con un mortero cambiando de un color rosa a púrpura en el punto final.

Se preparó hidróxido de sodio 1 N que resultó de la disolución de 40 gr de NaOH enrazado a 1 L con agua destilada.

Para determinar la dureza cálcica se vertió 50 ml de muestra de agua en un matraz de 250 ml, luego se añadió 2 ml de solución de NaOH 1 N a la muestra, luego se agitó, se añadió 0,2 g de indicador de murexida al matraz, se agitó hasta disolver, se observó un color rosado en la muestra, se tituló la muestra con solución de EDTA 0,01 M hasta que el color viró a púrpura, se anotó el volumen gastado de EDTA.

El cálculo de dureza total se hizo con la siguiente formula:

$$DC = \frac{A \times 1000}{ml \text{ muestra}}$$

Dónde:

DT: Dureza Cálcica

A: Gasto total de solución de EDTA en ml

(como el volumen de la muestra es 50 ml, se multiplica el gasto del EDTA por 20 para la obtención del resultado de dureza cálcica

3.3.3.8. Procedimiento para la determinación de dureza magnésica

Como afirma APHA et al., (2012) se calculó por diferencia de la dureza total y la dureza cálcica; de la siguiente manera:

$$\text{Dureza Magnésica} = \text{Dureza Total} - \text{Dureza Cálcica}$$

3.4. Análisis estadístico

Los resultados se presentaron en figuras y tablas en la que se mostró estadística de tendencia central y de dispersión de las características de la comunidad de macroinvertebrados y de las características fisicoquímicas del agua+. Así mismo con la finalidad de comparar la composición y abundancias de la comunidad entre las zonas y meses muestreados, se aplicaron técnicas de estadística, la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis puesto que las muestras no tienen distribución normal, se trabajó con una confianza del 95% ($\alpha=0,05$). Se estimaron los valores de los índices de diversidad beta (similitud) entre las zonas y meses de muestreo. Los análisis estadísticos fueron realizados con los softwares estadísticos IBM SPSS 25, InfoStat y PAST versión 2.17.

IV. RESULTADOS

Tabla 2. Composición por zonas y meses de muestreo de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Clase	Orden	Familia	Taxones	Zona de muestreo				Mes de muestreo					
				I	II	III	IV	Oct 2021	Nov 2021	Dic 2021	Ene 2022	Feb 2022	Mar 2022
Insecta	Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshnidae</i>	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+
Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Ectemnostega</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Insecta	Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Rheotanytarsus</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Lancetes</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculidae</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physidae</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
Total				9	9	9	8	6	5	9	6	7	8

Tabla 3. Abundancia total por zonas y meses de muestreo de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Taxones	Zona de muestreo				Mes de muestreo						Total
	I	II	III	IV	Oct 2021	Nov 2021	Dic 2021	Ene 2022	Feb 2022	Mar 2022	
<i>Aeshnidae</i>	5	2	0	1	2	3	1	0	0	2	8
<i>Ectemnostega</i>	207	218	67	114	156	124	118	69	51	88	606
<i>Notonecta</i>	21	21	17	8	10	17	15	3	12	10	67
<i>Dicrotendipes</i>	5	5	1	0	0	0	0	0	6	5	11
<i>Rheotanytarsus</i>	3	8	6	1	0	0	7	1	5	5	18
<i>Lancetes</i>	2	2	10	5	0	0	12	0	3	4	19
<i>Tropisternus</i>	12	21	29	30	3	2	25	5	38	19	92
<i>Hyalella</i>	23	10	11	8	17	4	13	1	0	17	52
<i>Lumbriculidae</i>	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4
<i>Physidae</i>	4	2	1	1	1	0	5	1	1	0	8

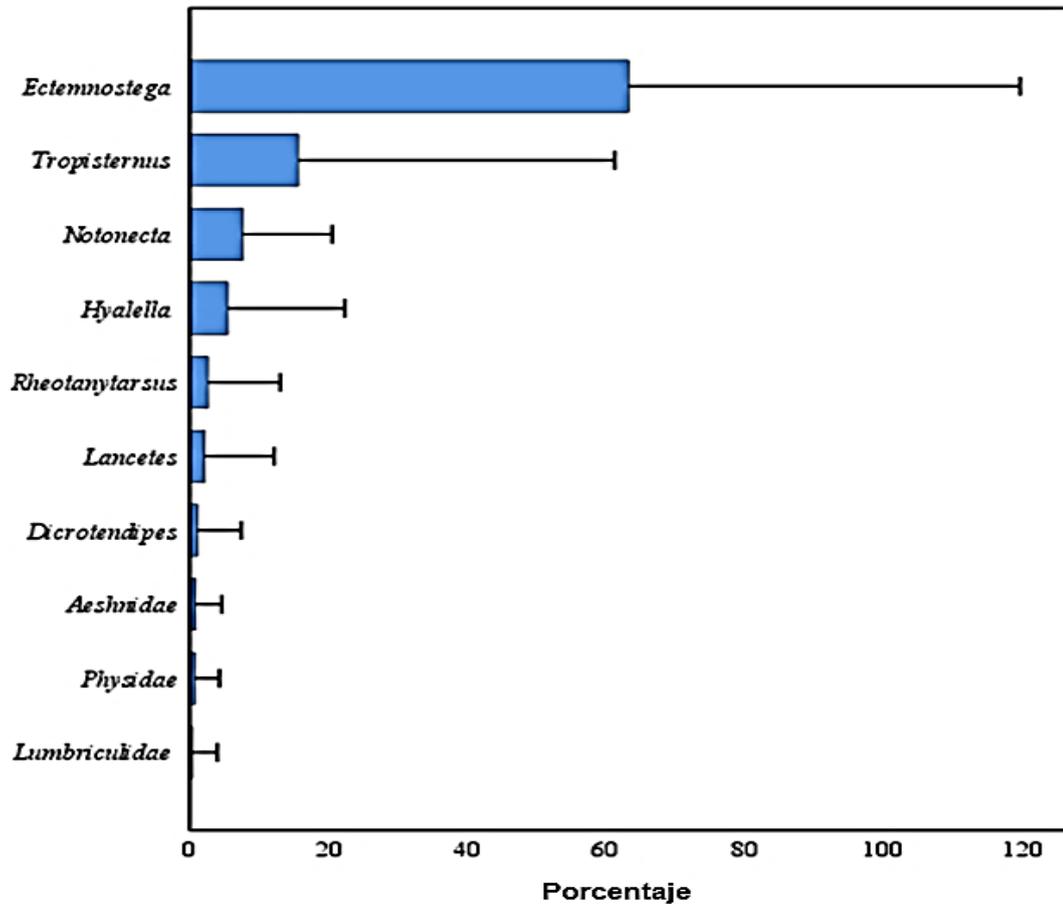


Figura 2. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

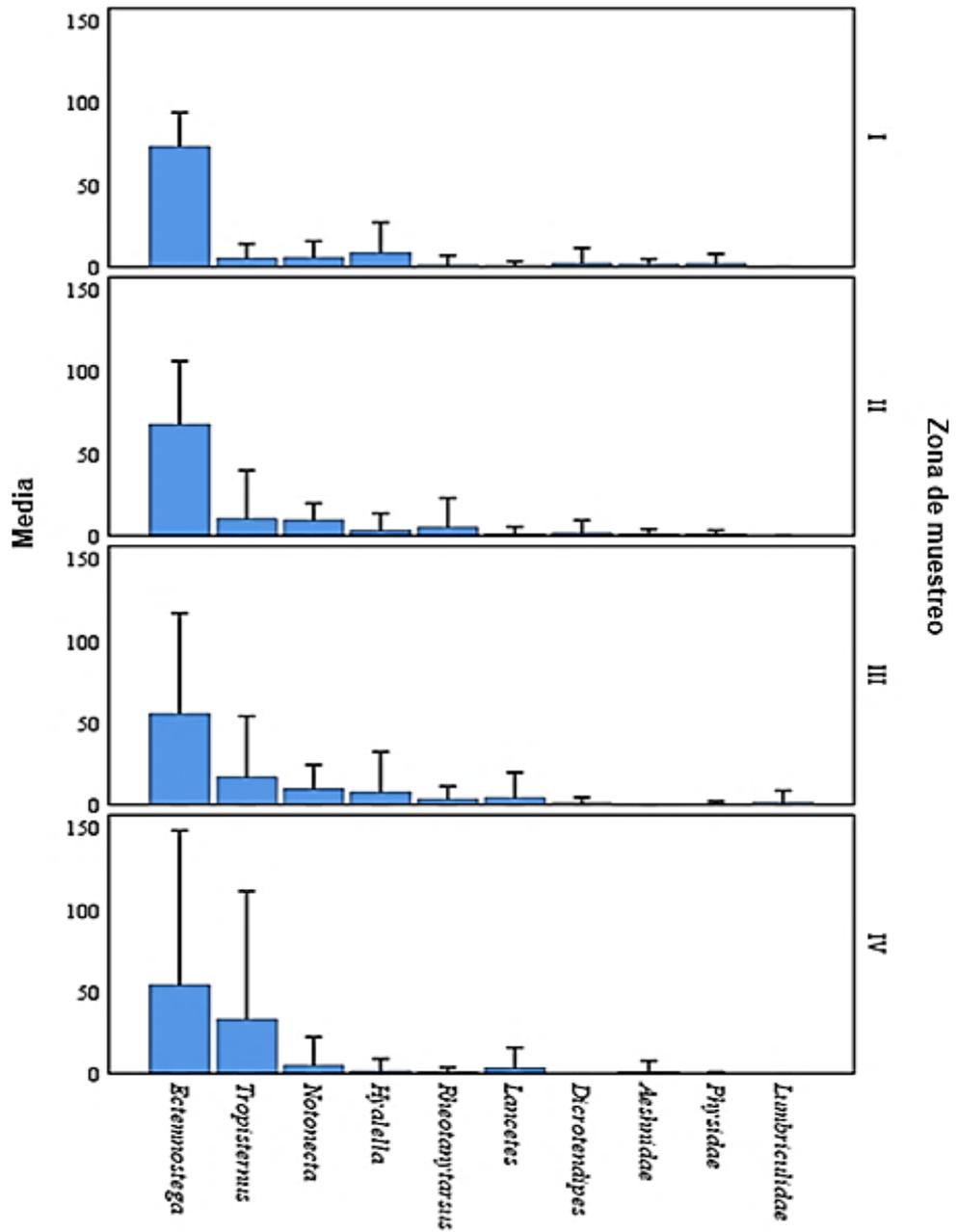


Figura 3. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) por zonas de muestreo de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

