

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Macroinvertebrados acuáticos en ambientes
lénticos y característica fisicoquímica del agua en
bofedales de la cabecera del río Apacheta,
Cangallo, Ayacucho 2016.**

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

Presentado por la:

Bach. CARDENAS BADAJOS, Susan Mayra

AYACUCHO – PERÚ

2019

Con amor a mi madre y hermanos por ser quienes me vienen alentando con el cariño de siempre para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme recibido en sus aulas y prepararme con ética y responsabilidad.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por las enseñanzas para el logro de mis estudios en la carrera profesional de Biología.

A la Especialidad de Ecología y Recursos Naturales, por impulsar en mis las competencias profesionales del biólogo dedicado al campo profesional.

Al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) por brindarme facilidades en el uso de sus ambientes y equipos.

A mi asesor Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz quien, a través de su gran experiencia profesional, su acertada guía y apoyo me ha sabido orientar en la elaboración y conclusión de este trabajo.

A la Blga. Carolina Rayme Chalco, por sus aportes, apoyo y colaboración a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

Finalmente quiero aprovechar esta oportunidad para reiterarle mi profundo agradecimiento a varios(as) amigos(as) y/o compañeros(as) de la universidad, que me brindaron su alegría paciencia y su apoyo moral en este largo camino.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	5
2.2.1. Bofedales	5
2.2.2. Comunidad biológica	6
2.2.3. Macroinvertebrados acuáticos	6
2.2.4. Composición de la comunidad	6
2.2.5. Abundancia de la comunidad	6
2.2.6. Diversidad de la comunidad	6
2.2.7. Hábitat	6
2.3. Bases teóricas	6
2.3.1. Ecosistemas acuáticos	6
2.3.2. Bofedales	7
2.3.3. Macroinvertebrados	8
2.3.5. Características físicas química del agua.	15
2.3.6. Convención Ramsar	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación de la zona de estudio	21
3.1.1. Ubicación política	21
3.1.2. Ubicación geográfica	21
3.2. Población y muestra	22
3.2.1. Población	22
3.2.2. Muestra	22
3.2.3. Muestreo	22
3.3. Metodología y recolección de datos	23

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo	23
3.3.2. Toma de datos	23
3.4. Análisis de los datos	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo del Bofedal “Abra Apacheta”, de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	21
Tabla 2. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo del Bofedal “Rumuruyuccpampa” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	22
Tabla 3. Ambientes lénticos (temporales y permanentes) del Bofedal “Abra Apacheta” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	23
Tabla 4. Ambientes lénticos (temporales y permanentes) del bofedal “Rumiruyuccpampa” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	23
Tabla 5. Características fisicoquímicas a determinar en las muestras de agua.	25
Tabla 6. Composición de macroinvertebrados en ambientes lenticos de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	28
Tabla 7. Características fisicoquímica del agua de las zonas de muestreo de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	35
Tabla 8. Coeficiente de correlación de Sperman para relacionar la abundancia de macroinvertebrados con las principales características fisicoquímicas del agua en dos bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Abundancia relativa de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes lenticos de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	29
Figura 2. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en dos bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	30
Figura 3. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	31
Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes temporal y permanente del bofedal Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	32
Figura 5. Dendograma de similitud (Morisita) entre ambientes permanentes y temporales del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa según la composición de macroinvertebrados, cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	33
Figura 6. Dendograma de similitud (Morisita) entre las zonas y ambientes permanentes y temporales del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa según la composición de macroinvertebrados, cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	59
Anexo 2. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016	60
Anexo 3. Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados en dos ambientes temporal y permanente del bofedal de Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	61
Anexo 4. Abundancia total de macroinvertebrados según las diferentes zonas y ambientes (temporal y permanente), hallados en el bofedal de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.	62
Anexo 5. Vista panorámica de ambientes léntico permanentes con vegetación hidrofítica. a. Bofedal "Abra Apacheta". b. Bofedal "Rumiruyuccpampa", cabecera del río Apacheta, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2016.	63
Anexo 6. Características taxonómicas del orden díptera (familia Muscidae y Familia Dolichopodidae), Ayacucho 2016.	68
Anexo 7. Características taxonómicas del orden Diptera (Ceratopogonidae, Familia Ephidridae y Familia Limonidae), Ayacucho 2016.	69
Anexo 8. Características taxonómicas del orden Diptera (Familia Empididae), Ayacucho 2016.	70
Anexo 9. Características taxonómicas del orden Diptera familia Chironomidae (subfamilia orthoclaadiinae, y Subfamilia chironomidae), Ayacucho 2016.	71
Anexo 10. Características taxonómicas del orden Diptera familia Chironomidae (Subfamilia chironomidae, Subfamilia tanyponidae Subfamilia Podonominae).	72

Anexo 11.	Características taxonómicas del orden Coleoptera de la familia (Dytiscidae y Curculionidae), y orden Hemiptera (Familia Macroveliidae), Ayacucho 2016.	73
Anexo 12.	Características taxonómicas orden Coleoptera (familia Dytiscidae), Orden Odonata, suborden Anisoptera (Familia Aeshnidae), Ayacucho 2016.	74
Anexo 13.	Características taxonómicas orden Heteroptera, Amphipoda, Hirudinea, Hidracaridae, y lumbriculida, Syrphidae, Ayacucho 2016.	75
Anexo 14.	Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el Bofedal de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa Ayacucho 2016.	76
Anexo 15.	Matriz de consistencia	77

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar macroinvertebrados de ambientes lénticos en relación a las características fisicoquímica del agua en los bofedales de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la localidad de Apacheta, en el distrito de Paras, Región Ayacucho durante los meses de septiembre del 2016 a mayo de 2017, los lugares mencionados se hallan entre los 4500 m y los 4800 m de altitud. El bofedal “Abra Apacheta”, comprende dos zonas; una ubicada en la parte alta y otra en la parte baja del bofedal, y el bofedal “Rumiruyuccpampa”, comprende tres zonas; ubicadas en la parte alta, media y baja del bofedal, y cada una de estas zonas se constituye de ambientes lenticos (temporales y permanentes); se tomaron muestras una vez al mes. La colecta de macroinvertebrados se realizó con una red tipo D net con una abertura de malla de 500 μm , bajo la técnica de arrastre por un tiempo de un minuto buscando abarcar la zona central y borde de los cuerpos de agua agitando el sustrato y macrofitas. Se obtuvieron muestras de agua para determinar *in situ* parámetros fisicoquímicos como la temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos totales disueltos, mientras que la alcalinidad total, cloruro, dureza cálcica, dureza magnésica y dureza total, fueron determinadas en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. De los resultados se registraron un total de 24 géneros de macroinvertebrados, pertenecientes a 17 familias, 8 órdenes y 4 clases para los ambientes lenticos permanentes y temporales, siendo la clase Insecta el grupo con mayor diversidad presentando 12 familias y 19 géneros. El bofedal de Abra Apacheta presenta un total de 17 géneros mientras que Rumiruyuccpampa 21. De acuerdo a la abundancia relativa, los géneros con mayor abundancia relativa están representados por *Hyalella* (Amphipoda) con una abundancia relativa de 43,9 %, *Ectemnostega* (Hemiptera) con 22,4 %, y *Alotanypus* (Diptera) con una abundancia relativa de 10,2 %. La prueba de Kruskal Wallis muestra que existe significancia estadística ($p < 0,05$), en la abundancia según los bofedales, de acuerdo al índice de Morisita se halló que las zonas de muestreo muestran similitudes por encima del 60% con excepción de la zona baja permanente del bofedal Rumiruyuccpampa que presenta en mayor abundancia a *Ectemnostega* y *Cricotopus*. En cuanto a las características fisicoquímicas del agua del bofedal se muestra valores de oxígeno disuelto menores a los registrados en los ríos en los que se reporta valores de 7 a 9 mg/L; los valores de pH tienden a ser ácidos, siendo la zona baja permanente excepcional ya que presenta elevados valores de dureza, conductividad y sólidos disueltos totales con valores de 565,4 mg/L, 1316,1 μcm y de 743,0 ppm, mientras que el pH es de 3,5. A su vez la correlación de Spearman manifiesta que existe correlación significativa de *Ectemnostega* con 7 de las características fisicoquímicas del agua: alcalinidad total, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, pH, conductividad y sólidos disueltos totales.

Palabras clave. Macroinvertebrados acuáticos, bofedales lenticos.

I. INTRODUCCIÓN

Los bofedales son conocidos con el nombre de “cochas” y “oconales” se caracterizan por presentar suelos saturados de agua y vegetación hidrofítica. Generalmente se hallan presentes en la región altoandina del Perú sobre los 3500 a 4900 m.s.n.m., son alimentados por agua de deshielo, ríos, lagunas y lluvias; además cumplen funciones importantes como reguladores de los regímenes hidrológicos, hábitat de una diversidad de flora y fauna silvestre, y son fuentes importantes de forraje y agua.

Los macroinvertebrados por su parte son un componente vital en los ambientes acuáticos lóticos y lénticos, su amplia distribución, fácil recolección y preservación, los hacen aptos para cualquier posible revisión taxonómica. Además, que su importancia se debe a que tales organismos responden rápidamente a variaciones ambientales del medio en donde viven, y sus características fisiológicas y morfológicas les permite sobrevivir a una amplia gama de condiciones del agua en la que se hallan.

Cada cuerpo de agua presenta macroinvertebrados, cuya composición y abundancia le son propias; y la presencia o ausencia está condicionada por las características ambientales de su hábitat. Dado el papel fundamental que desempeñan los macroinvertebrados en los ambientes acuáticos. El conocimiento taxonómico y su estudio en los bofedales es poco conocida a nivel regional. Razón que hace importante su estudio conjuntamente con las características fisicoquímica del agua.

En base a lo anterior la investigación planteada tiene como propósito determinar la influencia de la características física y química del agua sobre la composición y abundancia de diversos géneros que componen los macroinvertebrados en ambientes lénticos de dos bofedales “Abra apacheta” y “Rumiruyuccpampa”. Estos ambientes están representados por asociaciones vegetales siempre

verdes de fisonomía herbácea cespitosa ubicados a 4500 y 4800 m.s.n.m. en la cabecera del río Apacheta, dentro del distrito de Paras.

Por lo señalado se desarrolló el presente trabajo de investigación teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar macroinvertebrados de ambientes lénticos en relación a las características fisicoquímica del agua de su hábitat en dos bofedales de la localidad de Apacheta, en el distrito de Paras, Región de Ayacucho durante los meses de septiembre a mayo del 2017.

Objetivos específicos

1. Determinar la composición de macroinvertebrados de ambientes lénticos en dos bofedales de la localidad de Apacheta, Cangallo-Ayacucho.
2. Determinar la abundancia de los componentes macroinvertebrados en dos bofedales de la localidad de Apacheta, Cangallo-Ayacucho en relación con las características fisicoquímicas del agua de su hábitat.
3. Determinar la similitud mediante el índice de Morisita de los bofedales y dentro de éstas, las zonas de muestreo en base a las características de macroinvertebrados halladas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se estudió las condiciones biológicas y ecológicas del humedal Jaboque Bogotá-Colombia en el año 2010 por medio de la medición de variables físicas y químicas en periodos climáticos contrastantes y la evaluación de la composición, biomasa y estructura trófica de los macroinvertebrados. Como resultado se registró una composición faunística formada por 26 géneros confirmados y nueve aún por confirmar. En las épocas de menores lluvias se registró la menor riqueza y mayor abundancia. El análisis de componentes principales evidenció que los sólidos explican la mayor variación sobre los datos 80.1%, seguido por el oxígeno disuelto (65%); estas variables junto con el amonio explicaron el 68.91% de la variación de la diversidad. Los contenidos estomacales registraron altos porcentajes de materia orgánica evidenciando así que el principal aporte de energía es la vía detrítica. Las variables físicas, químicas y comunitarias de los macroinvertebrados presentaron fluctuaciones espacio-temporales ocasionado por la variación en la concentración de materia orgánica en el humedal y a sus altos niveles de eutrofización¹.

En el año 2009 se estudiaron 65 charcos distribuidos en varios bofedales de la zona altoandina de Bolivia sobre las cordilleras Occidental y Oriental. Con el objetivo de relacionar la distribución y abundancia de plantas acuáticas con variables ambientales. Un total de 17 especies de macrofitas fueron registradas. , entre las cuales se encuentran: *Lachemilla pinnata*, *Lachemilla diplophylla*, *Ranunculos psycrophyllus*, *Lilaea scilloides*, *Isoetes* sp, y *Myriophyllum quitense*. Sus resultados muestran que los charcos se diferencian, tanto en las características físico-químicas, como en las comunidades de plantas acuáticas².

La composición de macroinvertebrados bentónicos en el nivel altoandinos también se ve afectada por la salinidad. Los moluscos, ostrácodos y anfípodos

son abundantes en los lagos poco mineralizados y no se encuentran en los muy mineralizados, donde persisten mayormente los dípteros y las especies de *Artemia*. En los bofedales son abundantes los quironómidos, oligoquetos, gastrópodos, coríxidos y anfípodos, pero a medida que aumenta la mineralización del agua, la diversidad de estos insectos acuáticos disminuye notoriamente. En los andes muy pocos estudios se han centrado en examinar el papel que desempeñan los factores locales en la determinación de la riqueza de especies. Algunos ejemplos son los estudios sobre macroinvertebrados, en base a estos antecedentes, se ha podido identificar vacío de conocimiento en especies y comunidades características e indicadoras³.

En Bolivia se realizan pocos, pero importantes estudios en bofedales. El grupo de investigación del IE (Instituto de Ecología) en el año 2010 se ha dedicado al estudio de los bofedales en temas como: ocurrencia de especies vegetales para conocer cuales especies pudieran ser dependientes de otras e investigación de presencia de invertebrados (plancton y macroinvertebrados) en riachuelos y ojos de agua en bofedales de Tuni Condori. Encontrando que, debido sus características particulares, albergan una flora y fauna únicas. Las plantas típicas de los bofedales son dos especies de juncos: *Distichia muscoides*, que forma cojines densos y duros de color verde intenso y en los bordes de los cojines laxos con hojas duras en forma de aguja. Otras plantas presentes en bofedales son: *Deyuxia*, *Poa*, *Carex*, *Scirpus*, *Liliaeopsis andina*, *Lucilia tunariensis*, *Isoetes lechleri*, *Festuca dolichophylla*, *Gentiana peruviana* y *Plantago tubulosa*⁴.

En el humedal de Jaboque (Bogotá) se estudió la composición y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados asociados a la vegetación acuática flotante y al sedimento; desde abril de 2009 hasta enero de 2010 y se realizaron mediciones de las variables físicas y químicas del agua. En la vegetación acuática se encontraron representantes de 36 géneros (27 confirmados y nueve por confirmar), correspondientes a 27 familias, diez órdenes y cinco clases. Las familias más abundantes en las macrofitas fueron Glossiphoniidae, Hyaellidae y Asellidae. La abundancia promedio fue de 908 ind/m². La mayor densidad se presentó en enero de 2010 (1099 ind/m²) y la menor en octubre de 2009 (805 ind/m²). De los macroinvertebrados bentónicos se registraron seis géneros y cinco familias, siendo Tubificidae, Glossiphoniidae y Physidae las más abundantes; la abundancia promedio fue de 21.5 ind/m². Variables como el amonio, el oxígeno disuelto, DBO5 y la temperatura ambiente mostraron diferencias significativas entre los periodos climáticos. Los sólidos en suspensión

explicaron la mayor variación en el conjunto de datos 80.1%, seguidos por el oxígeno disuelto (65%); junto con el amonio 68,9%, estas variables demostraron una mayor influencia sobre la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos. El análisis de correlación canónica mostró que la abundancia de la familia Glossiphoniidae se relacionó positivamente con la concentración de nitratos y con la conductividad, mientras que la de la familia Tipulidae se asoció al oxígeno disuelto, con lo cual se evidencia que las condiciones eutróficas y saprobias del humedal influyen sobre la abundancia de estas familias debido probablemente a su adaptación a dichas características. En general, los resultados obtenidos se asocian con una elevada concentración de materia orgánica y con altos niveles de eutrofización⁵.

Como resultado del estudio en el bofedal de Vinchos en el año 2015; se encontraron 18 géneros perteneciente a 16 familias, 12 órdenes y siete clases, siendo la más diversa y abundante clase Insecta. Y los géneros con mayor abundancia están representados por *Hyalella* (Amphipoda: Hyalellidae) con una abundancia relativa de 45,6% y *Ectemnostega* (Hemiptera: Corixidae) con una abundancia relativa de 30,4%, manteniendo su abundancia durante los cuatro meses de muestreo en dos ambientes, (lentico y lotico), en las tres zonas (alta, media y baja). El análisis fisicoquímico de agua llega a presentar valores inferiores a los reportados para ríos y lagunas altoandinos⁶.