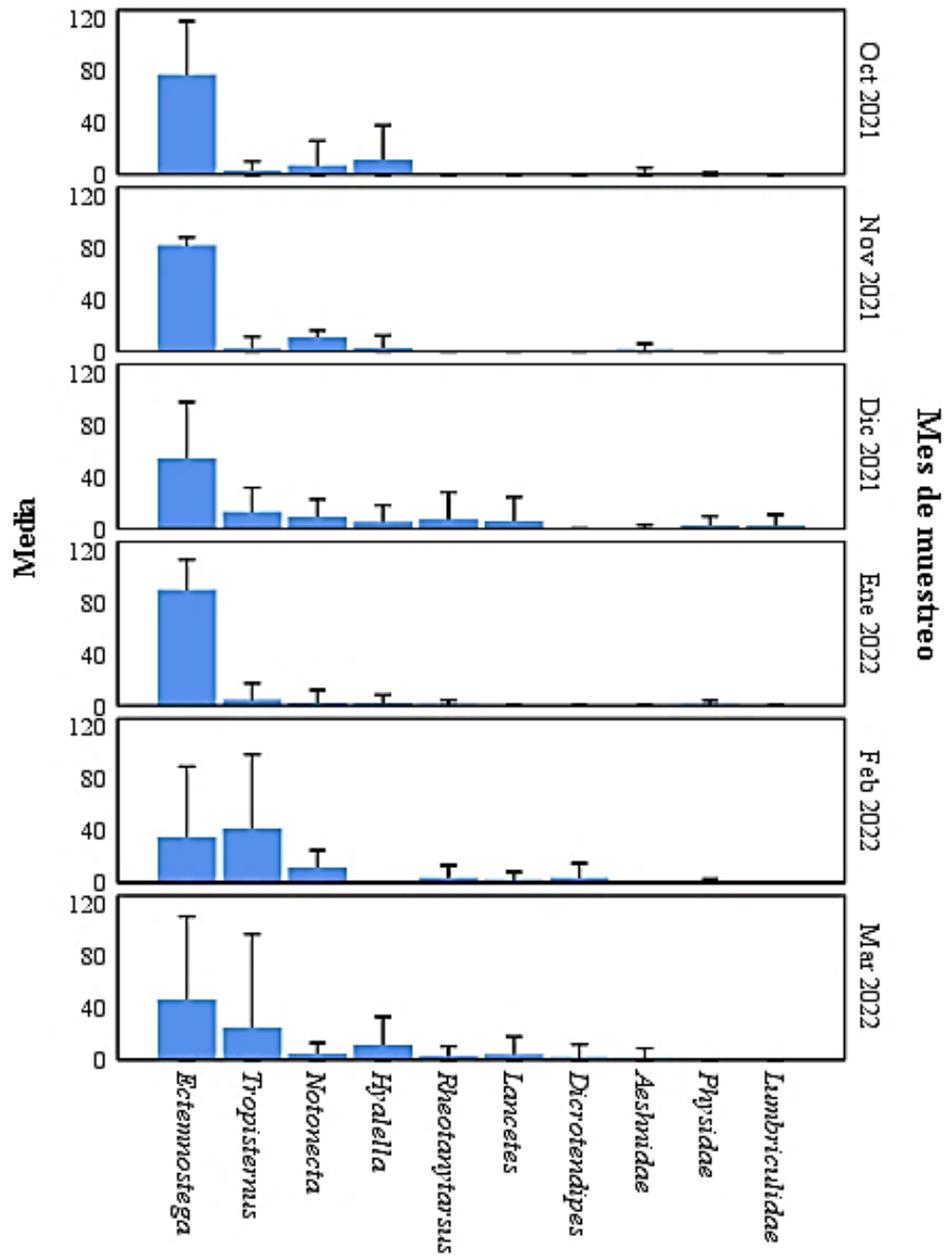


Figura 4. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) por meses de muestreo de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

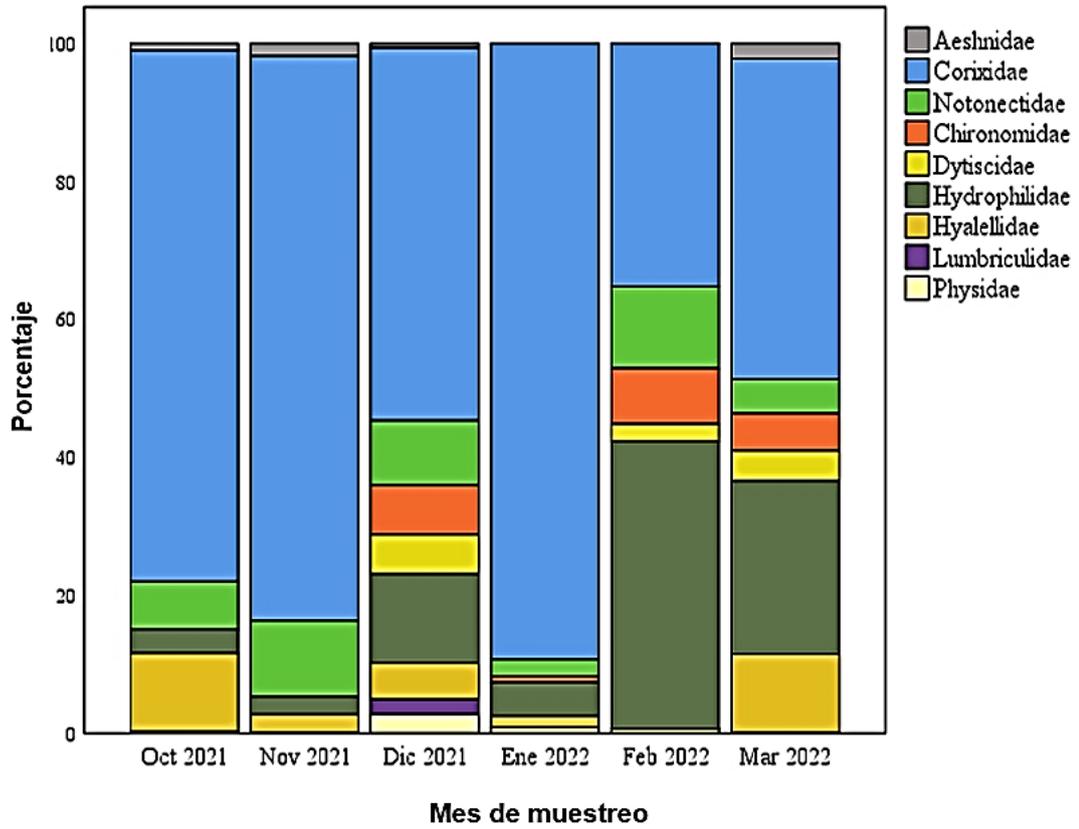


Figura 5. Abundancia relativa promedio de la comunidad macroinvertebrada por familias y meses de muestreo, la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