En el año 2015 se realizó la investigación en el bofedal del distrito de Quinua (Ayacucho) donde se logró obtener: 33 géneros de macroinvertebrados agrupados en 28 familias, 13 órdenes y 8 clases. Los géneros más abundantes encontrados en los ambientes “lenticos” y “loticos” del bofedal durante los meses de muestreo fueron *Hyalella*, *Ectemnostega*, *Alotanypus*, representando porcentajes de 34,78%, 25,03%, y 23,83% respectivamente siendo igualmente abundantes para todos los meses en ambientes “lenticos” y “loticos”, con la única excepción de *Hyalella* tendiente a disminuir en el mes de marzo. El análisis fisicoquímico de agua se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, mientras que los valores para conductividad, se encuentran por encima de los establecidos para la misma norma⁷.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Bofedales

Son ecosistemas ubicados en zonas alto andinas por encima de los 3800 m.s.n.m., son altamente dependientes del agua proveniente de precipitaciones,

deshielo de glaciares, así como por afloramientos superficiales de aguas subterráneas, son el hábitat para una gran diversidad biológica, y son una fuente de importante de forraje y agua.

2.2.2. Comunidad biológica

Conjunto de diversas poblaciones que habitan un ambiente común y que se encuentran en interacción recíproca. Esa interacción regula el número de individuos de cada población y el número y el tipo de especies existentes en la comunidad.

2.2.3. Macroinvertebrados acuáticos

Son aquellos organismos que pueden observarse a simple vista, que habitan en el fondo de los lagos y ríos adheridos a sustratos tales como rocas, piedras, plantas acuáticas o enterradas en el sustrato; es decir aquellos que tienen un tamaño mayor a 0.5 mm, comprenden artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos).

2.2.4. Composición de la comunidad

La composición es el conjunto de organismos de todas las especies que coexisten en un lugar y en un tiempo determinado.

2.2.5. Abundancia de la comunidad

Es el número de individuos que presenta las especies que tiene una comunidad por unidad de superficie o de volumen.

2.2.6. Diversidad de la comunidad

Se refiere a la variedad de especies que constituyen una comunidad.

2.2.7. Hábitat

Es un lugar que ocupa la especie dentro del espacio físico de la comunidad. Es necesario considerar al estudiar el concepto de hábitat que los organismos reaccionan ante una variedad de factores ambientales y sólo pueden ocupar un cierto hábitat, cuando los valores de esos factores caen dentro del rango de tolerancia de la especie.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Ecosistemas acuáticos

Se entiende por ecosistema a la unidad ecológica en la cual un grupo de organismos interactúa entre sí y con el ambiente¹², en este sentido, de forma general podría hablarse de dos tipos básicos de ecosistema: acuáticos y terrestres.

Desde siempre, los ecosistemas acuáticos han estado influenciados por dos grandes grupos de factores: bióticos y abióticos. Los primeros se refieren a todas

las interacciones entre los diferentes organismos del ecosistema, entradas, flujos de energía y zonas de ribera, mientras que los factores abióticos hacen referencia a variables climáticas, físico-químicos y biogeográficos que influyen el medio en el cual se desenvuelven los organismos acuáticos^{10,12}.

De forma general, se puede decir que los principales sistemas de aguas epicontinentales o dulces, son: lagos, lagunas, ríos, aguas subterráneas y embalses, estos sistemas a su vez se encuentran clasificados en dos grandes grupos a saber: sistemas loticos y sistemas lenticos¹².

2.3.2. Bofedales

Los bofedales son reconocidos como sistemas lénticos, se forman en la naturaleza ubicadas sobre los 3800 m.s.n.m., en donde, en las planicies presentes se almacena agua proveniente de las precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas. Esto indica que se trata de un sistema frágil dentro del cual, existen áreas de bofedales, que presentan una compleja interacción entre los factores bióticos seres vivos (animales y plantas) y los factores abióticos (suelo, agua, clima); es decir, permiten el asiento de comunidades ecológicas, entre las cuales destacan los seres humanos, animales terrestres, aéreos y acuícolas y una infinita diversidad de especies vegetales que se cobijan bajo este ecosistema que pareciera sustentarse sobre el agua⁵.

La composición botánica consta en su mayoría de 59.5 % de especies herbáceas, 12.3 % de gramínoideas o juncáceas, 16.4 % de gramíneas y 11.7 % de otras especies misceláneas⁵.

2.3.2.1. Bofedales en el área de estudio

Los bofedales estudiados se hallan en la cabecera del río Apacheta dentro del distrito de Paras en la provincia de Cangallo, Región de Ayacucho muy próximo al distrito de Pillpichaca en la Región de Huancavelica, altitudinalmente entre los 4500 y los 4800 m.s.n.m.

El bofedal es un ecosistema que pueden tener unas pocas hasta muchas hectáreas de extensión, con la característica de que existe permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofíticos. Las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas⁵.

Los bofedales por lo general conservan su misma extensión, por el hecho de que presentan aguas subsuperficiales poco profundas, sin embargo, existe marcada

influencia por la temporada de lluvia, pese a ello la vegetación presente en ella se mantiene siempre verde.

Los servicios ambientales propios de estos bofedales son el de provisión de agua y almacenamiento de agua y carbono. Una de las principales características de bofedales es constante humedad edáfica durante todo el año. Ellos usualmente se desarrollan en áreas planas alrededor de pequeños estanques y a lo largo de pequeños arroyos y manantiales. Los bofedales pueden ser estacional o permanente, así como natural o artificial (Hecho por el hombre). Otras características son la presencia de suelo orgánico o turba¹³.

2.3.2.2. Bofedales a nivel nacional y regional

La extensión de bofedales en el Perú se estima ahora a 549,360 hectáreas, aproximadamente el 0,4% del territorio nacional¹⁴. Los bofedales "ocupan zonas que almacenan agua proveniente del deshielo de los nevados, nacientes de los ríos (ojos de agua), de las precipitaciones o de las filtraciones provenientes del agua de acuíferos"¹⁴.

La juncácea *Distichia muscoides* suele ser una de las especies dominantes o características en bofedales y es una de las especies que producen turba¹⁵. Además, son identificados como "ecosistemas frágiles" según (Ley N° 28611, artículo 99)¹⁸, porque varias especies de flora y fauna amenazadas y / o endémicas son dependientes de ellos y conforme a la Zonificación Ecológica peruana DS N° 087 a 2004-PCM, los bofedales son áreas de conservación o protección¹⁶.

A nivel regional Los bofedales abarcan el 1.3% del territorio de la región Ayacucho con 56613.57 Hectáreas, las especies vegetales más representantes son *Distichia muscoides*, con una cobertura de más del 90%¹⁷.

2.3.3. Macroinvertebrados

Son aquellos organismos que pueden observarse a simple vista, que habitan en el fondo de los lagos y ríos adheridos a sustratos tales como rocas, piedras, plantas acuáticas o enterradas en el sustrato; es decir aquellos que tienen un tamaño mayor a 0.5 mm, dentro de esta categoría tenemos representantes de varias taxas: poríferos, hidrozoo, turbelarios, oligoquetos, hirudíneas, insectos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. Debido a que estos organismos ocupan hábitat con las características ambientales a las que están adaptadas, las comunidades que conforman, tienen una composición y estructura característica, pero si varía esas condiciones, se refleja en el cambio de la composición y

estructura. Por lo que muchos de sus integrantes se comportan como indicadores ecológicos⁹.

2.3.3.1. Biología y ecología de los macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados son organismos generalmente bentónicos, sin embargo, se han determinado tres tipos principales: el neuston, incluye aquellos organismos que viven sobre la superficie del agua. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto se encuentran recubiertos por una sustancia cerosa que los hace impermeables¹⁸; el neuston, está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua; los bentos, se refiere a todos aquellos organismos a que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares¹⁸.

Muchas familias de Trichoptera, Plecóptera, dípteros y coleópteros, consumen materia orgánica particulada gruesa no leñosa hoja primaria y microbiota, especialmente hongos. Existen también algunos filtradores, que consumen principalmente materia orgánica particulada fina, microbiota y perifiton, entre estos están algunos Trichoptera, Díptera y algunos Ephemeroptera. Algunos raspadores, como un gran número de familias efemerópteros, tricópteros y algunos dípteros, lepidópteros y coleópteros, basan su dieta en perifiton, especialmente diatomeas y microcapas orgánicas, finalmente, los depredadores pueden consumir macrofitas por perforación de tallo y hojas, o presas animales como en el caso de los odonatos, megalopteros, algunos plecópteros, tricópteros y coleópteros¹².

2.3.3.2. Principales grupos de Macroinvertebrados acuáticos

a. Clase Insecta

- **Orden Ephemeroptera**

Hemimetábolos. Todos son acuáticos en sus etapas inmaduras, en Costa Rica hay 10 familias y se reconocen por tener tres (a veces dos) filamentos terminales y branquias abdominales. Se encuentran en casi todos los ambientes de agua dulce, pero son más abundantes y diversos en los fondos rocosos de los ríos. Muchas especies son recolectoras y se alimentan de una variedad de algas unicelulares y detritus; algunas especies son excavadoras en el fondo²⁰.

- **Orden Odonata**

Hemimetábolos. Todos son acuáticos en sus etapas inmaduras y en Costa Rica hay 14 familias. Las ninfas son depredadores y se reconocen por tener un labio altamente modificado para atrapar presas, el cual es fácil de observar debajo de

la cabeza; este labio permanece doblado en reposo, pero se extiende rápidamente hacia delante cuando la ninfa tiene una presa en frente. La mayoría vive sobre el fondo o la vegetación sumergida^{20,21}.

- **Orden Plecoptera**

Hemimetábolos. Todos son acuáticos en sus etapas inmaduras, en Costa Rica y Centroamérica hay una sola familia (Perlidae), aunque existen 16 familias a nivel mundial. Se reconocen por tener dos cercos terminales y branquias torácicas. Se encuentran casi exclusivamente en aguas con corriente, donde son depredadores, por lo menos en las últimas etapas ninfales²⁰.

- **Orden Hemiptera**

Hemimetábolos. Este orden incluye los chinches (suborden Heteróptera) y los homópteros (subórdenes Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha). Los homópteros incluyen algunas pocas especies facultativamente acuáticas o semiacuáticas, mientras que los chinches incluyen 7 familias acuáticas y 8 familias semiacuáticas (incluyendo los patinadores), de las casi 60 familias presentes en Costa Rica. Los hemípteros se reconocen por las piezas bucales en forma de proboscis (“pico”), siendo la gran mayoría de las especies acuáticas depredadores y muchas de ellas capaces de picar muy doloroso^{20,21}.

- **Orden Megaloptera**

Holometábolos. Todos son acuáticos en sus etapas larvales, las cuales son similares a ciertas larvas de Coleoptera. Es un orden pequeño con solo dos familias. Los Corydalidae son grandes y viven principalmente en aguas con corriente mientras que los Sialidae (una familia menos común) son más pequeños y habitan en varios tipos de agua con sedimentos blandos. Las larvas de ambas familias son depredadoras y las pupas son terrestres²⁰.

- **Orden Neuroptera**

Holometábolos. Es un orden principalmente terrestre y de las 10 familias presentes en Costa Rica, solamente Sisyridae es acuática. Las larvas de esta familia se alimentan exclusivamente de esponjas (y posiblemente Bryozoa) de agua dulce. La pupa y el adulto son terrestres^{20,21}.

- **Orden Trichoptera**

Holometábolos. Todos son acuáticos en sus etapas inmaduras (larva y pupa) y en Costa Rica hay 15 familias. Este orden es el grupo hermano de Lepidóptera y las larvas son similares, pero en vez de propatas a lo largo del abdomen, los tricópteros tienen un solo par de propatas al final del abdomen (con una sola

uña). Viven en muchos tipos de agua dulce y su biología es diversa. Muchas larvas usan seda para armar casitas de piedras, material vegetal y hasta de conchas de caracoles; otros construyen una red de seda para filtrar el agua y algunos no construyen ni casita ni red^{20,21}.

- **Orden Lepidoptera**

Holometábolos. Casi todos los lepidópteros son terrestres y las únicas especies con larvas y pupas acuáticas son los miembros de la subfamilia Nymphulinae (Crambidae). Las larvas de esta subfamilia viven en casitas en plantas acuáticas o sobre rocas en áreas de corriente, donde construyen túneles de tela y se alimentan de algas; algunas respiran del aire y otras tienen branquias^{20,21}.

- **Orden Diptera**

Holometábolos. Aunque es principalmente terrestre, este orden contiene más especies dulceacuícolas que cualquier otro grupo de macroinvertebrados (sobre todo en la familia Chironomidae). Hay alrededor de 100 familias de moscas en Costa Rica, de las cuales aproximadamente 20 tienen especies acuáticas; más o menos la mitad de estas familias contienen exclusivamente (o casi exclusivamente) especies acuáticas mientras que la otra mitad incluyen especies acuáticas y terrestres. Las larvas y a menudo las pupas también son estadios acuáticos. Los dípteros acuáticos habitan en más tipos de agua que cualquier otro grupo de insectos, su biología es sumamente diversa y las larvas son muy variables en su morfología, aunque nunca poseen patas verdaderas (articuladas) en el tórax^{20,21}.

- **Orden Coleoptera**

Holometábolos. Hay más de 100 familias de escarabajos y alrededor de 15 de éstas son principalmente acuáticas, aunque Hydrophilidae y Ptilodactylidae tienen también muchas especies terrestres. Algunas otras familias, principalmente terrestres, tienen muy pocas especies acuáticas (p. ej. Curculionidae y Chrysomelidae) o tienen algunas especies semiacuáticas (p. ej. Staphylinidae). En la mayoría de los casos tanto las larvas como los adultos son acuáticos, pero en Psephenidae y Ptilodactylidae solo las larvas son acuáticas, mientras que en Dryopidae solo los adultos son acuáticos. Las pupas generalmente son terrestres (excepto en Noteridae). Los escarabajos acuáticos habitan en casi todos tipos de agua dulce, su biología es muy diversa y las larvas son muy variables en su morfología²⁰.

b. Clase Crustaceo

Los crustáceos son principalmente marinos (más del 90% de las especies), pero existen varias especies dulceacuícolas y muy pocas terrestres; de las seis clases, cuatro se presentan en agua dulce (las otras dos son pequeñas y exclusivamente marinas). En contraste con los insectos, los crustáceos tienen un número variable de patas (dependiendo del grupo) y tienen dos pares de antenas, aunque un par puede ser muy reducido^{20,21}.

c. Clase Arachnida

El subfilo Chelicerata incluye tres clases, dos exclusivamente marinas y Arachnida, que es principalmente terrestre y abarca más del 99% de todas las especies queliceradas. En la clase Arachnida, algunas son semiacuáticas, sobre todo las arañas pescadoras (Pisauridae: *Dolomedes* spp.) que pueden bucear y quedar sumergidas por varios minutos. Sin embargo, sólo los ácaros (subclase Acari) incluyen un gran número de especies acuáticas. La etapa larval de los ácaros tiene seis patas mientras que las ninfas y adultos tienen ocho; se pueden distinguir los ácaros con seis patas de los insectos por su cuerpo redondeado y ausencia de antenas²⁰.

d. Phylum Annelida

La clasificación tradicional de los anélidos en tres grupos (poliquetos, oligoquetos y sanguijuelas. Los oligoquetos representan un grupo parafilético, aunque junto con las sanguijuelas forman un grupo Mono filetico, la clase Clitellata, que incluye la gran mayoría de los anélidos dulceacuícolas y terrestres. Los poliquetos, otro grupo parafilético, son principalmente marinos, aunque incluyen algunas pocas especies dulceacuícolas. La mayoría de los oligoquetos son terrestres (lombrices de tierra), pero 22% de las especies viven en agua dulce y algunas pocas son marinas. Las especies dulceacuícolas generalmente son pequeñas (1mm hasta algunos centímetros) y detritívoras en los sedimentos del fondo. Aproximadamente un 70% de las especies de sanguijuelas viven en agua dulce y las demás son marinas o terrestres; son ectoparásitos o depredadoras de otros animales²⁰.

e. Clase Ostracoda

Son microcrustáceos (usualmente <3mm) con un caparazón de dos valvas, como una almeja miniatura, similar a los “camarones almejas”. El primer par de antenas están modificadas para excavar, trepar o nadar. La mayoría de las especies viven en el fondo del agua y muchas son filtradoras²⁰.

f. Orden Amphipoda

La mayoría de las especies miden de 5 a 20mm; similar a los isópodos, la hembra incuba los embriones y no existen etapas larvianas independientes. Los anfípodos generalmente viven en el fondo del agua o en la vegetación acuática y pueden ser herbívoros, detritívoros, depredadores u omnívoros^{20,21}.

2.3.3.3. Evaluación biológica

La evaluación de la calidad del ambiente, en particular de las comunidades acuáticas, ha sido por tradición, desarrollada con base en métodos soportados por mediciones y determinaciones de las características físicas y químicas. Cuando se trata de estimar o determinar la calidad ambiental en general, son aplicados los procedimientos físico-químicos clásicos para denotar el grado de calidad o afectación del parámetro estudiado¹².