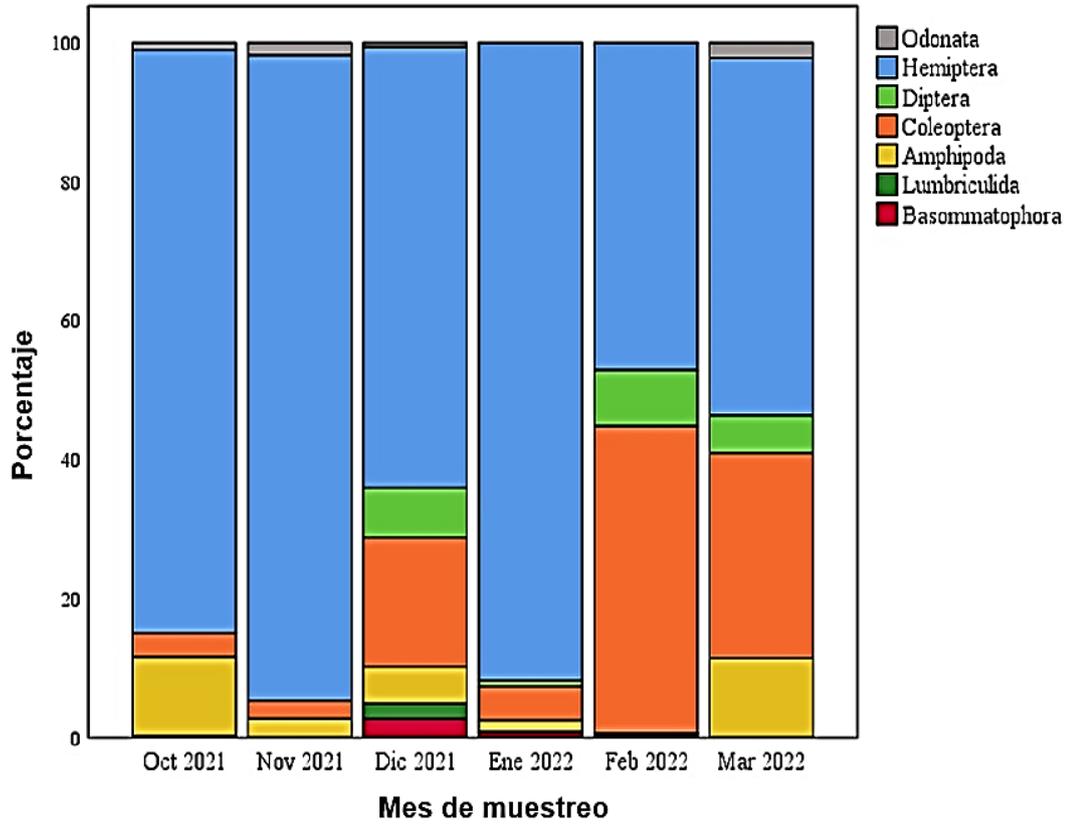
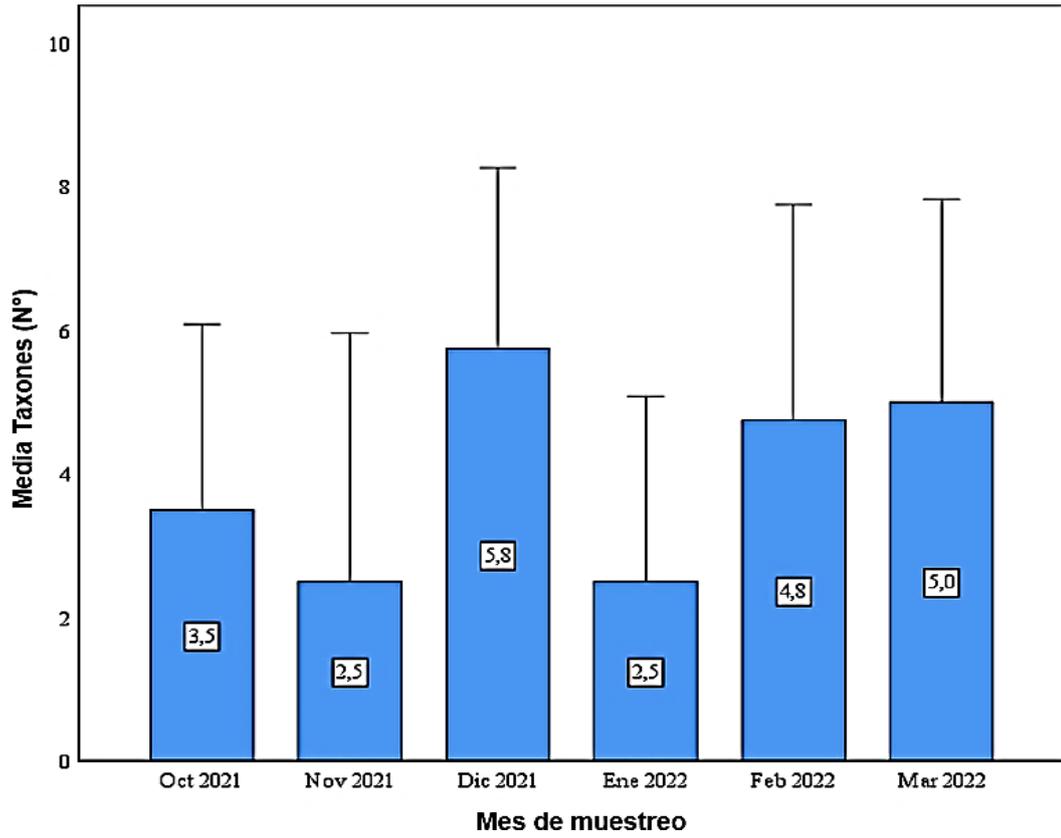
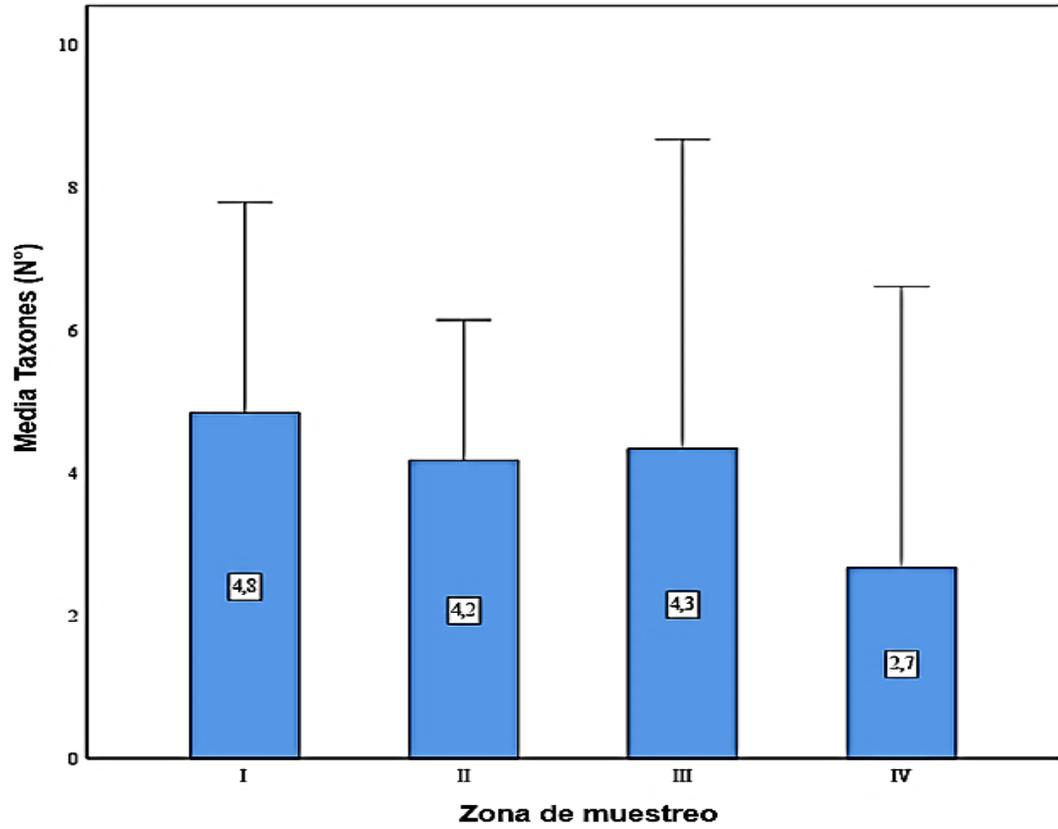


Figura 6. Abundancia relativa promedio de la comunidad macroinvertebrada según orden y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.



Prueba de Kruskal-Wallis: $H=11,7$; $gl=5$; $p=0,039$

Figura 7. Riqueza de familia/género (promedio y desviación estándar) según meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.



Prueba de Kruskal-Wallis: $H=4,908$; $gl=3$; $p=0,179$

Figura 8. Riqueza de familia/género (promedio y desviación estándar) hallados por zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Tabla 4. Similitud (índice de Bray-Curtis) entre meses de muestreo basado en las características de la comunidad de los macroinvertebrados, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Nov-21	Oct-21
Dic-21	1					
Ene-22	0,45	1				
Feb-22	0,6	0,59	1			
Mar-22	0,68	0,54	0,76	1		
Nov-21	0,53	0,54	0,46	0,6	1	
Oct-21	0,6	0,64	0,5	0,74	0,79	1

Tabla 5. Similitud (índice de Bray-Curtis) entre las zonas de muestreo de la comunidad de los macroinvertebrados, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

	I	II	III	IV
I	1			
II	0,77	1		
III	0,44	0,6	1	
IV	0,45	0,56	0,61	1

Tabla 6. Características fisicoquímicas del agua en cuatro zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Características fisicoquímicas	Zona							
	I		II		III		IV	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	23,7	3,2	23,0	5,3	25,0	3,7	21,3	3,0
Cloruros (mg Cl/L)	8,5	1,3	8,8	1,6	8,2	2,2	6,8	2,2
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	198,0	30,5	146,7	26,6	164,3	27,1	170,0	26,0
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	21,7	3,9	22,3	3,4	19,7	3,2	19,3	2,4
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	176,3	27,2	124,3	25,4	144,7	25,1	150,7	24,8
pH	8,5	0,4	8,3	0,2	8,2	0,3	8,0	0,2
Conductividad eléctrica (uS/cm)	218,3	25,6	150,0	21,0	153,3	18,6	110,0	14,1
Sólidos disueltos totales (mg/L)	111,7	14,7	75,0	10,5	80,0	11,0	55,0	5,5

Tabla 7. Características fisicoquímicas del agua en los seis meses de muestreo en la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Características fisicoquímicas	Mes											
	Oct 2021		Nov 2021		Dic 2021		Ene 2022		Feb 2022		Mar 2022	
	Media	DS										
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	29,0	2,6	23,5	2,5	24,0	3,3	22,5	1,9	19,5	2,5	21,0	3,5
Cloruros (mg Cl/L)	9,4	0,6	10,0	0,4	8,6	1,0	8,5	1,1	6,5	1,6	5,4	1,1
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	200,0	26,1	199,0	26,4	152,5	41,7	151,0	20,2	145,5	9,3	170,5	13,4
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	24,5	3,0	22,5	3,0	20,0	3,7	18,5	1,9	18,5	1,9	20,5	3,0
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	175,5	24,2	176,5	27,7	132,5	41,5	132,5	21,4	127,0	9,3	150,0	14,2
pH	8,4	0,3	8,6	0,2	8,3	0,5	8,1	0,1	8,1	0,1	8,0	0,2
Conductividad eléctrica (uS/cm)	162,5	49,2	150,0	34,6	165,0	56,9	170,0	45,5	170,0	53,5	130,0	37,4
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	82,5	25,0	75,0	17,3	82,5	32,0	87,5	28,7	87,5	25,0	67,5	17,1

V. DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos hallados en la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, ubicado en el distrito de Querobamba, provincia de Sucre. Se hallaron un total de 10 taxones pertenecientes a 9 familias, 7 órdenes y 4 clases (Insecta, Malacostraca, Clitellata y Gastropoda); y dentro de la clase Insecta se halló tres órdenes que presentaron el mayor número de taxones los cuales son: Hemíptera, Díptera y Coleóptera, en los cuales se halló dos taxones en cada uno. En el orden Hemiptera se halló los taxones *Ectemnostega* y *Notonecta* pertenecientes a las familias Corixidae y Notonectidae respectivamente; en el orden Díptera se halló los taxones *Dicrotendipes* y *Rheotanytarsus* pertenecientes a la familia Chironomidae; en el orden Coleoptera se halló los taxones *Lancetes* y *Tropisternus* pertenecientes a las familias Dytiscidae e Hydrophilidae respectivamente; mientras que los órdenes Odonata, Amphipoda, *Lumbriculida* y Basommatophora presentaron una sola familia con un solo taxón registrado, siendo estas *Aeshnidae*, *Hyalella*, *Lumbriculidae* y *Physidae* respectivamente. Por otra parte, también es importante señalar la persistencia durante los seis meses de muestreo de algunos taxones hallados, es decir, aquellos que se han registrado en el tiempo que se realizaron los muestreos, éstos taxones fueron *Ectemnostega*, *Tropisternus* y *Notonecta* pertenecientes a la Clase Insecta y *Hyalella* dentro de la clase Amphypoda; por otro lado, también se debe señalar que existió un taxón que ha sido registrado en un solo mes, tal es el caso de *Lumbriculidae* perteneciente a la clase Clitellata. En cuanto al número de taxones hallados por mes, podemos señalar que diciembre del 2021 fue el que mostró un mayor número (9 taxones), mientras que en octubre se halló seis taxones, en noviembre cinco taxones, en enero seis taxones, en febrero siete taxones y en marzo ocho taxones. Se puede mencionar que en un trabajo de investigación de la estructura de los conjuntos de macroinvertebrados

bentónicos en la laguna Parque Unzué se halló 13 taxones. (Minaglia et al., 2018) menciona que la contaminación afecta la composición y distribución de los conjuntos de especies de macroinvertebrados, que a su vez pueden considerarse indicadores de salud urbana, cuando la perturbación alcanza un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar será ocupado por comunidades de organismos tolerantes. La laguna Ccoriccocha, es un cuerpo de agua lentico relativamente pequeño, originado principalmente por lluvias y escorrentías de los alrededores y presenta un espejo de agua de 4,51 hectáreas y un perímetro de un kilómetro aproximadamente, se resalta la actividad antropogénica a la que está expuesta la laguna de manera permanente puesto que es un atractivo turístico de la ciudad de Querobamba que recibe una gran cantidad de visitantes generándose así residuos sólidos que muchas veces por la falta de cultura ambiental son dispuestos de manera inadecuada en el área de la laguna y por consecuencia de los vientos son arrastrados al interior de la laguna, además el cuerpo de agua está expuesta a las actividades rutinarias propias de una zona rural como son la ganadería, la agricultura, además de ello la laguna está interconectada a un canal rudimentario que circula una parte de la ciudad transportando agua a los campos de cultivo, en ella la población dispone todo tipo de materiales como restos de vegetales, restos de alimentos, cabe mencionar que también hay presencia de animales que rondan los alrededores de la laguna que disponen sus residuos en las orillas y son arrastrados al interior del cuerpo de agua. A consecuencia de la contaminación de la laguna Ccoriccocha la biodiversidad existente está alterada en la composición y abundancia, es importante mencionar que se puede visualizar que el espejo de agua de la laguna presenta un color verdoso oscuro, posiblemente por la alta carga orgánica que posee, así como también por los agentes contaminantes, los ambientes son similares en toda la laguna, se corrobora con lo hallado por Reyes (2013) quien observó que la estructura de la comunidad de macroinvertebrados variaba y tendía a decrecer a medida que empezaba cierto grado de perturbación humana en ocho cuerpos lénticos ubicados en la región Maya al norte de Guatemala.

En la Tabla 3, se muestra la abundancia total por zonas y meses de muestreo de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, donde las abundancias fueron heterogéneas en la cual el taxón *Ectemnostega* fue el más abundante en las zonas I y II donde se reportaron la cifras de 207 y 218 individuos respectivamente, así mismo en cuanto a los meses de muestreo, se

reportaron las abundancias máximas en los meses de octubre y noviembre con las cifras de 156 y 124 individuos respectivamente, estos resultados se corroboran con un estudio realizado por Gómez (2016) en ambientes acuáticos lénticos donde reportó el taxón *Ectemnostega* con mayor abundancia y describe las preferencias de éste macroinvertebrado por ambientes donde la corriente de agua no pueda llevárselos, porque poseen cuerpo oval, alargada y convexa con patas nadadoras por ello permanecen en la superficie del cuerpo de agua, también menciona que éste taxón habita áreas poco profundas en ambientes de aguas tranquilas, ambientes ricos en plantas acuáticas sumergidas. En las zonas I y II de la laguna Ccoriccocha hay presencia de abundantes macrófitas acuáticas sumergidas, es por ello que la mayor abundancia del taxón *Ectemnostega* están presentes en estas áreas de la laguna. En la tabla 3 se observó que al taxón *Tropisternus* también fue abundante, donde los datos máximos registrados se dieron en las zonas III y IV con 29 y 30 individuos respectivamente, así mismo en cuanto a los meses de muestreo, las mayores abundancias se reportaron en los meses de diciembre y febrero con las cifras de 25 y 38 respectivamente; Richmond & Avery (1920) sostienen que el taxón *Tropisternus* tiene la característica de habitar ambientes lénticos en la zona litoral, poseen hábitos alimentarios herbívoros que atraviesan los vegetales con sus piezas bucales succionando así los fluidos de éstos, así como también son recolectores de pequeños trozos de materia orgánica, en general viven en aguas lénticas con abundante vegetación. Las zonas III y IV de la laguna Ccoriccocha en el mes de febrero se pobló de abundante vegetación ante la presencia de las lluvias, además de ello estas zonas tienen la característica de poseer alta carga de materia orgánica y lodo en sus sedimentos, estas características se observaron al extraerse las muestras de macroinvertebrados en estas áreas de la laguna.

En la Figura 2, se muestra el promedio y la desviación típica de las abundancias relativas de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral de la laguna de Ccoriccocha donde se hallaron taxones que abundaron en mayor medida y taxones que abundaron en menor medida, los taxones *Ectemnostega*, *Tropisternus*, *Notonecta* y *Hyaella* fueron los que abundaron en mayor medida con porcentajes promedios de 63,21%, 15,66%, 7,63% y 5,52% respectivamente; representando en conjunto más del 90% de la comunidad estudiada. Con respecto a los taxones raros, fueron los que predominaron representados en este caso por 6 taxones, los cuales presentaron

abundancias menores a 5% tal es el caso de *Rheotanytarsus*, *Lancetes*, *Dicrotendipes*, Aeshnidae, *Physidae* y *Lumbriculidae*. Es necesario resaltar que el taxón *Ectemnostega*, perteneciente a la familia Corixidae del orden Hemiptera que fue el más abundante en cuanto al número de individuos representados en cada muestra y su presencia constante. Rodríguez, (2013) sostiene que la presencia de los organismos en un sitio es determinado por el ambiente, mientras que las interacciones (junto con los factores históricos y topográficos que afectan la probabilidad de colonización) determinarán qué grupo realmente ingresa a la comunidad., las características del lugar de desarrollo de los organismos determina que especies van a estar presentes en ella, así mismo serán más abundantes cuando sus rangos de tolerancia se hallan dentro de dichas condiciones, además de ello las especies interactúan, lo que puede restringir la presencia de otras especies y/o taxones (principio de exclusión competitiva).