Para el análisis de la calidad de las aguas de un río pueden utilizarse diferentes métodos, tanto físico-químicos como biológicos. Los problemas de los parámetros físico-químicos radican en que sus resultados, más o menos exactos, son siempre puntuales. Así, estos métodos sirven para detectar un vertido en el momento en que está en el agua, pero pueden no detectar un vertido realizado unos días atrás. Además, no tienen en cuenta en muchas ocasiones otras alteraciones del ecosistema acuático que pueden afectar a sus componentes¹².

Para complementar lo anterior se recurre a métodos biológicos, basados en las comunidades de organismos acuáticos, ya que éstos reaccionan ante los posibles efectos de una alteración de las condiciones del medio donde una comunidad habita puede evidenciarse a diferentes niveles. Si la perturbación es muy grande los efectos se notan a nivel de la comunidad entera con la única presencia de algunas especies tolerantes. Perturbaciones intermedias (por ejemplo, un incremento de nutrientes) puede dar lugar a otros cambios menos drásticos, como la desaparición de unas pocas especies o el incremento de la densidad de otras ya presentes o la aparición de unas terceras, más tolerantes al factor estrés ante alteraciones en la calidad de las aguas cambiando su composición específica²¹.

2.3.3.4. Macroinvertebrados como indicadores

Los macroinvertebrados se encuentran entre los organismos que mejor se han adaptado a los ecosistemas fluviales, ya que viven en la mayoría de los arroyos y ríos de todo el mundo, con excepción de aquellos más efímeros o muy

contaminados. Además, la densidad y diversidad de invertebrados suele ser muy elevada, habiéndose encontrado hasta un millar de especies en arroyos particularmente bien estudiados. Habitan en los sedimentos, tanto blandos como rocosos, así como en plantas sumergidas²².

Al evaluar la calidad del agua mediante el estudio de la composición y la abundancia de las comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de invertebrados²². Se juzga que un organismo es indicador de la calidad de agua, cuando se encuentre invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior al resto de los organismos con los que comparte el hábitat¹⁵ los macroinvertebrados acuáticos han sido muy aceptados como uno de los componentes más adecuados para el monitoreo biológico en ecosistemas acuáticos por presentar las siguientes ventajas ecológicas: Son abundantes, de amplia distribución (prácticamente universales) y fáciles de recolectar, son sedentarios en su mayoría y, por tanto, reflejan las condiciones locales, relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos, como las bacterias, virus, entre otros, presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo (extremadamente sensibles a perturbaciones), proporcionan información para integrar los efectos acumulativos, presentan un patrón de estímulo-respuesta ante alteraciones físico-químicas, poseen ciclos de vida largos. Son apreciables a simple vista, se pueden cultivar en el laboratorio, responden rápidamente a tenses ambientales, varían poco genéticamente²¹.

2.3.3.5. Importancia de bioindicadores en bofedales

A diferencia de los ecosistemas terrestres, los bofedales suelen presentar una gran variabilidad, tanto en el tiempo como en el espacio en las características físico-químicas de las aguas superficiales, determinado por la precipitación pluvial y la geología del terreno. Esto tiene efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en los bofedales, ya que deben desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios, que pueden llegar a ser muy extremos, por ejemplo, ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación extremos²³.

Conocer la estructura y las relaciones entre los componentes físicos, químicos y biológicos, permitirá determinar si los bofedales han sufrido cambios en sus características ecológicas, que se puedan traducir en deterioro o desequilibrio de

los procesos y funciones naturales; y de los productos, atributos y valores asociados a estos²³.

Cada uno de los elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de los bofedales responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). De este modo, podemos utilizar componentes para monitorear su "estado" (ej. bioindicadores), y trasladar esa condición al estado del bofedal. Para esto, debemos utilizar el supuesto de que el componente escogido representa fielmente la condición global, o bien, es el componente más sensible que permite detectar cambios tempranos. Es evidente que cuando se desconocen las características básicas de los componentes bióticos y/ abióticos, su uso como bioindicadores es limitado. En este contexto, la identificación de variables de estado, permite analizar la condición global del bofedal sin la necesidad de un análisis detallado de su estructura²³.

No todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica⁷. Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes⁷.

2.3.4. Características física química del agua

La gran mayoría de problemas de calidad del agua están relacionadas con la contaminación bacteriológica u otras clases de contaminación biológica, puede presentarse un número significativo de problemas graves como consecuencia de la contaminación química de los recursos hídricos. Dicha contaminación puede emerger de la minería o de prácticas agrícolas, algunas de ellas incorrectas o provenir de fuentes naturales, para establecer si existen problemas de este tipo, podría ser necesario proceder a medir un número seleccionado de parámetros físicos- químicos. Sin embargo, particularmente en países en desarrollo, podría ser muy costoso y físicamente impracticable cubrir un número grande de parámetros, por lo que en la mayoría de los casos las pruebas se limitan a pruebas microbiológicas¹¹.

2.3.4.1. Características físicas del agua

a. Temperatura

La radiación solar no solamente determina la calidad y cantidad de luz, sino que también afecta la temperatura del agua. Mientras que en las zonas templadas la temperatura varía ampliamente con el cambio de estaciones, en las zonas tropicales permanecen más o menos constantes a lo largo del año: siempre fría en las altas montañas y cálida a nivel del mar. En otras palabras, los organismos sometidos a cambios de estaciones toleran más los cambios de temperatura y sus ciclos de vida están acoplados a estos cambios¹⁸.

b. Color

El color de un cuerpo lo constituye la energía no absorbida. En el caso del agua, existen gran variedad de colores que van desde azul hasta el rojo, dependiendo de las sustancias químicas disueltas, de las suspendidas o del plancton en ella existente.

Por lo regular, los ecosistemas acuáticos altamente productivos o eutróficos presentan colores amarillentos, azul- grisáceos o pardos; los menos productivos u oligotróficos, tienen tendencia a colores con tonos azulados o verdosos. Los compuestos húmicos originados por descomposición de material alóctono dan un color amarillento; el color en si no afecta de manera directa a los organismos, pero si directamente al impedir el paso normal de la luz solar, indispensable para la fotosíntesis. El cambio de color en el agua se convierte, entonces en una medida visual de contaminación¹⁸.

c. Turbiedad

La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua, puesto que limita el paso de la luz a través de ella la forma más frecuente como el hombre aumenta la turbiedad del agua es por la construcción de obras (carreteras, canteras), están son arrastrados por las lluvias, en especial en ambientes donde las precipitaciones son frecuentes y altas, este se convierte en uno de los factores más perturbadores de los ecosistemas acuáticos¹⁸.

d. Sólidos disueltos totales

Las corrientes transportan materiales, principalmente sólidos disueltos o sólidos suspendidos. Los primeros se refieren a la materia orgánica en forma iónica y los

segundos, a la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. Los sólidos suspendidos pueden verse a simple vista como pequeñas partículas y son los que dan turbiedad al agua. Desde el punto de vista ecológico, aguas con elevadas cantidades de sólidos disueltos indican alta conductividad que puede ser un factor limitante para la vida de muchas especies por estar sometidas a una presión osmótica. Por su parte un alto contenido de sólidos en suspensión o alta turbiedad, también es limitante para el ecosistema acuático ya que impide el paso de los rayos solares, daña y tapona el sistema de intercambio gaseoso en los animales acuáticos y destruye su hábitat natural¹⁸.

2.3.4.2. Características químicas del agua

a. Alcalinidad

La alcalinidad indica la cantidad de cambio que ocurrirá en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido. Debido a que la alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de bicarbonato y de carbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones. Los iones de bicarbonato y de carbonato son algunos de los iones dominantes presentes en las aguas naturales; por lo tanto, las mediciones de alcalinidad proporcionan información sobre las relaciones de los iones principales y la evolución de la química del agua. Este parámetro está íntimamente ligado con las formas en la cual se encuentran el dióxido de carbono. Cuando el CO₂ penetra en el agua, rápidamente se hidrata formando el ácido carbónico¹².

b. Calcio y magnesio

El calcio es un elemento importante en las aguas continentales (quinto en abundancia) y es el resultado del poder solvente del agua sobre las rocas calcáreas con las que pone en contacto. Se presenta principalmente bajo la forma de carbonato de calcio y está relacionada con la concentración del ion catión Ca⁺⁺, alcalinidad, pH, temperatura y concentración total de sólidos disueltos. El calcio está muy relacionado con la dureza del agua y es importante para los seres vivos: nutriente en el metabolismo de las plantas superiores, para las membranas celulares, para la formación de estructuras calcáreas. El magnesio es requerido por las plantas por ser parte estructural de la clorofila como integrante de enzimas. En aguas naturales se presentan en concentraciones que van de 5 a 50mg/l. Los carbonatos en aguas duras están

presentes por lo general como CaCO_3 en una proporción de más del 95%, con una presión parcial de CO_2 normal¹².

c. Cloruros

Los cloruros ocupan un tercer lugar del porcentaje de los aniones en el agua, estos por lo general expresan la salinidad, por lo mismo es un factor importante en la distribución geográfica de los organismos. La determinación de los cloruros es una prueba relativamente sencilla: se utiliza el cromato de potasio como indicador (amarilla) y se titula con nitrato de plata hasta la obtención de un color anaranjado o rojo ladrillo¹².

d. Dureza total

En las aguas continentales está determinada por la concentración de metales alcalinotérreos originados por depósitos calcáreos de la superficie terrestre. Los iones de calcio y magnesio se combinan fácilmente con los bicarbonatos y carbonatos, dando origen a la dureza temporal y con los sulfatos, cloruros, nitratos lo que se conoce como dureza permanente. Debido a que en las aguas naturales los iones más comunes son los de Ca^{++} y Mg^{++} la dureza se define como la concentración de estos iones expresados como carbonato de calcio¹².

e. Oxígeno disuelto

La determinación del oxígeno disuelto en las aguas continentales es de mayor interés, pues depende de un conjunto de factores ecológicos, así como determina la presencia de organismos superiores. La turbulencia actividad de los organismos autótrofos, la respiración, reducción y oxidación generada por las bacterias son los principales factores que afectan su concentración en las aguas. El método de Winckler es el más usado actualmente, la precisión de este método varía de 0.1 a 0.6%, debiéndose los errores a la presencia de sustancias que interfieren como grasas y el SH_2 ¹².

2.3.5. Convención Ramsar

La Convención Ramsar es un tratado intergubernamental que sirve para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Está conformado por los países y organizaciones no gubernamentales que se preocupan por la creciente pérdida y amenaza de estos ecosistemas. El tratado se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigencia en 1975. Es el único tratado global referido al ambiente que se ocupa de un tipo de ecosistema en particular, y que sus países miembros procedan de todas las regiones del planeta, siendo nuestro país uno de ellos. Entonces, llamamos sitios Ramsar a los humedales

designados por la Convención para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional por cumplir criterios ecológicos específicos.

La Convención entró en vigor en 1975 y en (enero de 2013) cuenta con 163 Partes Contratantes, o Estados miembros, de todo el mundo. Si bien el mensaje central de Ramsar es la necesidad de usar todos los humedales de forma sostenible, la “estrella” de la Convención es la Lista de Humedales de Importancia Internacional (la “Lista de Ramsar”) hasta ahora las partes han designado más de 2060 humedales con una superficie de 197 millones de hectáreas (1,97 millones de kilómetros cuadrados), equivalentes a una superficie superior a la de Alemania, Francia, España, Italia y Suiza juntas, para inclusión en la lista y protección especial como “Sitios Ramsar”.

En el Perú tenemos el privilegio de albergar a nueve Sitios Ramsar ubicados en ocho Áreas Naturales Protegidas-ANP por el Estado: dos de ellos en la Reserva Nacional de Salinas y Aguaba Blanca; y los demás en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa; los Santuarios Nacionales Los Manglares de Tumbes y Lagunas de Mejía; y las Reservas Nacionales de Junín, Salinas y Aguada Blanca, de Paracas, Pacaya Samiria y Titicaca²⁵.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

La zona de estudio tiene la siguiente ubicación política

Región : Ayacucho

Provincia : Cangallo

Distrito : Paras

3.1.2. Ubicación geográfica

Los bofedales de estudio tienen la siguiente ubicación geográfica:

a. Bofedal Abra Apacheta

Latitud : 8522811

Longitud : 0528326

Altitud : 4750 m.s.n.m.

Comprende dos zonas; una ubicada en la parte alta y otra en la parte baja del bofedal, cada una se constituye de ambientes lénticos (temporales y permanentes) las zonas ubicadas en el bofedal Abra Apacheta tienen la siguiente ubicación:

Tabla 1. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo del Bofedal “Abra Apacheta”, de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

ZONA	Unidad de muestreo	Ambiente Léntico	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
			Latitud (m)	Longitud (m)	
Zona I	1	Temporal	8522717	0528076	4751
	2	Temporal	8522717	0528076	4751
Zona II	1	Temporal	8522811	0528326	4750
	1	Permanente	8522811	0528326	4750

b. Bofedal Rumiruyuccpampa

Latitud : 8522552

Longitud : 0530453

Altitud : 4542 m.s.n.m.

Comprende tres zonas; ubicadas en la parte alta, media y baja del bofedal, y cada una se constituye de ambientes lenticos (temporales y permanentes) las zonas ubicadas en el bofedal Rumiruyuccpampa tienen la siguiente ubicación:

Tabla 2. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo del Bofedal “Rumuruyuccpampa” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017

ZONA	Unidad de muestreo	Ambiente Léntico	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
			Latitud (m)	Longitud (m)	
Zona I	1	Temporal	8522683	0530273	4554
	2	Temporal	8522683	0530273	4554
	1	Permanente	8522690	0530273	4556
	2	Permanente	8522685	0530273	4553
Zona II	1	Temporal	8522571	0530433	4543
	2	Temporal	8522561	0530443	4543
	1	Permanente	8522581	0530415	4545
	2	Permanente	8522552	0530453	4542
Zona III	1	Permanente	8522729	0530919	4532

Mayor detalle se puede observar en el mapa del anexo 14.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Ambientes lenticos de dos bofedales ubicados en la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

3.2.2. Muestra

13 ambientes lenticos (temporales y permanentes) de los cuales se obtuvieron 96 colecciones de macroinvertebrados y muestras de agua.

3.2.3. Muestreo

El muestreo consistió de dos etapas: la primera con la ubicación y selección de los ambientes lenticos (temporales y permanentes) en los bofedales de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa considerando a través de una selección determinística solo los ambientes lenticos que presentaron una longitud máxima de 2 metros a más; la segunda etapa se basó en la toma de muestras aleatorias en los ambientes lenticos tratando de abarcar diferentes hábitats.

Los bofedales temporales y permanentes se clasificaron en función del régimen hídrico: los bofedales con agua permanente se caracterizan por estar permanentemente inundados y presentar dominancia de *Distichia muscoides* y *Oxychloe andina*, son altamente productivos y de rápida recuperación, y los

bofedal temporales son aquellos de menor humedad que reciben humedad semipermanente razón por la cual se seca temporalmente y entre las especies dominantes se encuentran *Calamagrostis curvula*, *Distichlis humilis* y *Carex sp*⁴⁴

3.3. Metodología y recolección de datos

3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo

3.3.1.1. Bofedal “Abra Apacheta”

Las zonas ubicadas en el bofedal Abra Apacheta, tienen la siguiente codificación:

Tabla 3. Ambientes lénticos (temporales y permanentes) del Bofedal “Abra Apacheta” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.

ZONA	Unidad de muestreo	Características
Zona I	AAT1	Zona alta temporal
	AAT2	Zona alta temporal
Zona II	ABT1	Zona baja temporal
	ABP1	Zona baja permanente

3.3.1.2. Bofedal “Rumiruyuccpampa”

Las zonas ubicadas en el bofedal Rumiruyuccpampa tienen la siguiente codificación:

Tabla 4. Ambientes lénticos (temporales y permanentes) del bofedal “Rumiruyuccpampa” de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016.

ZONA	Unidad de muestreo	Características
Zona I	BAT1	Zona alta temporal
	BAT2	Zona alta temporal
	BAP1	Zona alta permanente
	BAP2	Zona alta permanente
Zona II	BMT1	Zona media temporal
	BMT2	Zona media temporal
	BMP1	Zona media permanente
	BMP2	Zona media permanente
Zona III	BBP1	Zona baja permanente

3.3.2. Toma de datos

3.3.2.1. Colección, limpieza e identificación de muestras de macroinverteb.

a. Colección de muestras de macroinvertebrados

Las muestras de macroinvertebrados fueron colectados durante cuatro meses del año 2016 (de septiembre a diciembre), y cinco meses del año 2017 (enero a mayo), se tomaron muestras una vez al mes. La colecta se realizó con una red tipo D net con una abertura de malla de aproximadamente 500 μ , bajo la técnica

de arrastre por un tiempo de 1 minuto buscando abarcar la zona central y borde de los cuerpos de agua agitando el sustrato y macrofitas; la muestra se guardó en una bolsa plástica con alcohol al 96 % y su respectiva etiqueta para ser examinado posteriormente en el laboratorio. El procedimiento adoptado es una modificación de lo recomendado en la publicación métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú¹⁹.

b. Limpieza de muestras de macroinvertebrados acuáticos

Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica, donde fueron lavadas en un tamiz de 5 mm de luz de malla para eliminar el material fino (limo y arcilla), para luego ser depositados en una bandeja de plástico de donde se seleccionaron los macroinvertebrados que luego fueron colocados en frascos de plástico con tapa rosca, finalmente se realizó la separación por morfotipos mediante el uso de lupas y estereoscopio¹⁹.

c. Identificación y determinación de la composición de los macroinvertebrados acuáticos

Para la identificación y determinación de la composición de los macroinvertebrados se utilizó claves taxonómicas de Roldan³⁴, Domínguez y Fernández²¹, Ruiz Moreno, 1999⁴⁵ y Narcís Prat. et al, 2018⁴⁶. Para la correspondiente caracterización morfológica e identificación taxonómica se utilizó un microscopio compuesto.

d. Determinación de la abundancia

Se realizaron colectas de macroinvertebrados mediante la técnica de arrastre en un tiempo fijo de 1 minuto y se determinó la abundancia relativa para cada uno de los géneros, el cual esta entendido como el número de individuos por unidad de esfuerzo para cada componente de la comunidad.

3.3.2.2. Colección de muestras de agua y características fisicoquímica

En cada zona de muestreo se tomó muestras de agua para determinar *in situ* parámetros fisicoquímicos como: la temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, oxígeno disuelto, pH y solidos totales disueltos, se tomó también muestras de agua sin ningún preservante puesto que su análisis fueron dentro de las 24 horas, se evitó posibles variaciones durante el lapso de tiempo entre la toma de muestra y el análisis del mismo manteniéndolo en refrigeración a menos de 4°C para determinar alcalinidad total, cloruro, dureza cálcica, dureza magnésica y dureza total en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de

Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 5. Características fisicoquímicas a determinar en las muestras de agua²⁹.

Característica fisicoquímica	Unidad	Técnica
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	Colorimétrico
Cloruro	mg Cl ⁻ /L	Colorimétrico
Conductividad	Umhos/cm	Electrométrico
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Colorimétrico
Dureza cálcica	mg/L	Colorimétrico
Dureza magnésica	mg/L	Colorimétrico
pH		Electrométrico
Salinidad	mg/L	Electrométrico
Sólidos disueltos totales	mg/L	Electrométrico
Oxígeno disuelto	mg/L	Electrométrico
Temperatura	°C	Electrométrico

3.4. Análisis de los datos

A partir de los resultados obtenidos se calculó los principales estadísticos descriptivos, los que se presentan en figuras y tablas; Para determinar las posibles diferencias entre las abundancias de los componentes de la comunidad macroinvertebrada acuática según los bofedales, tipos de cuerpos de agua léntico (temporal y permanente) se aplicó la prueba de Kruskal Wallis ($\alpha=0.05$). Para relacionar las abundancias de los macroinvertebrados con las características fisicoquímicas del agua, se realizó el análisis de regresión y correlación de Spearman. Así mismo para determinar los niveles de similitud en base a la comunidad macroinvertebrada acuática se empleó el análisis de conglomerados con el índice de similitud de Morisita (clusters). En todos los casos se trabajó con una confianza del 95% ($\alpha=0,05$).

IV. RESULTADOS

Tabla 6. Composición de macroinvertebrados en ambientes lenticos de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Clase	Orden	Familia	Género	Bofedal				
				Abra Apacheta		Rumiruyu ccpampa		
				T	P	T	P	
Insecta	Coleóptera	Dytiscidae	Lancetes	+	+	+	+	
			Celina	+	+	+	-	
			Derovatellus	+	-	-	-	
			Curculionidae	Género 1	-	-	+	-
	Hemíptera	Corixidae	Ectemnostega	+	+	+	+	
		Macroveliidae	Macrovelia	+	-	-	-	
				Cricotopus	+	+	+	+
				Onconeura	-	-	+	+
			Chironomidae	Chironomus	-	-	+	+
				Alotanypus	+	+	+	+
				Podonomus	-	-	-	+
			Syrphidae	Género 1	+	-	+	+
	Díptera	Muscidae	Lispe	+	-	+	+	
		Empididae	Clinocera	-	+	-	-	
		Dolichopodidae	Rhaphium	+	+	+	+	
		Musidae	Limnophora	+	+	+	+	
		Ephydriidae	Ephydra	+	-	-	+	
		Ceratopogonidae	Sphaeromias	-	-	-	+	
		Limonidae	Limonia	-	-	-	+	
		Odonata	Aeshnidae	Aeshna	-	-	-	+
	Hirudinea	Hirudinea	Glossiphoniidae	Género 1	+	+	+	+
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella	+	+	+	+
	Arachnida	Prostigmata	Hydrachnidae	Hydrachna	+	+	+	+
Clitellata	Haplotaxida	Tubificidae	Tubifex	+	+	+	+	
Total géneros				16	12	16	19	

T: Ambiente temporal, P: Ambiente permanente, +Presente, -Ausente.

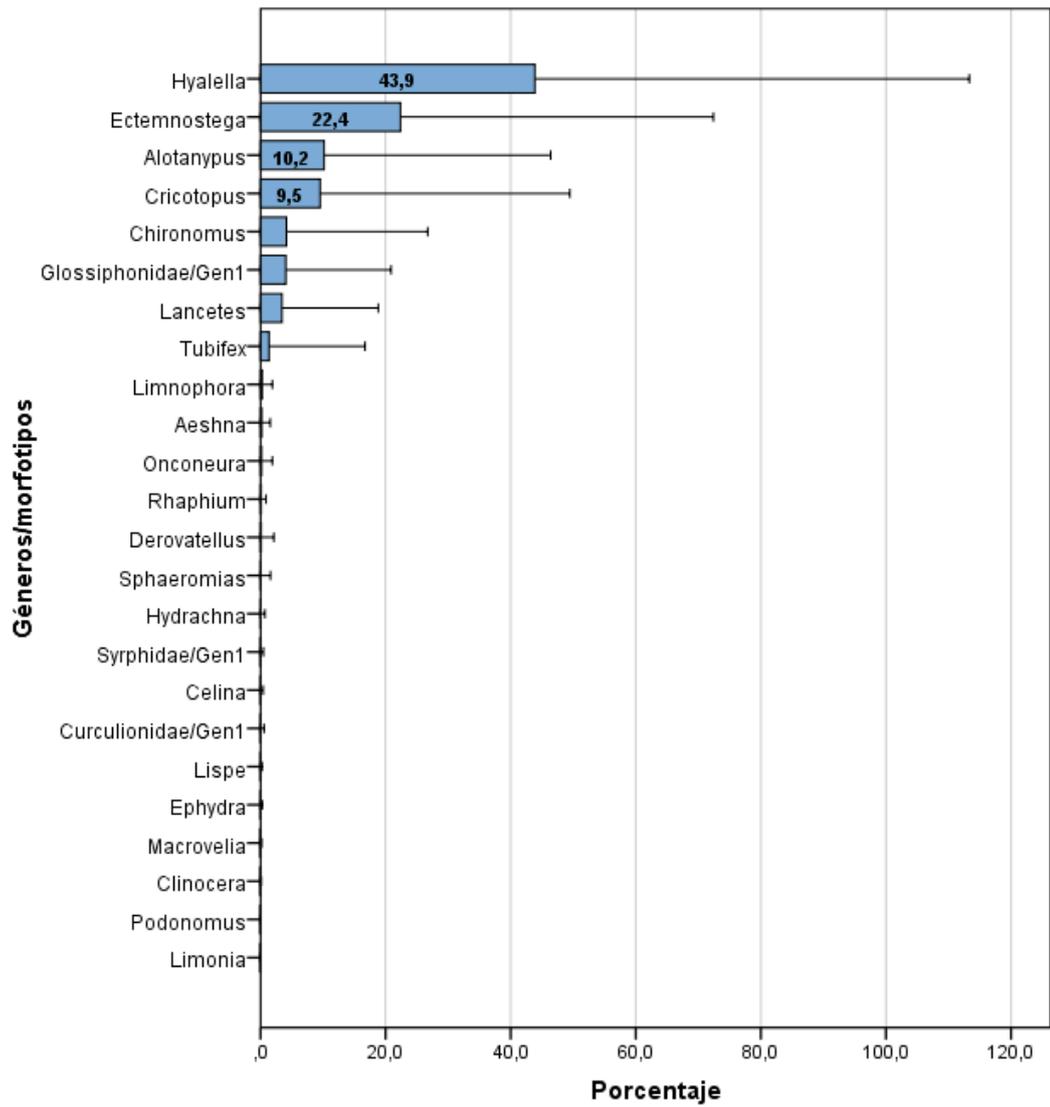


Figura 1. Abundancia relativa de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes lenticos de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

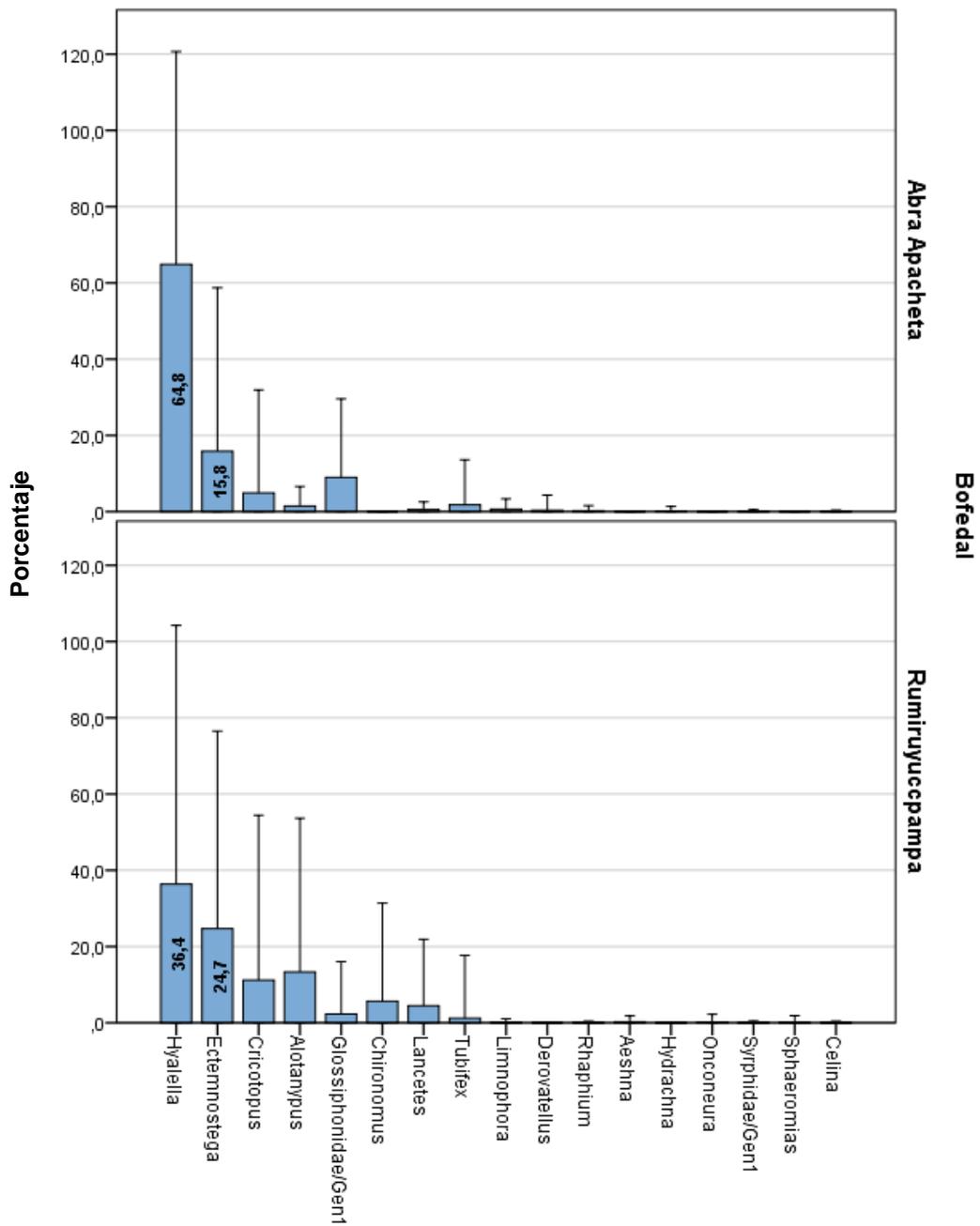


Figura 2. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en dos bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