En la Figura 3, se muestra las abundancias (promedio y la desviación típica) de los componentes de los macroinvertebrados según las cuatro zonas de muestreo ubicadas en la laguna. Entre las cuatro zonas, se observó que el taxón *Ectemnostega* presentó la mayor cifra de abundancia con un porcentaje superior al 50%; seguido de *Tropisternus*, *Notonecta* y *Hyaella*; mientras que la abundancia de los demás componentes fue mucho menor, incluso inferior al 2%. Cuando se realizó la prueba de Kruskal-Wallis (anexo 3) para comparar el número de taxones en las cuatro zonas de muestreo, estos mostraron que no existen significancia estadística ($p > 0.05$) en todos los taxones muestreados, por lo que se puede decir que estos taxones son igualmente abundantes en las 4 zonas. (Scheibler et al., 2016) menciona que el taxón *Ectemnostega* (Hemiptera), que se reporta como el más común, es un taxón frecuentemente reportado en estudios realizados en la región andina, es un organismo que pertenece al tipo de estenotérmicas frías que se encuentran en las altitudes más altas donde prevalecen las duras condiciones y es endémica de la región de los Andes, los cuales son los organismos más abundantes, presenta ciclo univoltino y pasan el invierno como adultos. (Domínguez & Fernández, 2015) sostiene que el taxón *Ectemnostega*, perteneciente a la familia Corixidae es exclusivo de Sudamérica, extendido y abundante en áreas de agua dulce de los Andes, casi siempre en ambientes lénticos, incluidos ambientes inestables, también viven en áreas con flujo de agua lento y prefieren aguas poco profundas con vegetación sumergida escasa a moderadamente abundante, en lugares soleados; habitan en el fondo

(sobre detritos, barro, rocas o plantas), tomados del sustrato con las patas medias; ocasionalmente se elevan al aire, se alimentan no solo de líquidos, sino también de sólidos: partículas orgánicas (animales y plantas) seleccionadas del fango y detritos; algas; protozoos y rotíferos, vivos o muertos, por lo que son componentes importantes en el flujo de energía en los ecosistemas acuáticos lenticos al participar en la cadena trófica de éstos.

La Figura 4 muestra las abundancias (promedio y la desviación típica) de los componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha según los meses de muestreo (octubre de 2021 a marzo de 2022), periodo en la cual se realizó el trabajo de investigación. La figura en referencia indican que las abundancias de la mayoría de los componentes de la comunidad no fueron similares durante los seis meses de muestreo, como fue el caso del taxón *Tropisternus* (Coleoptera, Hydroflyidae), que son más abundantes en febrero y marzo, y menos abundantes en octubre, noviembre, diciembre y enero; en el caso de *Hyalella* (Amphipoda, Hyalellidae) se observó dos picos máximos de abundancia que ocurren en los meses de marzo y octubre para luego se hicieron mínimas en los demás meses. No obstante, al realizar la prueba de Kruskal–Wallis (Anexo 4) no se halló significancia estadística ($p > 0,05$) en 9 taxones, lo que significa que estadísticamente las abundancias son las mismas en los seis meses, sin embargo, en el taxón *Tropisternus* si se encontró significancia estadística ($p < 0,05$) al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 4), por lo que el taxón efectivamente fue más abundante en los meses de febrero y marzo, y menos abundante en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. El taxón *Ectemnostega* (Hemiptera, Corixidae), presenta abundancias aproximadamente uniformes en cuatro meses, con un porcentaje superior al 50%, excepto febrero y marzo, donde la abundancia es inferior al 47%, estas abundancias son las mayores registradas en comparación con los otros componentes de la comunidad de macroinvertebrados. En los meses de muestreo, dos taxones fueron los más abundantes (dominantes), mientras que el resto fueron los menos abundantes. (Jaksic & Marone, 2007) sostiene que existen taxones cuya presencia o ausencia determina las características de la comunidad que podría ser un competidor dominante, que consume o limita a otras especies que de otra manera dominaría el sistema, el impacto de ésta en la comunidad o ecosistema es muy grande o importante y es proporcional a su abundancia o biomasa, y no siempre son las de nivel trófico superior. Otro aspecto que resalta

es que el taxón *Ectemnostega* (Hemiptera, Corixidae) fue el más abundante en todos los meses de muestreo excepto en febrero, cuando *Tropisternus* fue el más abundante, probablemente debido a las condiciones ambientales adaptadas a sus requerimientos, no solo por las características fisicoquímicas de las aguas de la laguna, sino también por la abundante vegetación acuática. Rodríguez (2013) menciona que las especies y/o taxones que se encuentren en una comunidad dependerán de las características del ambiente donde se desarrollan: habrá taxones cuyos requerimientos se cumplan en cuanto a condiciones y recursos. Por otro lado, otro aspecto interesante que puede mostrar la figura en referencia es que *Dicrotendipes* (Chironomidae) solo está presente en los meses de febrero y marzo y posteriormente desaparece, esto puede deberse a cambios en las propiedades del agua de su hábitat, pero como se mencionó anteriormente, el ambiente léntico es relativamente homogéneo en el tiempo, por lo que se pueden especular otros factores como el biótico, por lo que no se puede descartar una posible influencia del taxón *Notonecta*, ya que son grandes depredadores, su morfología refleja su especialidad como cazadores (Domínguez & Fernández, 2015).

La Figura 5 muestra las abundancias relativas de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados por familias según los seis meses de muestreo. Se observó que en los seis meses de muestreo el que dominó, según su abundancia, fue la familia Corixidae que es muy predominante frente a las otras familias existentes, en segundo lugar, se encuentra la familia Hydrophilidae, en tercer lugar, se encuentra la familia Notonectidae. Andino *et al.* (2017) sostiene que la dominancia de la familia Corixidae en un hábitat sugiere una importante cantidad de alimento disponible, ésta familias son principalmente herbívoros, que se alimentan de una variedad de plantas acuáticas. Comparando los resultados que se obtuvo en el presente estudio donde la taxa dominante es *Ectemnostega* (familia Corixidae), Sánchez *et al.* (2014) realizó un estudio en el lago Tecocomulco en la cual mostró que los macroinvertebrados tienen variaciones espaciales y estacionales que están relacionadas con factores ambientales y bióticos con grupos dominantes donde se observa que la familia Corixidae es muy dominante frente a las otras familias existentes en el cuerpo de agua ya que estos organismos poseen una amplia tolerancia a cuerpos de agua contaminados. La laguna Ccoriccocha está cercada con malla metálica para su protección, en ella habitan ejemplares de alpacas que sirven como atracción para los visitantes,

además de ello está expuesta a los residuos sólidos mal dispuestos por los visitantes causando así la contaminación de sus aguas, este podría ser el causal de la dominancia de la familia Corixidae en este cuerpo de agua, puesto que ésta familia de macroinvertebrados se caracteriza por poseer una amplia tolerancia a ambientes contaminados, lo que contribuye a su distribución en diversos hábitats. Según Rodríguez *et al.*, (2021) argumenta que en las lagunas altoandinas, El Toro y Los Ángeles del distrito de Quiruvilca, La Libertad, se reportó la presencia de la familia Corixidae y fueron las más frecuentes; la valoración según el índice BMWP e IBA, que determinó que la calidad del agua de la Laguna El Toro es moderada a altamente contaminada; mientras que la contaminación de la laguna de Los Ángeles varió de leve a moderadamente contaminada, la familia Corixidae fue resistente a las condiciones ambientales cambiantes con sustancias tanto orgánicas como inorgánicas, por lo que tiene una amplia tolerancia a los ambientes contaminados.

La Figura 6 muestra las abundancias de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados por órdenes en los seis meses de muestreo. Se observó que el orden Hemiptera fue dominante frente a las otras ordenes existentes, alcanzando máximos valores en el mes de noviembre; seguido de Coleóptera, cuya abundancia máxima se da en el mes de febrero. Según Roldan & Ramírez (2008) mencionan que los hemípteros y coleópteros, pueden mostrar diferentes hábitos de vida, tanto las ninfas como los adultos están adaptados a la vida en el agua o en la superficie del agua, y algunos ni siquiera dependen del oxígeno presente en el agua ya que lo obtienen del aire. Es por ello que es un grupo representativo en las lagunas y por lo general se encuentran adaptados a vivir en aguas lenticas o estancadas (Escudero, 2009). Los hemípteros son una orden muy numerosa de macroinvertebrados distribuidos por los ecosistemas acuáticos del mundo, es por ello que su presencia en la laguna Ccoriccocha es sobresaliente. En cuanto a los coleópteros, se trata de uno de los órdenes más diversos de nuestro planeta, con un número importante de especies adaptadas a los hábitats acuáticos y que abarcan una amplia diversidad de ambientes. Según Palma, (2013) sostiene que los coleópteros acuáticos se pueden encontrar en ríos, lagos, estanques, humedales y casi cualquier cuerpo de agua, pero la mayor diversidad se encuentra en aguas lenticas.

La Figura 7 muestra la riqueza promedio y desviación típica del número de taxones registrados en cada uno de los seis meses de muestreo. Se observó que en los

meses de febrero, marzo y diciembre se registraron los valores máximos de riqueza cuyas medias no bajan de 4,8 por otro lado, en los meses de enero, octubre y noviembre se registraron los valores mínimos de riqueza cuyas medias son menores a 3,5. Al realizar el análisis de Kruskal Wallis (Anexo 9) se observó significación estadística ($p < 0,05$), lo que se interpreta como que los valores de dicho índice son estadísticamente diferentes en los seis meses de muestreo. También se observa que en la figura que muestra la riqueza de familia, los valores de desviación estándar son altos, lo que indica que los valores son muy variables debido a los valores heterogéneos de riqueza de la comunidad de macroinvertebrados.

En la Figura 8, se muestra la riqueza promedio y desviación típica del número de taxones registrados en cada uno de las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha. Se observó que las zonas I, II y III muestran valores semejantes con promedios de 4,8, 4,2 y 4,3, respectivamente; mientras que en la zona IV se registró el menor con 2,7. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis, no se halló significancia estadística ($p > 0,05$) el que se puede observar en el Anexo 11 por lo que se puede afirmar de la existencia de evidencia que el número de taxones registrados en las cuatro zonas de muestreo son similares. Al igual que en el caso anterior, los valores de desviación estándar son altos, debido a que la mayoría de los valores difieren de la media, por lo que podemos afirmar de que los valores del indicador descrito son de heterogeneidad entre las zonas.