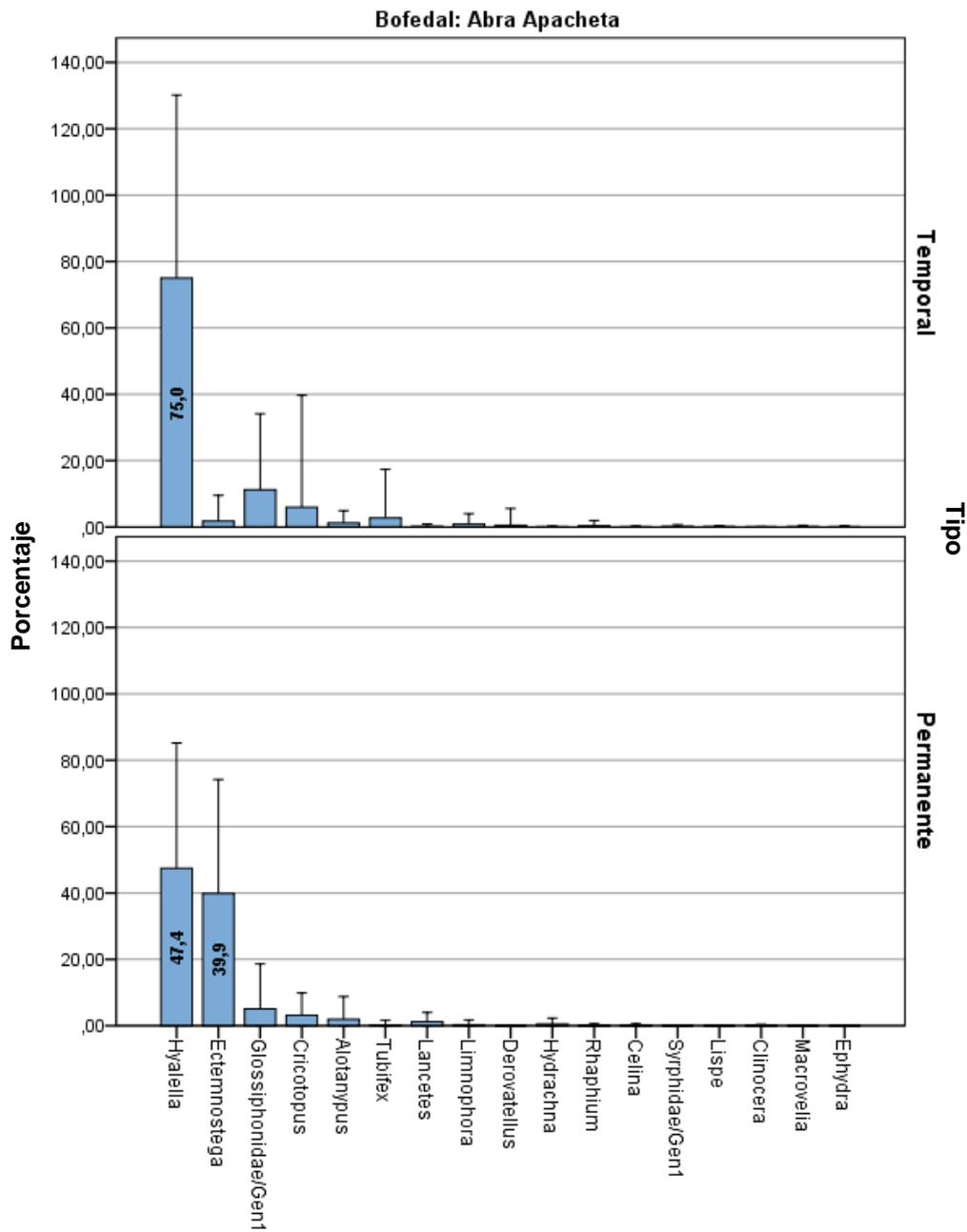


Figura 3. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

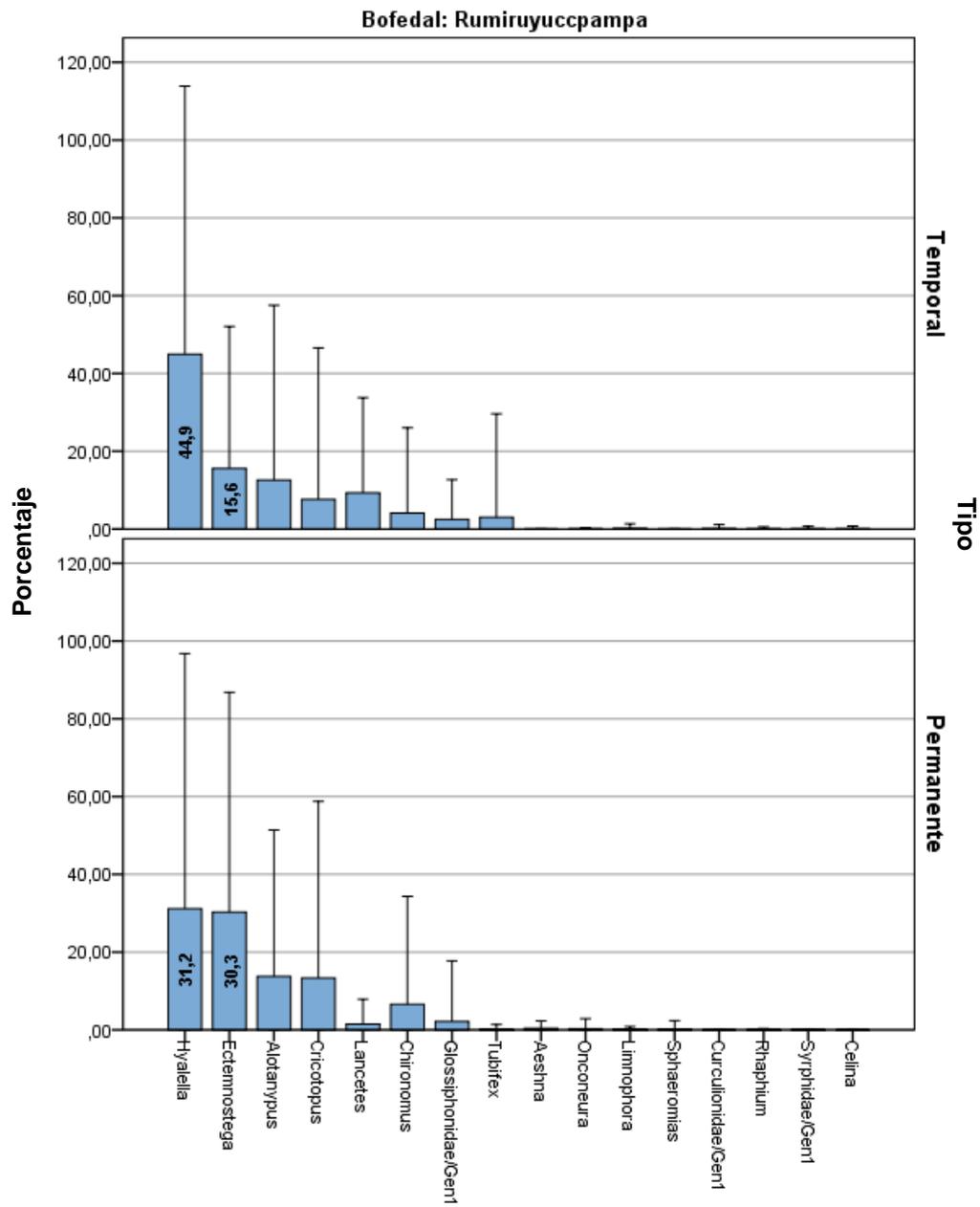


Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en ambientes temporal y permanente del bofedal Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

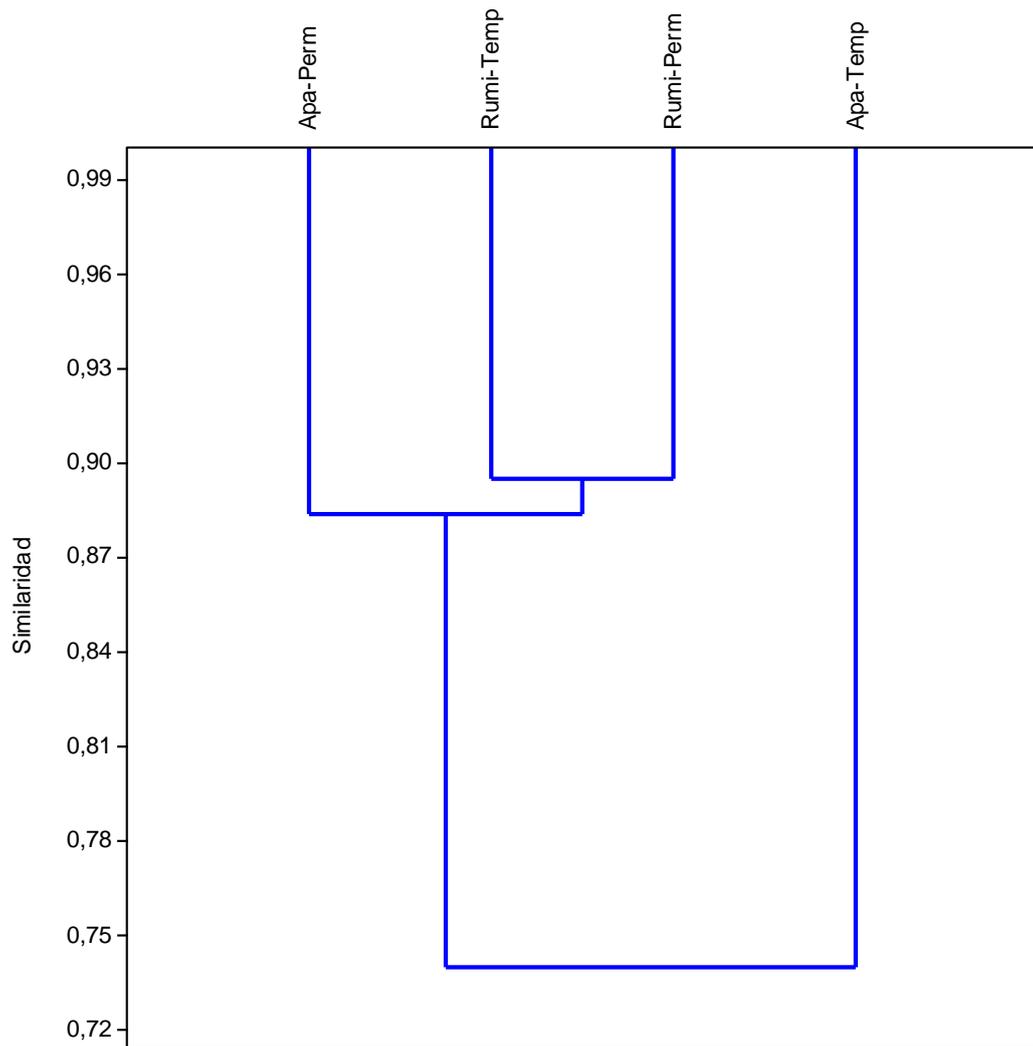


Figura 5. Dendrograma de similitud (Morisita) entre ambientes permanentes y temporales del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa según la composición de macroinvertebrados, cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

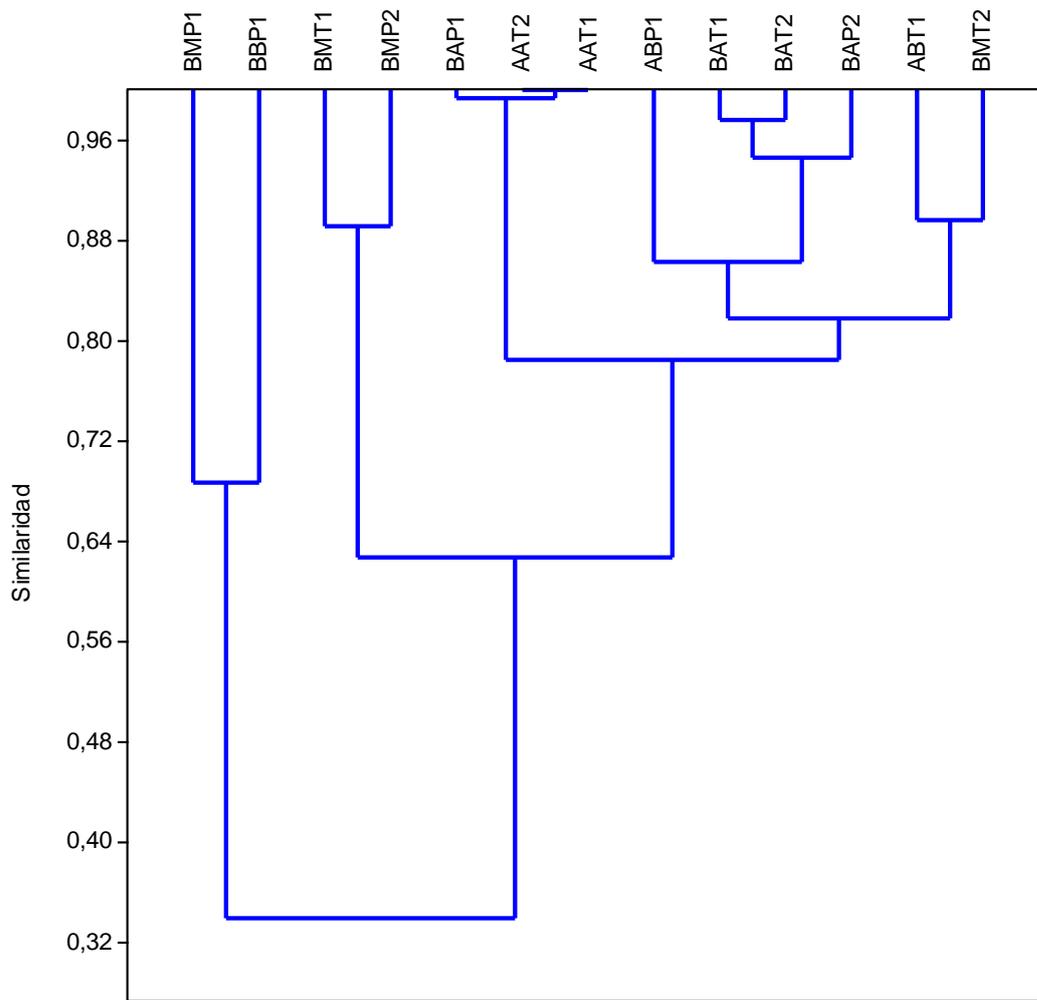


Figura 6. Dendrograma de similitud (Morisita) entre las zonas y ambientes permanentes y temporales del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa según la composición de macroinvertebrados, cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Tabla 7. Característica fisicoquímica del agua de las zonas de muestreo de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Características fisicoquímicas	Zonas de muestreo												
	AAT1	AAT2	ABT1	ABP1	BAT1	BAT2	BAP1	BAP2	BMT1	BMT2	BMP1	BMP2	BBP1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	32,5	22,3	16,0	18,9	69,0	155,6	36,9	52,3	46,2	53,0	24,3	38,8	0,0
Cloruro (mg Cl- /L)	19,3	15,0	27,5	41,4	20,0	46,0	48,6	44,9	33,8	40,8	35,9	38,0	34,3
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	92,5	37,5	189,5	77,9	157,7	162,4	113,1	133,4	228,0	278,5	165,3	136,8	565,4
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	65,5	22,0	76,0	34,6	97,8	94,0	67,7	87,9	140,0	186,8	106,0	87,6	370,9
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	27,0	15,5	113,5	43,3	59,8	68,4	45,4	45,6	88,0	91,8	59,3	49,2	194,6
pH	6,9	6,7	6,1	5,4	7,3	7,1	6,7	6,8	7,1	7,1	5,7	7,0	3,5
Conductividad (mS/cm)	197,0	108,8	65,0	122,1	179,0	154,8	195,0	227,5	207,1	243,1	320,9	262,4	1316,1
STD (mg/l)	108,4	61,6	33,0	74,1	70,3	68,1	109,9	121,2	127,3	158,6	170,3	138,0	743,0
O2 Disuelto (mg/L)	3,8	5,2	3,3	4,7	4,0	4,2	3,5	3,6	5,2	5,0	4,8	4,6	4,2

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Spearman para relacionar la abundancia de los géneros de macroinvertebrados con las principales características fisicoquímicas del agua en dos bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Géneros	Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	Cloruro (mg Cl-/L)	Dureza total (mg/L CaCO ₃)	Dureza cálcica (mg/L de Ca)	Dureza magnésica (mg/L de Mg)	pH	Conductividad eléctrica (uS/cm)	Sólidos disueltos totales (mg/l)	Oxígeno disuelto (mg/L)
Lancetes	,217**	-0,094	0,090	0,083	0,104	,240**	-0,037	-0,049	,278**
Celina	-0,088	-0,157	-0,161	-,168*	-0,124	-0,115	-,189*	-,181*	0,165
Derovatellus	-0,062	-0,133	-0,111	-0,099	-0,097	0,078	-0,139	-0,133	0,019
Curculionidae/ Gen1	0,046	0,143	-0,014	-0,014	-0,018	0,127	-0,066	-0,038	0,124
Ectemnostega	-,262**	0,018	,360**	,297**	,374**	-,430**	,305**	,310**	0,067
Macrovelia	-0,062	-0,133	-0,111	-0,099	-0,097	0,078	-0,139	-0,133	0,019
Cricotopus	-,313**	-,211*	,291**	,246**	,299**	-,341**	0,155	,186*	,240**
Onconeura	0,025	0,082	0,068	0,081	-0,001	0,094	0,012	0,030	-0,068
Chironomus	,347**	0,106	-0,006	-0,010	-0,050	,238**	-0,054	-0,047	0,050
Alotanypus	,283**	0,011	-0,048	-0,026	-0,082	0,156	-,194*	-,217**	0,043
Podonomus	-0,127	-0,030	0,127	0,131	0,123	-0,127	0,131	0,125	-0,090
Syrphidae/ Gen1	0,012	0,025	-0,125	-0,097	-0,118	0,022	-0,151	-0,143	-,171*
Lispe	-0,102	-0,024	-0,048	-0,054	-0,048	0,045	-0,092	-0,080	0,047
Clinocera	-0,075	0,111	-0,095	-0,087	-0,115	-0,082	0,010	0,030	0,006
Rhaphium	-0,055	-0,024	-0,060	-0,071	-0,064	0,126	-0,122	-0,132	0,038
Limnophora	-0,007	-,230**	-,229**	-0,151	-,284**	-0,002	-,216**	-,249**	-0,041
Ephydra	0,042	-0,054	-0,086	-0,091	-0,061	-0,015	-0,027	-0,035	0,056
Sphaeromias	0,129	0,121	-0,002	0,008	-0,022	0,002	0,016	0,006	
Limonia	-0,075	-0,030	0,026	0,046	0,022	-0,091	0,042	0,042	0,103
Glossiphonidae/Gen1	-0,101	-,171*	-,496**	-,518**	-,402**	0,040	-,516**	-,515**	-0,018
Hyaella	,264**	-0,003	-,454**	-,436**	-,394**	,307**	-,330**	-,327**	-0,141
Hydrachna	-0,060	-0,017	-,207*	-,203*	-0,159	-0,011	-0,117	-0,109	0,143
Aeshna	,185*	0,112	-0,003	0,019	-0,101	0,076	0,079	0,096	-,192*
Tubifex	0,066	-0,070	0,005	0,019	-0,031	-0,025	-,206*	-,214*	-0,044

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Significativo

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 6 se muestra la composición de macroinvertebrados registrada para los bofedales de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa los que se hallan en la cabecera del río Apacheta. Se registra un total de 24 géneros, pertenecientes a 17 familias, 8 órdenes y 4 clases para los ambientes lénticos permanentes y temporales, siendo la clase Insecta el grupo con mayor diversidad presentando 12 familias y 19 géneros. En el bofedal de Abra Apacheta en total presenta 17 géneros mientras que Rumiruyuccpampa 21. Se observa que 10 géneros han sido registrados en los dos bofedales en los dos tipos de ambientes, tal es el caso de *Lancetes*, *Ectemnostega*, *Cricotopus*, *Alotanypus*, *Rhaphium*, *Limnophora*, *Glossiphoniidae*, *Hyalella*, *Hydrachna* y *Tubifex*; mientras que 8 géneros han sido registrados en un solo bofedal o un solo tipo de ambiente, tal son los casos de *Derovatellus*, *Curculionidae*, *Macrovelia*, *Podonomus*, *Clinocera*, *Sphaeromias*, *Limonia* y *Aeshna*. Por otro lado en cuanto al número de géneros por tipo de ambiente podemos señalar que en los ambientes temporales de Abra Apacheta se registró 16 géneros, en Rumiruyuccpampa 16 y en los ambientes permanentes 12 de Abra Apacheta y 19 en Rumiruyuccpampa. Es importante resaltar también la persistencia de algunos géneros, es decir aquellos que han sido registrados durante toda la temporada de estudio siendo estos *Hyalella* (Amphipoda) y *Ectemnostega* (Hemiptera). Al igual que otras investigaciones el presente trabajo demuestra una vez más con respecto a la mayor diversidad de la Clase Insecta. Ladrera²² afirma también que el grupo de los macroinvertebrados más ampliamente distribuidos en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de estos, los estadios inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Los macroinvertebrados observados en el presente estudio son similares en cuanto a su composición taxonómica a las reportadas también por Gomez⁷, en un estudio hecho en el distrito de Quinoa (Ayacucho) en el cual se halló 34 géneros,

agrupados en 27 familias, 13 órdenes y 8 clases. Por otro lado, los géneros más comunes encontrados fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*. Quipe²⁷ a su vez reporta resultados similares en la laguna de Condorcchocha donde halló un total de 14 géneros, perteneciente a 12 familias, siete órdenes y cuatro clases uno de los géneros persistentes durante los cinco meses de muestreo fue *Hyaella* (Amphipoda); mientras que con respecto a la abundancia *Hyaella*, fue la que presentó los mayores valores, llegando a constituir el 41,6% del total, siendo igual o mayormente abundante durante los cinco meses y cuatro zonas de muestreo. Por otra parte Quinaya²⁸ realizó un estudio de Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los humedales al sur de Chile; y sus resultados mostraron que el régimen hídrico es principalmente uno de los mayores influyentes en la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. En este estudio los humedales permanentes presentaron una mayor riqueza y abundancia que los humedales temporales; sin embargo, los Amphipodos y Chironómidos fueron importantes en ambos tipos de humedales. Además, afirma que ambos organismos logran sobrevivir en pequeñas charcas aisladas que se mantienen durante la época estival. Lo que indica que estos taxa son fundamentales en los patrones comunitarios de macroinvertebrados bentónicos. Pone de manifiesto que la relación entre la disponibilidad de agua y las variables ambientales determinan las comunidades biológicas estudiadas. Los ecosistemas lénticos son sistemas abiertos de aguas dulces que se caracterizan por ser quietas o estancadas. Estos ecosistemas lénticos poseen poblaciones de especies propias determinadas por las características en las variaciones estacionales como los gradientes de luz, la densidad y la temperatura¹².

En la Figura 1 se muestra la abundancia relativa de macroinvertebrados registrados para los bofedales de Abra apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Los géneros con mayor abundancia relativa están representados por *Hyaella* (Amphipoda) con una abundancia relativa de 43,9 %, *Ectemnostega* (Hemiptera) con 22,4 %, y *Alotanypus* (Diptera) con una abundancia relativa de 10,2 %. En el año 2015 Carrasco et al⁶ realizó un trabajo en el bofedal de Vinchos (Ayacucho) en el que se obtuvo como resultado datos similares al presente estudio; donde los géneros con mayor abundancia estaban representados por *Hyaella* (Amphipoda: Hyaellidae) con una abundancia relativa de 45,6% y *Ectemnostega*

(Hemiptera: Corixidae) con una abundancia relativa de 30,4%, manteniendo su abundancia durante los cuatro meses de muestreo en dos ambientes, (lentico y lotico). Otra investigación similar fue realizada por Gomez⁷ también en el año 2015 en el bofedal del distrito de Quinua (Ayacucho) en el cual se han logrado también resultados similares, donde los géneros más abundantes encontrados en los ambientes lenticos del bofedal durante los meses de muestreo fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*, representando porcentajes de 34,78%, 25,03%, y 23,83% respectivamente. Esto mismo se manifiesta en una investigación similar realizado por Herzog et al³. en el año 2011 comprobó que en los bofedales son abundantes los quironómidos, oligoquetos, gastrópodos, corixidos y sobre todo amphipodos, pero a medida que aumenta la mineralización del agua, la diversidad de estos insectos acuáticos disminuye notoriamente. Frente a los resultados el género *Hyaella* resulto ser el grupo de macroinvertebrados acuáticos más abundante en toda la temporada de muestreo. Delgado²⁹. Realizó un estudio en biodiversidad de los bofedales de la reserva de producción de fauna Chimborazo, en el año 2018. Donde al igual que el presente estudio encuentra una mayor dominancia de la familia Hyalellidae con el 59%. Maze³⁰ menciona que los Anfípodos tienen distribución mundial y están presentes en todos los ambientes acuáticos; tanto marinos como salobres y dulceacuícolas, las especies que habitan aguas continentales se encuentran sobre algas y plantas de arroyos, ríos o lagunas y también en aguas subterráneas, Los anfípodos constituyen uno de los órdenes de crustáceos más diversificado junto con los decápodos y los copépodos, con una gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes. Juegan un papel muy importante en el flujo de energía y materia de las cadenas tróficas de los ecosistemas marinos y son un relevante componente de las biocenosis de aguas subterráneas. Roldan³¹ por su parte hace mención que los crustáceos comprenden un grupo grande y diversificado en las aguas dulces, los macro crustáceos están representados principalmente por el orden Amphipoda y Decapoda. Los amphipodos se encuentran a veces en grandes números en quebradas u orillas de lagos enriquecidos con materia orgánica en descomposición formando densas poblaciones y es común en ecosistemas Neotropicales. El género *Ectemnostega* (Hemiptera) también es uno de los grupos con mayor abundancia en el presente estudio esto puede deberse a que los hemípteros son cosmopolitas, viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son

frecuentes también en lagos y pantanos. Algunas especies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de las aguas termales generalmente están más asociados a zonas estancadas o de aguas más lentas³². El grupo de los Diptera también es uno de los grupos cosmopolitas, su hábitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aun en las costas marinas, además constituyen uno de los Órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en todo el mundo³². Los géneros *Hyalella* (Amphipoda) y *Ectemnostega* (Hemiptera), al igual que otros géneros su población dependen de otros factores condicionantes, la que podría ser las características fisicoquímicas del agua. Begon³³ hace mención que la mayor abundancia de algunas taxas (géneros) con respecto a otras, se debe a que estos organismos presentan ciertas ventajas en comparación con los menos abundantes, que les permite desempeñarse con mayor éxito en dichos ambientes, las que podría ser catalogados como características adaptativas que bajo condiciones determinadas por las características fisicoquímicas del agua, hacen que funcionen mejor, las mismas que podría estar relacionados a su capacidad reproductiva y de sobrevivencia. En la Figura 2 se muestra la abundancia relativa promedio y desviación típica de macroinvertebrados registrados para los bofedales de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Sobre la abundancia de los géneros hallados se observa resultados muy similares para Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa. Ya que existe un conjunto de macroinvertebrados, comunes en ambos, que se caracterizan por su presencia permanente a lo largo de todo el año de muestreo. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis (Anexo 1), se observa que existe significancia estadística ($p < 0,05$), es decir que sus abundancias son diferentes en los dos bofedales, para *lancetes*, *Celina*, *Ectemnostega*, *Onconeura*, *Chironomus*, *Alotanypus*, *Rhaphium*, *Limnophora*, *Glossiphonidae*, *Hyalella*, *Aeshna*, *Hydrachnida*. El género con mayor abundancia relativa es *Hyalella* (Amphipoda) con más de 64,8 % en el bofedal Abra Apacheta, mientras que representa el 36,4 % en el bofedal de Rumiruyuccpampa, la variación de la abundancia relativa puede deberse a diferentes factores entre los cuales puede estar el cambio de estación ya que los primeros meses de muestreo fueron en época seca y durante los meses siguientes de evaluación fueron en temporada

húmeda, la presencia de lluvias favorece la presencia de vegetación, y por lo tanto la presencia de materia orgánica, siendo un ambiente favorable para la presencia de macroinvertebrados. Se resalta una mayor abundancia del género *Hyalella* (Amphipoda) en todo el estudio; Acosta³⁴ manifiesta que es también debido a su ubicuidad y la variabilidad de su dieta, indica que esta especie se comporta básicamente como omnívoro, consumiendo el substrato alimenticio que cada hábitat ofrece, siendo bastante difícil su ubicación en alguna de las categorías tróficas funcionales establecidas. Es posible que la variabilidad alimenticia haya permitido que este organismo logre colonizar cuerpos de agua donde inclusive el recurso agua era reducido en cierta temporada. Con respecto al género *Ectemnostega* (Hemiptera, Corixidae), representa el 15,8 % de los organismos en el bofedal de Abra Apacheta, mientras que en Rumiruyuccpampa más del 24,7 %. Los Hemiptera son un importante componente de la biota mundial de insectos acuáticos. Sorprenden por su capacidad de habitar una extraordinaria gama de ecosistemas acuáticos (agua dulce, marinos e intersticiales y de altura) con un rango de altitud de 0 a 4700 m.s.n.m. además la mayoría de ellas son depredadoras y en algunos casos detritívoras, como por ejemplo las *Corixidae*³⁶. *Cricotopus* y *Alotanypus* perteneciente al grupo (Diptera), representan una abundancia menor al 20%, constituyen otro de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo, viven en hábitats muy variados; se encuentran en ríos, arroyos, lagos, embalses, brácteas de bromeliáceas y demás plantas que acumulan agua³⁶. Debemos mencionar que los bofedales en estudio albergan una diversidad de algas filamentosas y macrofitas como: *Spirogyra*, *Potamogeton sp*, *Maugetia*, *Zignema*, *Callitriche heteropoda*, etc. Su presencia presta un ambiente favorable para diferentes macroinvertebrados; Probablemente se alimenten entre las macrofitas de otros materiales disponibles, tales como restos de pequeños organismos herbívoros como copépodos. Machi³⁷ en su trabajo de tesis menciona que las medidas de riqueza de invertebrados mostraron fuertes relaciones con la composición y diversidad de macrofitas. De esta forma el humedal con mayor riqueza de plantas acuáticas, presentaron valores significativamente más altos de los números de taxa de insectos y quironómidos. Roldan³⁶ hace mención que la distribución de la biota en los ecosistemas acuáticos no es uniforme, cada estilo de vida está relacionado a un hábitat y a una función específica o nicho en el que se desempeñan.

En la Figura 3 se muestra la Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta. Los géneros más abundantes como *Hyaella* presentan una mayor abundancia del 75,0% en los ambientes temporales, mientras que la abundancia de *Ectemnostega* es mayor con un 39,9% en ambientes permanentes, lo que es comprobado al realizar la prueba de Kruskal Wallis (Anexo 2) donde se halló significancia estadística ($p > 0,5$) para ambos géneros lo que significa que estadísticamente las abundancias de *Hyaella* y *Ectemnostega* son diferentes en ambientes temporales y permanentes del bofedal. La presencia de agua; propicia la presencia de muchos factores como alimentación, flujo de energía, actividad reproductiva, etc. que hacen que la presencia de algunos macroinvertebrados sea mayor como es el caso de *Hyaella*. Roldan³⁶ afirma que a veces se encuentran cientos de miles de estos organismos en quebradas u orillas de lagos enriquecidos con materia orgánica. Dentro de los resultados también se puede notar que la población de los géneros *Ectemnostega* tiende a disminuir en ambientes temporales, pero se mantienen en la zona donde existen ambientes permanentes. Para ambos géneros su abundancia puede deberse a que las condiciones ambientales están de acuerdo a sus requerimientos y no solo a las características fisicoquímicas del agua, si no a la presencia de vegetación acuática. Los géneros que permanecen en la zona con ambientes permanentes del bofedal toda la temporada de muestreo demostraron resistencia; puede ser que estos géneros estén dotados de ciertas características que les permita también sobrevivir bajo las condiciones de la época seca; un estudio hecho por Motta³⁹ en el año 2017 demuestra que cada temporada es aprovechada por un grupo de taxones que a través de sus rasgos aprovechan las circunstancias o sobreviven. De tal manera que los cambios no son catastróficos para el mantenimiento de la diversidad taxonómica.

En la Figura 4 se muestra la Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Rumiruyuccpampa. Se observa que en ambos tipos de ambientes lénticos persiste la dominancia de *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*, y otros pocos sobre el resto de géneros hallados, sin embargo en el caso de *Hyaella* son más abundantes en ambientes temporales y *Ectemnostega* en los permanentes, lo que se confirma al realizar la

prueba de Kruskal Wallis (Anexo 3) donde se halló significancia estadística ($p > 0,5$) para los tres géneros lo que significa que estadísticamente las abundancias de *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus* tienden a variar siendo diferentes en ambientes temporales y permanentes del bofedal. Resultados similares se han encontrado como parte de la tesis de Gomez⁷. Estudio hecho en el distrito de Quinoa donde la abundancia relativa de los diferentes géneros encontrados tiene resultados similares al presente trabajo, se observa que los de mayor abundancia relativa fueron los géneros *Hyaella* (Amphipoda), *Ectemnostega* (Hemiptera) y *Alotanypus* (Diptera) durante toda la temporada de muestreo. Peluso⁴⁰, al igual que otros autores considera que *Hyaella* (Amphipoda) es también tolerante a un amplio intervalo de concentraciones de oxígeno disuelto, alcalinidad, salinidad, junto a características físicas del sedimento como granulometría y contenido de materia orgánica. Los *Ectemnostega* por su parte son considerados consumidores primarios en los ambientes acuáticos. Estos organismos al ser dominantes ponen de manifiesto el estado trófico del cuerpo de agua y revelan una alta productividad primaria que a su vez, genera una alta disponibilidad de alimento para niveles tróficos superiores, constituyendo una fuente de alimento para otros organismos acuáticos como el caso de algunas especies de aves acuáticas⁴¹. Para el caso de *Alotanypus* (Diptera) su población tanto en ambientes temporales como permanentes no se ve afectada Roldan¹⁸, manifiesta que el grupo de los Diptera tiene una tasa reproductiva rápida y alcanzan abundancias muy elevadas; Es notoria la existencia de similaridad de macroinvertebrados entre los ambientes temporales y permanentes del bofedal Rumiruyuccpampa; esto es debido a la cercanía de los cuerpos de agua dentro del bofedal. Un estudio hecho en ambientes Altoandinos entre Ayacucho y Huancavelica por Figueroa et al⁴². Manifiesta que la similaridad entre ambientes es mayor en época húmeda, esto por la mayor conectividad. Esto podría deberse a que estos ambientes se encuentran cerca geográficamente lo que permitiría que en la época de lluvias exista mayor conectividad entre ellos. Así las comunidades de macroinvertebrados de bofedales y quebradas son más similares entre sí que con las lagunas.

En la Figura 5, se muestra el Dedrograma de similitud basado en el índice de Morisita, de los ambientes lénticos temporales y permanentes en los dos bofedales. Se observa en forma general que la similitud de los cuatro

componentes se halla por encima del 70%, por lo que podríamos afirmar que guardan mucha similitud. Sin embargo, los ambientes temporales de Abra Apacheta, son los que se diferencian en mayor medida dentro de la similitud, esto se debe a que en la composición de macroinvertebrados de este ambiente se registra el género *Derovatellus*, Es de resaltar también que en dicho ambiente no se registró géneros como *Onconeura* y *Chironomus* haciéndolo diferente o menos similar a los otros ambientes.

Los ambientes lenticos temporal y permanente del bofedal de Rumiruyuccpampa y lenticos permanente de Abra Apacheta, se caracterizan por compartir géneros tales como: *Hyaella* (*Amphipoda*), *Ectemnostega* (*Hemiptera*), *Cricotopus* (*Diptera*) *Alotanypus* (*Diptera*), y *Glossiphonidae* demostrando similitud entre sí.

En la Figura 6 se muestra Dendrograma de similitud basado en el índice de Morisita expresado en porcentaje de las 13 zonas de muestreo ubicados en los dos bofedales, se resalta que a un nivel de 60% de similitud, se forma dos conglomerados, la primera formada por 11 zonas y la segunda por dos zonas; este segundo conglomerado es el más disímil, la misma que está conformada por la zona media permanente y la zona baja permanente del bofedal Rumiruyuccpampa. En base al número de géneros comunes en ambos ambientes y haciendo referencia al Anexo 4 podemos notar según la composición de macroinvertebrados estas dos zonas guardan similitud por presentar mayor abundancia del género *Ectemnostega* y *Cricotopus*.