En la Tabla 4 se observó la tabla de similitud elaborado con el índice de Bray-Curtis de los meses de muestreo basado en las características de la comunidad de los macroinvertebrados de la laguna Ccoriccocha. La tabla anterior destaca que los valores de similitud (medidos en porcentaje) en su mayoría no son inferiores al 50%, esto puede explicarse por la composición y abundancia muy similar de las comunidades durante el período de muestreo de seis meses. En la tabla 5, se puede observar la tabla de similitud de las zonas de muestreo en la laguna de Ccoriccocha, elaborada en base al índice de Bray-Curtis de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral. Al igual que en las tablas de similitud mensuales anteriores, el porcentaje de estos casos en su mayoría no fue inferior al 50%, lo que indica que las características de las comunidades estudiadas eran similares en las cuatro zonas muestreadas. Las zonas I y II tienen la similitud más alta con un 77 %, seguidas de las zonas III y IV con un porcentaje de similitud de 61%, siendo las zonas I y III las menos similares con un valor de

44%. El índice de Bray-Curtis es un coeficiente de distancia que mide la diferencia de abundancia de los taxones que componen las muestras, sin tener en cuenta la ausencia de ese taxón en las muestras. D'Ancona (2002) sostiene que para que dos elementos se consideren iguales, sus valores deben ser iguales o superiores al 60%. En este contexto, los meses más similares son octubre y noviembre con un valor del 79%, seguidos de febrero y marzo con una similitud del 76%, los meses de octubre y marzo presentaron similitudes de 74%; mientras que enero y diciembre son los menos similares, con un valor de similitud del 45%. Jaksic & Marone (2007) argumentan que generalmente las lagunas tienen una similitud espacial y temporal baja, lo que sugiere una heterogeneidad de hábitat para los macroinvertebrados, y su éxito dependerá de su adaptación a los cambios en las características ambientales. Los estudios realizados a gran altura en los Andes coinciden en que la mineralización, la elevación y la protección de los hábitats costeros determinan las características ambientales del entorno y la composición de las comunidades bentónicas que los habitan.

En la Tabla 6, se muestran el promedio y la desviación típica de las características fisicoquímicas del agua en cuatro zonas de muestreo en la laguna Ccoriccocha. Se observó que los valores máximos se registraron en la zona I, la alcalinidad total (mg/L CaCO_3) tuvo como registro de 23,7 ppm; en cuanto a los cloruros (mg Cl/L) el valor registrado fue de 8,5 ppm; la dureza total (mg/L CaCO_3) tiene como registro de 198,0 ppm; el valor de dureza cálcica (mg/L de Ca) el valor registrado fue de 21,7 ppm; el valor de dureza magnésica (mg/L de Mg) tiene como registro de 176,3 ppm; el valor de pH el valor fue de 8,5; el valor de conductividad eléctrica (uS/cm) tiene como registro de 218,3 uS/cm ; el valor de sólidos disueltos totales (mg/L) tiene como registro máximo de 111,7 mg/L . Al realizar la prueba de Kruskal Wallis, no se halló significancia estadística ($p > 0,05$) el que se puede observar en el Anexo 12 en los parámetros de alcalinidad total, cloruros, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, esto indicó que los valores de estos parámetros fueron similares en las 4 zonas de muestreo, pero los parámetros de pH, conductividad y sólidos disueltos totales fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

En la tabla 7, se muestra se muestran el promedio y la desviación típica de las características fisicoquímicas del agua en los seis meses de muestreo en la laguna Ccoriccocha. Se observó que los valores máximos se registraron en el mes de octubre en los siguientes parámetros: la alcalinidad total (mg/L CaCO_3) tuvo como registro de 29,0 ppm; en cuanto a los cloruros (mg Cl/L) el valor registrado fue de

9,4 ppm; la dureza total (mg/L CaCO₃) tuvo como registro de 200,0 ppm; el valor de dureza cálcica (mg/L de Ca) el valor registrado fue de 24,5 ppm; el valor de dureza magnésica (mg/L de Mg) tuvo como registro de 175,5 ppm; el valor de pH el valor fue de 8,4; en los meses de enero y febrero se hallaron los valores máximos y fueron semejantes en los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (uS/cm) tuvo como registro de 170,0 uS/cm; el valor de sólidos disueltos totales (mg/L) tuvo como registro máximo de 87,5 mg/L. La prueba de Kruskal Wallis que se encuentra en el Anexo 13, nos mostró que existe significancia estadística ($p < 0,05$) con respecto a los parámetros de alcalinidad total, cloruros, dureza total, dureza de magnesio, indicando así que los valores de dichos parámetros son diferentes en los meses muestreados, sin embargo, en los parámetros de dureza cálcica, pH, conductividad y sólidos disueltos totales no mostró significación estadística ($p > 0,05$), lo que nos indica que los valores de dichos parámetros son homogéneos en los meses muestreados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se halló un total de 10 taxones, perteneciente a nueve familias, siete órdenes y cuatro clases (Insecta, Malacostraca, Clitellata y Gastropoda); donde la clase Insecta fue la más diversa presentando 7 taxones (así mismo destaca la persistencia de los taxones *Ectemnostega*, *Tropisternus* y *Notonecta* pertenecientes a la Clase Insecta y *Hyalella* dentro de la Amphypoda durante los seis meses de muestreo).
2. La abundancia relativa de los componentes de la comunidad de macroinvertebrados fue muy variada, con taxones abundantes en mayor medida (*Ectemnostega*, *Tropisternus*, *Notonecta*) que en su conjunto representan el 86,5 % del total de organismos colectados. Semejantes valores de abundancias se observan a nivel de zonas y meses de muestreo.
3. Los valores de riqueza de familia/género mostraron heterogeneidad ($p < 0,05$) en los meses muestreados, hallándose una media de 5,8 en diciembre y 2,5 en los meses de noviembre y enero, sin embargo, los valores de riqueza de familia/género mostraron homogeneidad ($p > 0,05$) en las zonas muestreadas hallándose una media de 4,8 en la zona I y una media de 2,7 en la zona IV.
4. Los valores de la similitud con el índice de Bray-Curtis de las zonas y meses de muestreo en forma general mostraron valores por encima de 50% describiendo comunidades que son similares durante los seis meses y en las cuatro zonas muestreadas.
5. Las características fisicoquímicas del agua mostraron homogeneidad ($p > 0,05$) en las cuatro zonas de muestreo con respecto a alcalinidad total, cloruros, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, sin embargo, los parámetros de pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales mostraron heterogeneidad ($p < 0,05$). En los seis meses de muestreo se halló diferencia significativa ($p < 0,05$) en los parámetros de alcalinidad total, cloruros, dureza

total, dureza de magnesio con excepción de la dureza cálcica, pH, conductividad y sólidos disueltos totales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre variabilidad temporal y/o estacional de los macroinvertebrados en cuerpos lénticos andinos de nuestra región, evaluando las características fisicoquímicas del agua, haciendo un análisis de cómo estos factores afectan sobre la abundancia y riqueza de los organismos.
2. Realizar estudios sobre macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en diferentes cuerpos lénticos de nuestra región, puesto que es importante conocer la calidad ambiental de éstos y así poder determinar su importancia ecológica y económica.
3. Realizar investigaciones sobre las características fisicoquímicas del agua de las lagunas altoandinas de nuestra región con la finalidad de determinar la calidad de agua y analizar las condiciones para su conservación, considerando su valor ecológico y económico.
4. Impulsar a las entidades del estado a realizar el monitoreo de la calidad de agua de los cuerpos de agua lénticos altoandinos, para así generar información que sirva de herramienta en la conservación de estos ecosistemas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, J., Escobar, E., Řezníčková, P., & Oseguera, L. (2016). La comunidad de macroinvertebrados bentónicos litorales como un reflejo de la heterogeneidad ambiental. *Hidrobiologica*, 26(3), 403-418.
- Andino, P., Guevara, E., & Santander, T. (2017). *Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos* (Primera edición). Ministerio del Ambiente - Ecuador.
- APHA, SMEWW, & WAB. (2012). *Métodos estándares de análisis de agua* (22ava edición). Diaz de Santos S.A.
- Arocena, R. (2016). *Principios y métodos de limnología. Ejemplos de Uruguay* (Segunda edición). Instituto De Ecología Y Ciencias Ambientales, Universidad De La República. <https://www.yumpu.com/xx/document/view/67328097/principios-y-metodos-de-limnologia-2016>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales* (Primera). Gráfica Industrial Alarcón S.R.L.
- Calderón, R. (2004). Evaluación de la comunidad de macro invertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada El Carracá, del municipio de Los Santos. *Monografía para Especialización, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Santander, Colombia*.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). *Metodología para el establecimiento de estado ecológico según la directiva marco del agua: Protocolos de muestreo y análisis para: Fitoplancton, Fitobentos (Microalgas Bentónicas), Macrófitos, Invertebrados Bentónicos, Ictiofauna*. https://libreria.diba.cat/es/libro/metodologia-para-el-establecimiento-del-estado-ecologico-segun-la-directiva-marco-del-agua-en-la-confederacion-hidrografica-del-ebro-protocolos-de-nuestreo-y-analisis-para-fitoplancton-fitobentos-_38223
- Cortés, D., Alcocer, J., & Oseguera, L. (2019). Diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los lagos de Montebello, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2769>
- D'Ancona, M. (2002). *Análisis multivariable: Teoría y práctica en la investigación social* (1ra ed.). Síntesis.
- de Lima, F., Schäfer, A., & Lanzer, R. (2013). Diversidad y variación espacial y temporal de macroinvertebrados bentónicos con respecto al estado trófico del lago Figueira en el sur de Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 25(4), 429-441. Scopus.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2015). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología* (Primera edición). Fundación Miguel Lillo.