La Tabla 7, nos presenta las características fisicoquímicas promedios del agua halladas en las 13 zonas de muestreo en los que destaca la existencia del ambiente lénticos temporales y permanentes en el bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa. En forma general se observa que los valores de las características fisicoquímicas son relativamente próximos entre las zonas de muestreo, sin embargo se puede distinguir algunos aspectos que llama la atención los que se describen a continuación: los valores de oxígeno disuelto son relativamente menores a los registrados en los ríos en los que se reporta valores de 7 a 9 mg/L; los valores de pH tienen a la acidez, seguramente como consecuencia de la presencia de materia orgánica en proceso de descomposición (turba). Sin embargo se observa que la zona baja permanente (BBP1), muestra valores promedios de dureza, conductividad y sólidos disueltos totales elevadas con valores de 565,4 mg/L, 1316,1 $\mu\text{s/cm}$ y de 743,0 ppm,

respectivamente, en comparación con los de otra zonas, así mismo los valores de pH es de 3,5. Los ecosistemas lénticos son sistemas abiertos de aguas dulces que se caracterizan por ser quietas o estancadas y donde la difusión del oxígeno depende de la turbulencia de la masa de agua ya que esta incrementa la velocidad de difusión³⁶. En los bofedales del presente estudio debido a ser ambientes de aguas quietas existen una mínima o nula remoción y en consecuencia podemos considerar que es una de las características que disminuye el oxígeno dentro de los ambientes acuáticos lénticos de los bofedales de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa. Roldan³⁶ menciona también que las aguas con alta salinidad presentan alta cantidad de minerales; y que esta alta concentración disminuye también concentración del oxígeno. Aguas con alta salinidad y, por ende, con elevada conductividad presentan por lo regular alta productividad en términos de biomasa, pero baja diversidad³⁶ los resultados de conductividad en el presente trabajo representan valores muy altos de 1316,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$; lo que explicaría que en la zona baja, en ambientes léntico permanentes del bofedal Rumiruyuccpampa solo se da la presencia de tres géneros: *Lancetes*, *Cricotopus* y principalmente *Ectemnostega* (Anexo 4), más no así la presencia de organismos sensibles a estas condiciones. Roldan³⁶ menciona que dentro de los organismos acuáticos que están adaptados a altas concentraciones salinas están los hemípteros y dentro de estos algunos Corixidae; además hace mención a la regulación hipoosmótica como un tipo de osmorregulación utilizado por hemípteros y dípteros, refiriéndose al mantenimiento de concentraciones específicas de sales o iones en las células, y que los insectos para sobrevivir a las altas concentraciones de salinidad han logrado desarrollar ciertas adaptaciones como por ejemplo toman el agua del medio concentrada de sales y durante el proceso de excreción reabsorben agua y excretan orina altamente concentrada logrando vivir en medios salinos. Aguas muy ácidas con ($\text{pH} < 5$), son pobres desde el punto de vista biológico; a su vez el ion "H" es principal responsable de los valores altos de conductividad y en cuanto a la dureza; aguas con valores superiores a 25 mg/L. por lo regular son muy productivas. Teniendo en cuenta que una mayor productividad está generalmente dada por unas pocas especies que se han adaptado a estas condiciones³⁶. En un estudio hecho por Motta³⁹. En el año 2017, corroboró, en parte, que durante la época seca se presentaría menor diversidad y riqueza de macroinvertebrados y que los rasgos funcionales asociados a esta época confieren a los organismos resistencia ante condiciones extremas,

especialmente asociadas a la drástica variación del régimen hidrológico, alta conductividad eléctrica, alcalinidad, y bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Para esta temporada por ejemplo los rasgos que se asociaron son: resistencia contra la desecación en forma de capullos o estuches y diapausa, frente a bajas concentraciones de oxígeno muchos *Chironomus* presentan pigmentos como la hemoglobina, otros emergen, pasan la temporada en el medio terrestre-aéreo. Características que les permita salvaguardar dichas condiciones. Machi³⁷ manifiesta como producto de su estudio doctoral que el aumento de pH y conductividad eléctrica fueron los parámetros fisicoquímicos del agua que mejor explicaron las variaciones en los macroinvertebrados. Además, un aumento de la alcalinidad y de la salinidad, fueron variables que mostraron estructurar y diferenciar a los macroinvertebrados y macrófitas de estos humedales. Sebastián et al.³ como resultado de un trabajo realizado en el 2011 menciona que la composición de macroinvertebrados bentónicos en el nivel altoandinos también se ve afectada por la salinidad. Los moluscos, ostrácodos y anfípodos son abundantes en los lagos poco mineralizados y no se encuentran en los muy mineralizados, donde persisten mayormente los dípteros y las especies de *Artemia*. En los andes muy pocos estudios se han centrado en examinar el papel que desempeñan los factores locales en la determinación de la riqueza de especies. Algunos ejemplos son los estudios sobre macroinvertebrados.

En la Tabla 8, se muestra los coeficientes de correlación de Spearman, para la relación entre las abundancias de los principales componentes de macroinvertebrados con las características fisicoquímicas del agua de dos bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa. Se observa de la existencia de géneros que está correlacionados significativamente con varias de las características fisicoquímicas del agua, tal es el caso de *Ectemnostega* que correlaciona con 7 de las características fisicoquímicas del agua: alcalinidad total, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, pH, conductividad y sólidos disueltos totales. Al igual que *Hyalella* correlaciona negativamente con cinco de ellas y solo con dos es positivas la correlación. Caso contrario, son los géneros que correlacionan con uno o dos características, tal es el caso de: *Derovatellus*, *Curculionidae*, *Macrovelida*, *Onconeura*, *Podonomus*, *Lispe*, *Clinocera*, *Rhaphium*, *Ephydra*, *Sphaeromias* y *Limonia*.

Por otro lado, existen características fisicoquímicas que presenta un mayor número de correlaciones con los géneros, dentro de los cuales se halla sólidos totales y conductividad eléctrica (ambas características tienen semejante

comportamiento) que correlaciona con 8 y 7 géneros respectivamente, lo que nos estaría indicando que es la característica que posiblemente sea la limitante para la distribución de los organismos, las mismas que está relacionadas con la presión osmótica.

Es necesario mencionar que los coeficientes de correlación positivos, indican que existe una relación directa entre la característica fisicoquímica y la abundancia del género, es decir a mayores valores de dicha característica fisicoquímica habrá una mayor abundancia del género; mientras que, si la relación es negativa, nos indica que a mayores valores de la característica fisicoquímica menores serán las abundancias de los géneros. Para el caso de los géneros *Ectemnostega* y *Cricotopus*, al estar relacionados positivamente con la dureza total, STD, oxígeno disuelto y conductividad, nos indican que mayores valores de las mismas fomentan mayores densidades de dichos géneros, lo descrito, muy probablemente se deba a que estos géneros se hallan adaptados a ambientes con dichas características, por otro lado, también se podría suponer que el incremento de iones en el agua que determinan una elevada conductividad eléctrica y dureza, condicionan el incremento en la productividad de los cuerpos de agua, estimulando una mayor abundancia de organismos^{36,21}, las características mencionadas estarían estimulando las abundancias por ejemplo en el género *Ectemnostega* y *Cricotopus* si consideramos el Anexo 4 donde se observa que dichos géneros son abundantes en la zona media y sobre todo en la zona baja del bofedal de Rumiruyuccpampa, donde la conductividad llega hasta 1316,6 mS/cm.

Comportamiento contrario se aprecia para el género *Hyaella*, que correlaciona negativamente con cinco de las características fisicoquímica, con excepción de alcalinidad y pH, con los que correlaciona positivamente, lo que nos estaría indicando que se desarrolla adecuadamente en ambientes donde la conductividad eléctrica, es decir la concentración de iones, es menor; es por ello que se observa que su abundancia disminuye con el incremento de algunos valores de las características fisicoquímicas del agua, debido a que probablemente estos ambientes no están acorde a sus exigencias ambientales, principalmente en aquellas cuyas aguas presentan altas concentraciones de iones, con mayores valores de dureza y conductividad eléctricas, tal como lo reporta Gómez⁷.

Roldan³⁶, hace mención que los elementos químicos no se encuentran aislados en el medio natural, sino combinados, formando ácidos, sales y bases, los

cuales se disocian en iones cuando se disuelven en el agua; la atmósfera y la lluvia también contribuyen al incremento de los iones, Soluciones con mayor concentración iónica presentan mayores conductividades. García ⁴³ existe relación entre la conductividad eléctrica, concentración de sales y presión osmótica. Roldan³⁶ menciona que dentro de los organismos acuáticos que están adaptados a altas concentraciones salinas están los hemípteros y dentro de estos algunos Corixidae, los bofedales del presente trabajo al ser ambientes con mucha salinidad puede que haya limitado la distribución de muchos organismos como el del género *Hyaella*. Finalmente podemos reafirmar el concepto que sostiene Roldan³⁶, que menciona “la distribución de la biota en los ecosistemas acuáticos no es uniforme, cada estilo de vida está relacionado a un hábitat y a una función específica o nicho en el que se desempeñan”.

VI. CONCLUSIONES

1. Los macroinvertebrados acuáticos de los dos bofedales estuvo compuesta por 24 géneros, pertenecientes a 17 familias, 8 órdenes y 4 clases, siendo la clase Insecta el grupo con mayor diversidad presentando 12 familias y 19 géneros, en cuanto al número de géneros por bofedal en el bofedal de Abra Apacheta se registró un total de 17 géneros mientras que en Rumiruyuccpampa 21 géneros.
2. Los componentes más abundantes registrados en los dos bofedales fueron *Hyalella* (Amphipoda) con una abundancia relativa de 43,9 %, *Ectemnostega* (Hemiptera) con 22,4 %, y *Alotanypus* (Diptera) con un 10,2 %, el género con mayor abundancia relativa es *Hyalella* (Amphipoda) con más de 64,8 % para el caso de Abra Apacheta, mientras que *Ectemnostega* (Hemiptera, Corixidae), representa más del 24,7 % en el bofedal de Rumiruyuccpampa.
3. De acuerdo a el índice de Morita los ambientes lénticos permanentes y temporales, con respecto a la composición y abundancia de los macroinvertebrados, tienen una similitud por encima del 60%, distinguiendo ambientes en el que las abundancias de los géneros *Ectemnostega* (Hemiptera) y *Cricotopus* (Diptera) es mayor como la zona baja permanente del bofedal Rumiruyuccpampa.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con la investigación en bofedales con toma de muestras más frecuentes con la finalidad de ver la influencia de las características física y química en la composición y abundancia de Macroinvertebrados en relación a la estacionalidad.
2. Realizar estudios sobre *Hyalella* (Amphipoda) y *Ectemnostega* (Hemiptera) incidiendo sobre su distribución en los diferentes ecosistemas acuáticos altoandinos para relacionarlo con las características fisicoquímicas del agua, ya que posiblemente se comportan como indicadores de la condición de dichos ecosistemas.
3. Realizar investigación para determinar el proceso de contaminación que se está observando en los bofedales, por elementos como residuos sólidos incidiendo en material plástico.
4. Se recomienda a las autoridades competentes garantizar la conservación de los bofedales, a través de un trabajo coordinado y participativo con la Facultad de Biología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y los pobladores de las comunidades aledañas a estos espacios, con el fin de reducir las amenazas y plantear programas de conservación debido a la creciente explotación de sus recursos hídricos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rivera J. Ensamblaje de Macroinvertebrada Acuáticos y las Variables Físicas y Químicas en el Humedal Jaboque-Colombia. Bogotá-Colombia. 2011. 408p.
2. Coronel J., Barra N., Aguilera X. Bofedales Altoandinos De Bolivia Vegetación Acuática y Factores Ambientales. Rev. Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. Bolivia. 2009. 34p.
3. Herzog S., Martínez R., Jogersen P., Tiessen H., Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático Global (IAI) y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE). Paris. 2012.426pp.
4. Hoffmann D., Rivera M., Bofedales alto andinos y el retroceso de los glaciares en Bolivia. Carta Informativa TUNUPA. Boletín N°64, Agua Bolivia. 2010.
5. Rivera J., Pinilla G., Camacho D., Grupos tróficos de Macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. Artículo de investigación. Colombia. 2013. 270- 292.
6. Carrasco C, Ayala Y, Portal E. Macroinvertebrados Acuáticos y su relación con las características fisicoquímicas del agua en un bofedal altoandina. Programa de investigación en Biodiversidad y Gestión Ambiental, Ayacucho 2015.
7. Gómez F. Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos y calidad fisicoquímica del agua en un bofedal, Distrito de Quinoa, Ayacucho 2015. [Tesis de grado]. [Ayacucho, Perú]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.2015.
8. Cárdenas M., Encina G., Gestión Sustentable de Bofedales del Salar del Huasco. Guía Metodológica para la Investigación. Chile. 2006. 5-18.
9. Roldan G. Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad de Agua. Departamento de Biología. Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia. 1999.
10. Margalef R. Limnología. 1° ed. Barcelona, España: Ediciones Omega, S.A; 1983. 1010 p.
11. Organización Panamericana de La Salud. Control de la calidad de agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Vol. 3. Washington. Estados Unidos. 1988. 5-10.
12. Roldan G. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 1992. [Citado 17 de mayo de 2019] Recuperado a partir de: <https://es.scribd.com/doc/256298295/Limnologia-Roldan-pdf>.
13. Maldonado M. An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. International Mire Conservation Group, Lima, Perú. 2014.
14. Salvador F., Cano A., Lagunas y Oconales: los humedales del Trópico Andino. Cuadernos de biodiversidad Alicante. Lima-Perú. 2002.
15. Ministerio del Ambiente. Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. Sistema Peruano de Información Jurídica. Lima. 2005.
16. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Desarrollo de capacidades en zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la región Ayacucho, Ayacucho – Perú. 2007.
17. Gobierno Regional de Ayacucho. Gerencia Departamental de Recursos Naturales y Gestión del medio Ambiente. Zonificación Ecológica Económica Del Departamento de Ayacucho. 2010.
18. Roldan G. Biondicación de la Calidad de Agua en Colombia; uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia, 1. Ed, Colombia. 2003. 2-130.

19. Ministerio del Ambiente. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú., Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2014.75 p.
20. Hanson P., Springer M., Ramírez A. Introducción a los grupos de Macroinvertebrados acuáticos, Revista de Biología Tropical, Vol.58, San José. 2010.3-37 p.
21. Domínguez E, Fernández H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistema y biología, Fundación Miguel Lillo, Tucumán – Argentina. 2009.
22. Ladrera R. Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. N°39, España, 2012.
23. Ahumada M., Aguirre F., Contreras M., Figueroa A., Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. Chile. 2011. 29-45.
24. CEPIS, Tratamiento del agua para el consumo humano, calidad fisicoquímica del agua y su influencia en el tratamiento. Tecsup-Virtual. 1995.
25. Secretaria de la Convención de Ramsar. Manual de la Convención de Ramsar: guía de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), Gland (Suiza).2013.
26. (SUNASS) Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Manual de Procedimientos de Análisis de Agua: Análisis Bacteriológico, Físico y Químico. 1997.
27. Quispe W. Comunidad macroinvertebrada acuática de la zona litoral de la laguna Condorcocha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho 2017. [Tesis de grado]. [Ayacucho, Perú], Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2017.
28. Quinaya J. “Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los humedales boscosos del sur de Chile”, Tacna-Perú, 2016. [Tesis de grado]. [Tacna, Perú], Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, 2013.
29. Delgado A. Análisis comparativo de la biodiversidad de los bofedales de la reserva de producción de fauna Chimborazo en función a la altitud y el nivel de intervención antrópica. Riobamba - Ecuador, 2018. [Tesis de grado]. [Riobamba, Ecuador], Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
30. Maze R. Orden Amphipoda, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León, Revista IDEA - SEA, N° 82, 2015, 1–10.
31. Roldan G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Medellín. 1996.
32. Gobierno de España, Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, Guía de campo: Macroinvertebrados de cuenca del Ebro, España, 2009.
33. Begon M., Harper J., Townsed C., Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Omega; 1999. [Citado 17 de mayo de 2019] Recuperado a partir de: <https://es.scribd.com/doc/241625036/Ecologia-Begon>.
34. Acosta R. Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas, Barcelona, 2009. [Tesis doctoral]. [Barcelona], Universidad de Barcelona, 2009.
35. Melo M., Biodiversidad de Heteróptera (Hemiptera) acuáticas y semiacuáticas de la Patagonia argentina, Argentina.2009. 177-185.
36. Roldan G., Ramírez J., Fundamentos de Limnología Neotropical, 2da Edición, Colombia, 2008.

37. Macchi P., Macroinvertebrados acuáticos como indicadores ecológicos de cambios en el uso del suelo en mallines del sudoeste de la Provincia de Río Negro, Argentina, 2017.
38. López R., Talero M., Densidad larval de chironomidae (Insecta: Diptera) en un meandro del río Bogotá (Cajicá, Colombia) durante la niña 2011, Vol.11, Colombia, 2014.
39. Motta A., Longo M., Aranguren N., Variación temporal de la diversidad taxonómica y rasgos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos en ríos temporales en la isla de Providencia, Colombia, Vol. 39, 2017.
40. Peluso M., Evaluación de efectos biológicos y biodisponibilidad de contaminantes en sedimentos del Río de la Plata y afluentes, Argentina, 2011. [Tesis doctoral]. [Río de la Plata], Universidad Nacional de la Plata, 2011.
41. Rico A., Rodríguez A., López E., Sendeño J., Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo. México. Vol. 62. 2014.
42. Figueroa L., Chocano L., Hidalgo M., Variaciones de las comunidades de Macroinvertebrados Bentónicos en ambientes Altoandinos entre Ayacucho y Huancavelica. Perú. 2010.
43. García A., Criterios modernos para evaluación de la calidad de agua para riego, Primera parte, 2012.
44. Alzerreca H., Luna D., Prieto G., Cardozo A., Céspedes J. Estudio de la capacidad de carga en los bofedales para la cría de alpaca en el sistema T.D.P.S. Asociación integral de ganaderos en camélidos de los andes altos (AIGACAA). Autoridad Binacional del Lago Titicaca - PNUD. Bolivia. 2001.98 p.
45. Ruiz M., Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (diptera: chironomidae) de la sabana de Bogotá. 111. subfamilias tanyptodinae, podonominae y diamesinae, Bogotá. Colombia. 34-60,1999.
46. Narcís Prat. et al, Guía para el reconocimiento de las larvas de chironomidae (diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú clave para la determinación de los principales morfotipos larvarios, Versión 5. Barcelona, 2018.