- Encalada, A., Rieradevall, M., & Ríos, B. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S)* (Primera edición). USFQ, UB, AECID, FONAG.
- Escudero, J. (2009). *Guía de campo: Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro*. Confederación hidrográfica del Ebro.
- Espinosa, R., Delfín, I., & Hernández Ortis, M. (2006). *Metodologías para Evaluar la Calidad del agua* (1a. edición). Sección de producción y distribución.
- Gómez, N. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica del agua en un bofedal, distrito de Quinua. Ayacucho 2015. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
- Gómez, R. (2012). Estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales: Un análisis comparativo. Escalas y procesos. *Universidad de Murcia, España*, 1, 48.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.
- Jaksic, F., & Marone, L. (2007). *Ecología de comunidades*. Ediciones UC.
- Jamieson, B. (1988). *On the phylogeny and higher classification of the oligochele* (1ra. edición). Universidad de Queensland.
- Ladrera, R. (2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos*. Páginas de información ambiental.
- Malacalza, L., Momo, F., & Coviella. (2002). *Ecología general* (2da Edición). e-libro.net.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (1° ed.). Ediciones Omega, S.A.
- Minaglia, M., Gianello, D., Roldán, C., Chaves, E., Aguer, I., & Juárez, R. (2018). Estructura del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos de una laguna urbana de la Pampa Mesopotámica. *Intropica*, 13(2), 112-121. <https://doi.org/10.21676/23897864.2557>
- Monge, J. (1997). *Moluscos* (1ra. edición). Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Moreno, C. (2001a). *Métodos para medir la biodiversidad*. Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Moreno, C. (2001b). *Métodos para medir la biodiversidad* (Primera edición, Vol. 1). M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Orozco, C., Pérez, A., & Gonzáles, N. (2005). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química: Una visión desde la química* (Thomson). Ediciones Paraninfo, S.A.
- Palma, A. (2013). *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*. 24.
- Pérez, A., Salazar, N., & Aguirre, F. (2016). *Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana* (Primera edición). Asociación Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres.
- Quispe, W. (2016). Comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral de la laguna Condorccochoa, Los Morochucos, Cangallo – Ayacucho 2017. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
- Ramírez, A. (2005). *Ecología aplicada Diseño y Análisis Estadístico* (4ta.). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

- Reyes, F. (2013). Macroinvertebrados acuáticos de los cuerpos lénticos de la Región Maya, Guatemala. *Revista Científica*, 23(1), 7-16. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v23i1.107>
- Reyes, F., & Springer, M. (2014). Efecto del esfuerzo de muestreo en la riqueza de táxones de macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP. *Rev. biol. trop*, 62.
- Richmond, & Avery (1920). Estudios sobre la biología de los Hydrophilidae acuáticos. *Museo Americano de Historia Natural*, 42. <http://hdl.handle.net/2246/947>
- Rodríguez, J. (2013). *Ecología* (3ra Edición). Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.).
- Rodríguez, A., Roldán, J., & Bopp, G. (2021). *Diversidad de macroinvertebrados bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad—Perú*.
- Rodríguez, M., Álvares, S., & Bravo, E. (2001). *Coeficientes de Asociación* (1ra edición). Plaza y Valdes.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: Cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Roldan, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (segunda edición). Universidad de Antioquia.
- Romero, J. (2009). *Calidad del agua* (3ra edición). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sánchez, A., Rodríguez, A., López, E., & Sedeño, J. (2014). Patrones de variación espacial y temporal en macroinvertebrados acuáticos del lago Tecocomulco, Hidalgo (México). *Revista de Biología Tropical*, 62, 81-96. Scopus. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15780>
- Scheibler, E., & Montemayor, S. (2016). *Abundancia, riqueza, dinámica estacional y altitudinal de chinches acuáticas (Heteroptera) en humedales de montaña de Argentina*. 36(2), 265-274.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua Evaluación y diagnóstico* (1ra edición). Digiprint Editores E.U.
- Torres, F. (2009). Desarrollo y Aplicación de un Índice de Calidad de Agua para ríos en Puerto Rico. *Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez*, 219.

ANEXOS

Anexo 1. Abundancia relativa (promedio y desviación estándar) de los componentes de la comunidad macroinvertebrada de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Taxones	Media	Máximo	Mínimo
<i>Ectemnostega</i>	63,21	100,00	0,00
<i>Tropisternus</i>	15,66	78,57	0,00
<i>Notonecta</i>	7,63	20,83	0,00
<i>Hyalella</i>	5,52	26,09	0,00
<i>Rheotanytarsus</i>	2,62	22,22	0,00
<i>Lancetes</i>	2,19	19,57	0,00
<i>Dicrotendipes</i>	1,12	11,63	0,00
<i>Aeshnidae</i>	0,91	7,14	0,00
<i>Physidae</i>	0,76	7,69	0,00
<i>Lumbriculidae</i>	0,38	8,70	0,00

Anexo 2. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por taxones y zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Taxones	Zonas							
	I		II		III		IV	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<i>Ectemnostega</i>	73,46	10,39	68,11	19,25	55,63	30,67	54,16	47,13
<i>Hyalella</i>	8,70	9,19	3,28	5,20	7,82	12,23	1,65	3,69
<i>Notonecta</i>	5,74	4,93	9,51	5,09	9,81	7,23	5,03	8,66
<i>Tropisternus</i>	5,18	4,42	10,20	14,83	16,83	18,59	33,36	39,04
<i>Dicrotendipes</i>	1,94	4,75	1,60	3,93	0,76	1,86	0,00	0,00
<i>Physidae</i>	1,67	3,09	0,70	1,30	0,36	0,89	0,21	0,46
<i>Aeshnidae</i>	1,60	1,57	0,68	1,67	0,00	0,00	1,43	3,19
<i>Rheotanytarsus</i>	1,16	2,85	4,99	8,99	3,33	3,94	0,69	1,54
<i>Lancetes</i>	0,55	1,34	0,93	2,27	4,02	7,83	3,48	6,19
<i>Lumbriculidae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	3,55	0,00	0,00

Anexo 3. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos litorales hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
<i>Aeshnidae</i>	6,724	3	0,081
<i>Ectemnostega</i>	7,391	3	0,060
<i>Notonecta</i>	2,751	3	0,432
<i>Dicrotendipes</i>	0,929	3	0,819
<i>Rheotanytarsus</i>	1,788	3	0,618
<i>Lancetes</i>	1,341	3	0,719
<i>Tropisternus</i>	1,087	3	0,780
<i>Hyalella</i>	1,914	3	0,590
<i>Lumbriculidae</i>	2,833	3	0,418
<i>Physidae</i>	0,822	3	0,844

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zona de muestreo

Anexo 4. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos litorales hallados en los seis meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
<i>Aeshnidae</i>	6,189	5	0,288
<i>Ectemnostega</i>	3,953	5	0,556
<i>Notonecta</i>	6,994	5	0,221
<i>Dicrotendipes</i>	7,036	5	0,218
<i>Rheotanytarsus</i>	5,457	5	0,363
<i>Lancetes</i>	7,172	5	0,208
<i>Tropisternus</i>	13,278	5	0,021
<i>Hyalella</i>	6,491	5	0,261
<i>Lumbriculidae</i>	4,750	5	0,447
<i>Physidae</i>	7,694	5	0,174

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mes de muestreo

Anexo 5. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por familia y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Familia	Mes											
	Oct 2021		Nov 2021		Dic 2021		Ene 2022		Feb 2022		Mar 2022	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Corixidae	76,97	20,48	81,90	3,03	54,07	21,73	89,35	11,58	35,21	27,12	46,46	32,03
Hyalellidae	11,33	13,17	2,72	4,71	5,27	6,36	1,67	3,33	0,00	0,00	11,46	10,89
Notonectidae	6,96	9,41	11,01	2,62	9,36	6,60	2,42	4,84	11,91	6,58	4,99	4,06
Hydrophilidae	3,47	3,29	2,56	4,44	12,92	9,31	4,89	6,20	41,72	28,58	25,09	35,89
Aeshnidae	1,02	2,04	1,80	2,08	0,64	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	3,39
Physidae	0,24	0,49	0,00	0,00	2,72	3,43	0,81	1,61	0,58	1,16	0,00	0,00
Chironomidae	0,00	0,00	0,00	0,00	7,19	10,49	0,86	1,72	8,06	9,53	5,41	8,19
Dytiscidae	0,00	0,00	0,00	0,00	5,66	9,38	0,00	0,00	2,53	2,94	4,39	6,78
Lumbriculidae	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 6. Abundancia (promedio y desviación estándar) de la comunidad macroinvertebrada por orden y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Orden	Mes											
	Oct 2021		Nov 2021		Dic 2021		Ene 2022		Feb 2022		Mar 2022	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Hemiptera	83,93	14,02	92,91	5,48	63,42	18,86	91,77	7,73	47,11	22,13	51,45	35,85
Amphipoda	11,33	13,17	2,72	4,71	5,27	6,36	1,67	3,33	0,00	0,00	11,46	10,89
Coleoptera	3,47	3,29	2,56	4,44	18,58	18,29	4,89	6,20	44,24	28,98	29,49	42,41
Odonata	1,02	2,04	1,80	2,08	0,64	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	3,39
Basommatophora	0,24	0,49	0,00	0,00	2,72	3,43	0,81	1,61	0,58	1,16	0,00	0,00
Diptera	0,00	0,00	0,00	0,00	7,19	10,49	0,86	1,72	8,06	9,53	5,41	8,19
Lumbriculida	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo 7. Abundancia (promedio) de la comunidad macroinvertebrada por taxones y meses de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Mes	Taxones (N°)		
	Media	Mínimo	Máximo
Oct 2021	3,5	2,0	5,0
Nov 2021	2,5	0,0	4,0
Dic 2021	5,8	4,0	7,0
Ene 2022	2,5	1,0	4,0
Feb 2022	4,8	3,0	6,0
Mar 2022	5,0	3,0	6,0

Anexo 8. Prueba de Kruskal-Wallis de las abundancias de los taxones de macroinvertebrados acuáticos hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}			
	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
<i>Aeshnidae</i>	6,724	3	0,081
<i>Ectemnostega</i>	7,391	3	0,060
<i>Notonecta</i>	2,751	3	0,432
<i>Dicrotendipes</i>	0,929	3	0,819
<i>Rheotanytarsus</i>	1,788	3	0,618
<i>Lancetes</i>	1,341	3	0,719
<i>Tropisternus</i>	1,087	3	0,780
<i>Hyalella</i>	1,914	3	0,590
<i>Lumbriculidae</i>	2,833	3	0,418
<i>Physidae</i>	0,822	3	0,844

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zona de muestreo

Anexo 9. Prueba de Kruskal-Wallis de la riqueza total de taxones hallados en los seis meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Taxones (N°)
H de Kruskal-Wallis	11,711
GI	5
Sig. asin.	0,039

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Mes de muestreo

Anexo 10. Riqueza total de la comunidad macroinvertebrada por taxones y zonas de muestreo, laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

Zona	Taxones (N°)		
	Media	Mínimo	Máximo
I	4,8	3,0	6,0
II	4,2	3,0	6,0
III	4,3	1,0	7,0
IV	2,7	0,0	6,0

Anexo 11. Prueba de Kruskal-Wallis de la riqueza total de taxones hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Taxones (N°)	4,908	3	0,179

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zona de muestreo

Anexo 12. Prueba de Kruskal-Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas litorales hallados en las cuatro zonas de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Estadísticos de prueba^{a,b}

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	3,149	3	0,369
Cloruros (mg Cl/L)	3,470	3	0,325
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	7,421	3	0,060
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	2,915	3	0,405
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	7,749	3	0,052
pH	8,480	3	0,037
Conductividad eléctrica (uS/cm)	18,755	3	0,000
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	18,881	3	0,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Zona de muestreo

Anexo 13. Prueba de Kruskal-Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas litorales hallados en los meses de muestreo de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre, Ayacucho 2021 - 2022.

Características fisicoquímicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	12,925	5	0,024
Cloruros (mg Cl/L)	17,572	5	0,004
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	12,979	5	0,024
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	9,635	5	0,086
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	12,367	5	0,03
pH	10,28	5	0,068
Conductividad eléctrica (uS/cm)	2,32	5	0,803
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	2,14	5	0,83

a Prueba de Kruskal Wallis

b Variable de agrupación: Mes de muestreo

Anexo 14. Panel fotográfico del proceso de muestreo en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.



Colección de muestras de macroinvertebrados de la zona litoral de la laguna utilizando una red D Net invertida



Disposición de la muestra de macroinvertebrados en bolsas de polietileno



Colección de muestras de agua de la zona litoral de la laguna Ccoriccocha



Vista panorámica de la laguna Ccoriccocha

Anexo 15. Identificación de los macroinvertebrados acuáticos colectados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.



Anexo 16. Taxones de las familias Aeshnidae, Corixidae, Notonectidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.



Familia: Aeshnidae
Taxón : *Aeshnidae*



Familia: Aeshnidae
Taxón : *Aeshnidae*



Familia: Corixidae
Taxón: *Ectemnostega*



Familia: Corixidae
Taxón: *Ectemnostega*



Familia: Notonectidae
Taxón: *Notonecta*



Familia: Notonectidae
Taxón: *Notonecta*

Anexo 17. Taxones de las familias Chironomidae, Dytiscidae, Hydrophilidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.



Familia: Chironomidae
Taxón : *Dicrotendipes*



Familia: Chironomidae
Taxón : *Rheotanytarsus*



Familia: Dytiscidae
Taxón : *Lancetes* (adulto)



Familia: Dytiscidae
Taxón : *Lancetes* (larva)



Familia: Hydrophilidae
Taxón : *Tropisternus* (adulto)



Familia: Hydrophilidae
Taxón : *Tropisternus* (larva)

Anexo 18. Taxones de las familias Hyalellidae, Lumbriculidae, Physidae identificados en la laguna Ccoriccocha, distrito Querobamba, provincia de Sucre, Ayacucho 2021-2022.



Familia: Hyalellidae
Taxón: *Hyalella*



Familia: Lumbriculidae
Taxón: *Lumbriculidae*



Familia: Physidae
Taxón: *Physidae*

Anexo 19. Matriz de consistencia.

TITULO: Macroinvertebrados en el litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021-2022.

AUTOR: CHACCIER SULCA, Roger Eugenio

ASESOR: CARRASCO BADAJOZ, Carlos Emilio

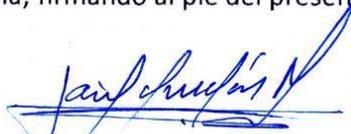
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cuáles son las características de la comunidad macroinvertebrada acuática de la zona del litoral de la laguna somera Ccoriccocha, ubicada en el distrito de Querobamba en la provincia de Sucre en el departamento de Ayacucho, durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022?</p>	<p>GENERAL Evaluar las características de la comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral de la laguna somera Ccoriccocha ubicada en el distrito de Querobamba, provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>a. Determinar la composición identificado hasta familia y/o género de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p> <p>b. Determinar la abundancia relativa de los componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p> <p>c. Determinar la riqueza de familias y/o géneros de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p> <p>d. Determinar la similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática litoral de la laguna Ccoriccocha mediante el índice Bray-Curtis durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p> <p>e. Determinar las características fisicoquímicas del agua de la laguna (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, cloruros y alcalinidad total) desde octubre de 2021 a marzo de 2022.</p>	<p>Ecosistemas acuáticos (lagos y lagunas) Hábitats lénticos Macroinvertebrados acuáticos Grupos representativos Características fisicoquímicas del agua.</p>	<p>La composición, abundancia relativa, la riqueza y la similitud de la comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral varía según los meses y zonas de monitoreo en la laguna Ccoriccocha ubicada en el distrito de Querobamba, provincia de Sucre, departamento de Ayacucho, durante los meses de octubre de 2021 a marzo de 2022.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Características de la Comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición (familia/ género). • Abundancia relativa de los componentes (%). • Riqueza (N° de familias y géneros). • Similitud de la comunidad en los meses de muestreo (índice de Bray-Curtis). • Características fisicoquímicas del agua de la laguna (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, cloruros y alcalinidad total). <p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Características físico-química del agua</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Dureza total(mg/l) • Dureza cálcica(mg/l) • Dureza magnésica(mg/l) • Cloruros (mg/l) • Alcalinidad total(mg/l) • Sólidos Disueltos Totales (mg/L) • Conductividad eléctrica (uS/cm) 	<p>Tipo de investigación Básica</p> <p>Nivel de investigación Descriptiva-correlacional</p> <p>Método: Descriptivo</p> <p>Diseño: Descriptivo</p> <p>Muestreo Muestra</p> <p>Técnicas Observación</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estereoscopio • Equipos y otros • Guía taxonómica y pictóricas.

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. Roger Eugenio Chacceri Sulca****R. D. 062-2023-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del dos de marzo del año dos mil veintitrés, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ; Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA (Miembro – Jurado). Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA (Miembro – Jurado), Mg. Percy COLOS GALINDO (Miembro – 4ta Jurado); Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro Asesor), actuando como secretario docente el Mg. Percy COLOS GALINDO, para presenciar la sustentación de tesis titulada: **“Macroinvertebrados en el litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021 – 2022”**; presentado por el Bach. **Roger Eugenio Chacceri Sulca**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio 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. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el Presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del Jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA	18	15	17
Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA	16	15	16
Mg. Percy COLOS GALINDO	17	16	17
PROMEDIO			17

El sustentante alcanzó promedio de 17 aprobatorio. 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, siendo las once y cincuenta de la mañana; firmando al pie del presente en señal de conformidad.



Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Presidente



Dra. Elya Salina BUSTAMANTE SOSA
Miembro – Jurado



Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA
Miembro – Jurado



Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro Asesor



Mg. Percy COLOS GALINDO
Miembro 4to Jurado
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 22-2023-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Macroinvertebrados en el litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021- 2022.** por el Bach. **Roger Eugenio Chacceri Sulca**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 22%, 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 Nº 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, 17 setiembre de 2023.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR

Macroinvertebrados en el litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021- 2022.

por Roger Eugenio Chacceri Sulca

Fecha de entrega: 16-sep-2023 12:16p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2167788183

Nombre del archivo: -_SULCA_-_Roger_Eugenio_-_pregrado_Tesis_-_2023_TURNITIN_1.docx (925.79K)

Total de palabras: 13523

Total de caracteres: 71859

Macroinvertebrados en el litoral de la laguna Ccoriccocha, Querobamba, Sucre – Ayacucho 2021- 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	doku.pub Fuente de Internet	1%
3	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
6	b.se-todo.com Fuente de Internet	1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	revistasguatemala.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
12	agris.fao.org Fuente de Internet	<1 %
13	hidrobiologica.izt.uam.mx Fuente de Internet	<1 %
14	prwreri.uprm.edu Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	bdigital.uao.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
19	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %

20	www.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
22	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
26	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words