ANEXOS

Anexo 1.

Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados acuáticos en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

	Estadísticos de prueba ^{a,b}		
	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Lancetes	8,815	1	,003
Celina	4,863	1	,027
Derovatellus	2,789	1	,095
Curculionidae/Gen1	,358	1	,549
Ectemnostega	7,641	1	,006
Macrovelia	2,789	1	,095
Cricotopus	,584	1	,445
Onconeura	4,231	1	,040
Chironomus	24,981	1	,000
Alotanypus	12,798	1	,000
Podonomus	,358	1	,549
Syrphidae/Gen1	2,892	1	,089
Lispe	1,172	1	,279
Clinocera	2,789	1	,095
Rhaphium	7,890	1	,005
Limnophora	18,223	1	,000
Ephydra	,561	1	,454
Sphaeromias	,358	1	,549
Limonia	,358	1	,549
Glossiphonidae/Gen1	44,905	1	,000
Hyaella	19,846	1	,000
Hydrachna	5,887	1	,015
Aeshna	5,937	1	,015
Tubifex	2,980	1	,084

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Bofedal

Anexo 2.

Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados acuáticos en dos ambientes temporal y permanente del bofedal Abra Apacheta de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Bofedal	Géneros	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Abra Apacheta	Lancetes	9,156	1	0,002
	Celina	1,356	1	0,244
	Derovatellus	0,583	1	0,445
	Curculionidae/Gen1	0,000	1	1,000
	Ectemnostega	25,701	1	0,000
	Macrovelia	0,583	1	0,445
	Cricotopus	2,186	1	0,139
	Onconeura	0,000	1	1,000
	Chironomus	0,000	1	1,000
	Alotanypus	0,105	1	0,746
	Podonomus	0,000	1	1,000
	Syrphidae/Gen1	1,846	1	0,174
	Lispe	1,198	1	0,274
	Clinocera	1,714	1	0,190
	Rhaphium	1,255	1	0,263
	Limnophora	3,332	1	0,068
	Ephydra	0,583	1	0,445
	Sphaeromias	0,000	1	1,000
	Limonia	0,000	1	1,000
	Glossiphonidae/Gen1	6,618	1	0,010
Hyaella	10,289	1	0,001	
Hydrachna	4,679	1	0,031	
Aeshna	0,000	1	1,000	
Tubifex	0,953	1	0,329	

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo

Anexo 3.

Resultado de la prueba de Kruskal Wallis para los géneros de macroinvertebrados acuáticos en dos ambientes temporal y permanente del bofedal de Rumiruyuccpampa de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Bofedal	Géneros	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintótica
Rumiruyuccpampa	Lancetes	32,836	1	0,000
	Celina	1,650	1	0,199
	Derovatellus	0,000	1	1,000
	Curculionidae/Gen1	1,650	1	0,199
	Ectemnostega	8,419	1	0,004
	Macrovelia	0,000	1	1,000
	Cricotopus	0,350	1	0,554
	Onconeura	0,764	1	0,382
	Chironomus	0,078	1	0,779
	Alotanypus	0,317	1	0,573
	Podonomus	0,606	1	0,436
	Syrphidae/Gen1	0,139	1	0,709
	Lispe	0,139	1	0,709
	Clinocera	0,000	1	1,000
	Rhaphium	1,042	1	0,307
	Limnophora	0,199	1	0,656
	Ephydra	0,606	1	0,436
	Sphaeromias	0,606	1	0,436
	Limonia	0,606	1	0,436
	Glossiphonidae/Gen1	0,884	1	0,347
Hyaella	6,290	1	0,012	
Hydrachna	0,033	1	0,856	
Aeshna	10,409	1	0,001	
Tubifex	1,769	1	0,184	

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo

Anexo 4.

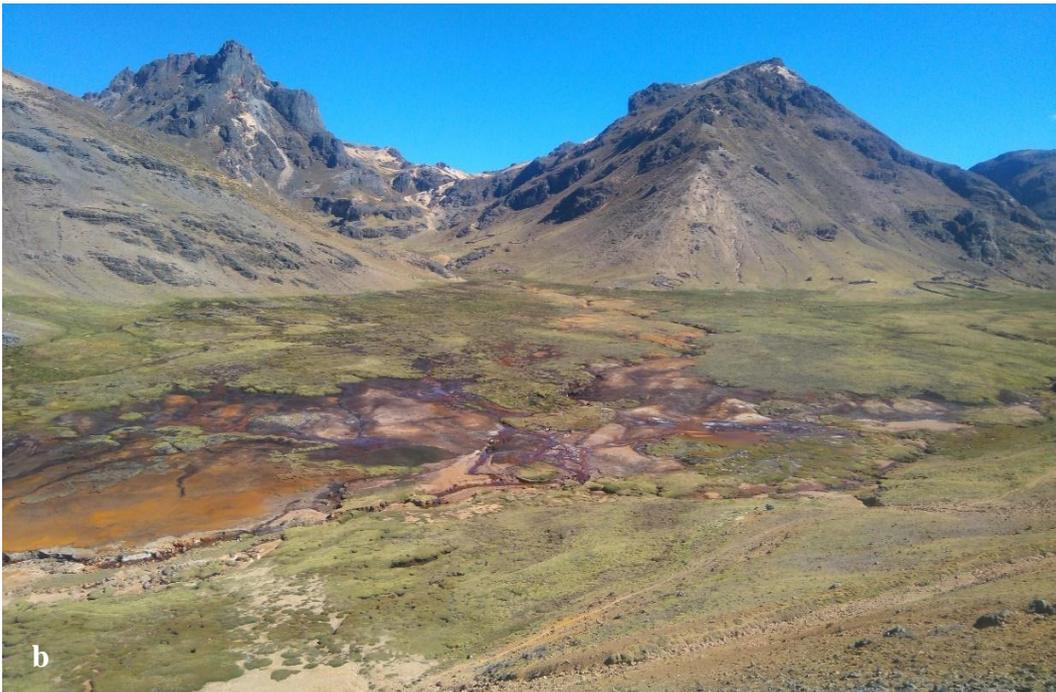
Abundancia total de macroinvertebrados según las diferentes zonas y ambientes (temporal y permanente), hallados en el bofedal de Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

Géneros	Zonas de muestreo												
	AAT1	AAT2	ABT1	ABP1	BAT1	BAT2	BAP1	BAP2	BMT1	BMT2	BMP1	BMP2	BBP1
Lancetes	4	3	0	22	115	62	0	2	151	30	17	171	17
Celina	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Derovatellus	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curculionidae/Gen1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Ectemnostega	4	10	61	812	356	734	535	116	89	35	1428	425	2953
Macrovelia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cricotopus	19	34	211	50	6	5	3	62	406	16	63	208	2695
Onconeura	0	0	0	0	0	1	26	3	4	0	6	0	0
Chironomus	0	0	0	0	35	21	171	43	617	8	4	784	0
Alotanypus	1	10	26	35	381	436	97	321	14	20	589	116	1
Podonomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Syrphidae/Gen1	0	0	4	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Lispe	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Clinocera	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhaphium	8	1	1	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Limnophora	10	7	12	4	1	1	1	7	0	2	0	5	3
Ephydra	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Sphaeromias	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Limonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Glossiphonidae/Gen1	107	139	163	66	20	37	139	8	35	18	4	48	2
Hyalella	1410	2455	517	926	1068	1211	5803	563	842	185	380	575	3
Hydrachna	0	1	0	6	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Aeshna	0	0	0	0	0	0	4	15	0	0	2	1	0
Tubifex	0	0	69	4	3	0	1	6	11	76	0	1	0

Anexo 5.

Vista panorámica de ambientes léntico permanentes con vegetación hidrofitica. a. Bofedal "Abra Apacheta". b. Bofedal "Rumiruyuccpampa", cabecera del río Apacheta, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2016-2017.





Vista panorámica de ambientes léntico del bofedal "Rumiruyuccpampa", **a.** Ambiente léntico permanente zona media. **b.** Ambiente léntico temporal zona baja., cabecera del río Apacheta, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2016-2017.



Toma de muestras de macroinvertebrados, **a.** Bofedal "Abra Apacheta". **b.** bofedal "Rumiruyuccpampa". Cabecera del río Apacheta, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2016-2017.



Proceso de colección y toma de datos de muestras: **a.** Disposición de la muestra en bolsas de polietileno. **b.** Características fisicoquímicas *in situ* del agua. Cabecera del río Apacheta, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2016-2017.



Proceso de análisis de muestras en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica. **a.** Análisis fisicoquímica. **b,c.** selección y conservación de Macroinvertebrados para su posterior identificación.

Anexo 6.

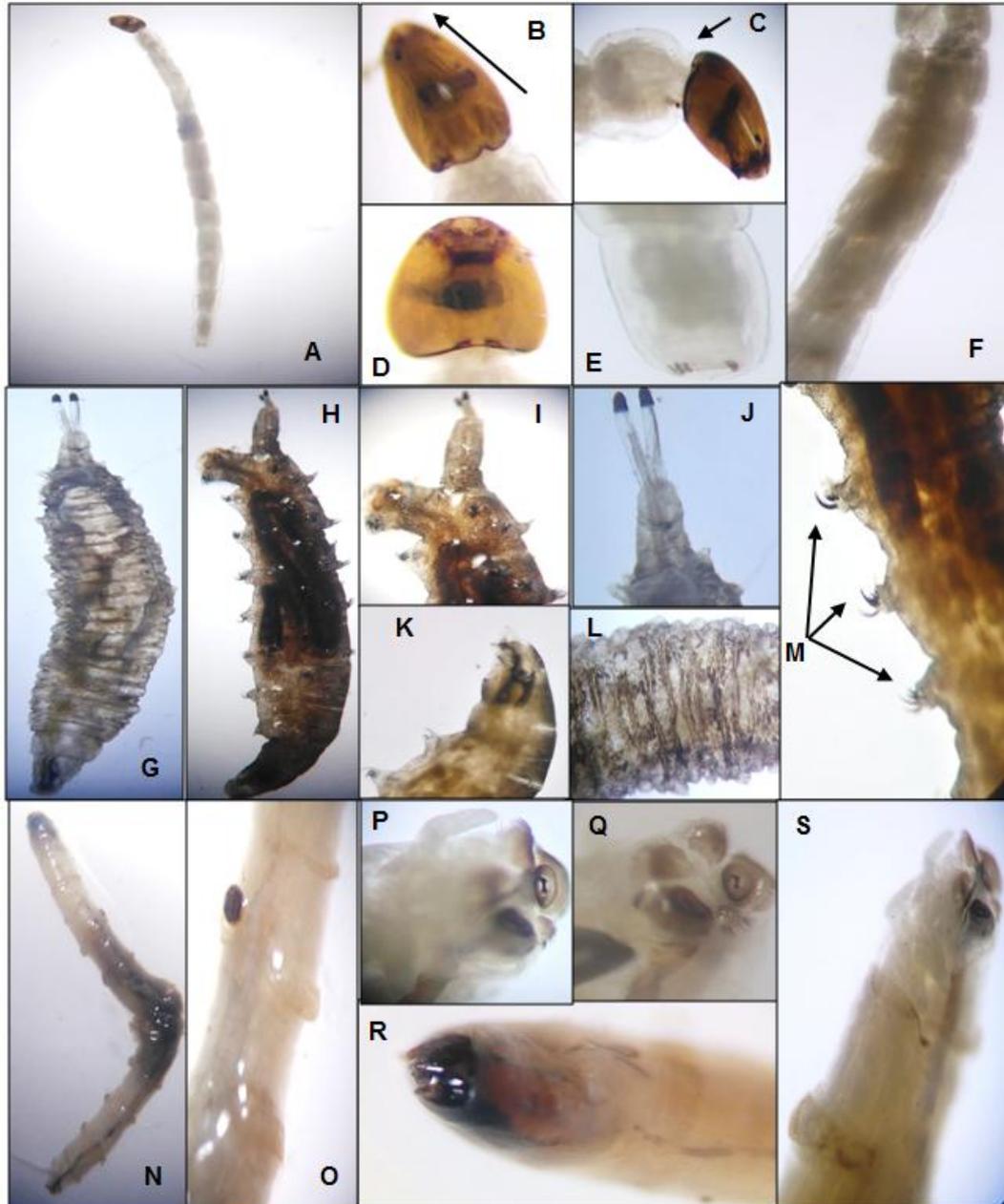
Características taxonómicas, orden díptera (familia Muscidae y Familia Dolichopodidae), Ayacucho 2016-2017.



Familia Muscidae: Género Limnophora: A, Larva vista ventral. B, larva vista lateral. C, Segmentos. D, segmento caudal con tubérculos. E, segmento terminal del abdomen. F, Cabeza, aparato bucal. **Género Lispe sp:** G, Larva vista dorsal. H, larva vista lateral. I, segmento terminal del abdomen vista lateral. J, segmento terminal del abdomen vista dorsal. K, segmento caudal con tubérculos. L, Cabeza, aparato bucal. M, Segmentos sin prolongaciones. **Familia Dolichopodidae, Género Rhaphium sp:** N, Larva vista dorsal. O, larva vista lateral. P, segmento terminal del abdomen vista dorsal. Q, segmento terminal del abdomen vista lateral. R-S, Cabeza, aparato bucal. T, Segmentos.

Anexo 7.

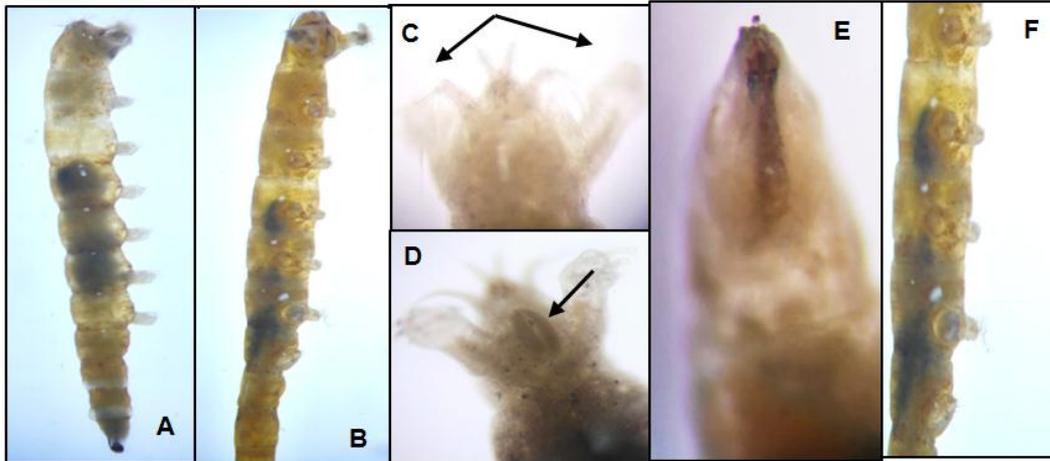
Características taxonómicas del orden Diptera (Ceratopogonidae, Familia *Ephidridae* y Familia *Limonidae*), Ayacucho 2016-2017.



Familia Ceratopogonidae, Genero Sphaeromios: A, Larva vista dorsal. B, La cabeza más larga que ancha. C, el cuerpo tiene una superficie dorsal suave. D, Cabeza, aparato bucal. E, setas en el extremo de la cola. F, segmentos abdominales carecen de prolongaciones. **Familia Ephidridae, Genero Ephydra:** G, Larva vista dorsal. H, larva vista lateral. I, segmento terminal del abdomen. J, placas espiraculares (tubos de respiración) posteriores siempre están separadas. K, cápsula de la cabeza está parcialmente retraída dentro del tórax. L, lado dorsal del abdomen con un patrón oscuro notable M, los segmentos abdominales presentan prolongaciones. **Familia Limonidae, Genero Limonia:** N, Larva. O, segmentos abdominales carecen de prolongaciones. P, vista lateral de los lóbulos espiraculares de Limonia. Q, disco espiracular. R, cabeza, aparato bucal. S, segmento terminal del abdomen vista dorsal.

Anexo 8.

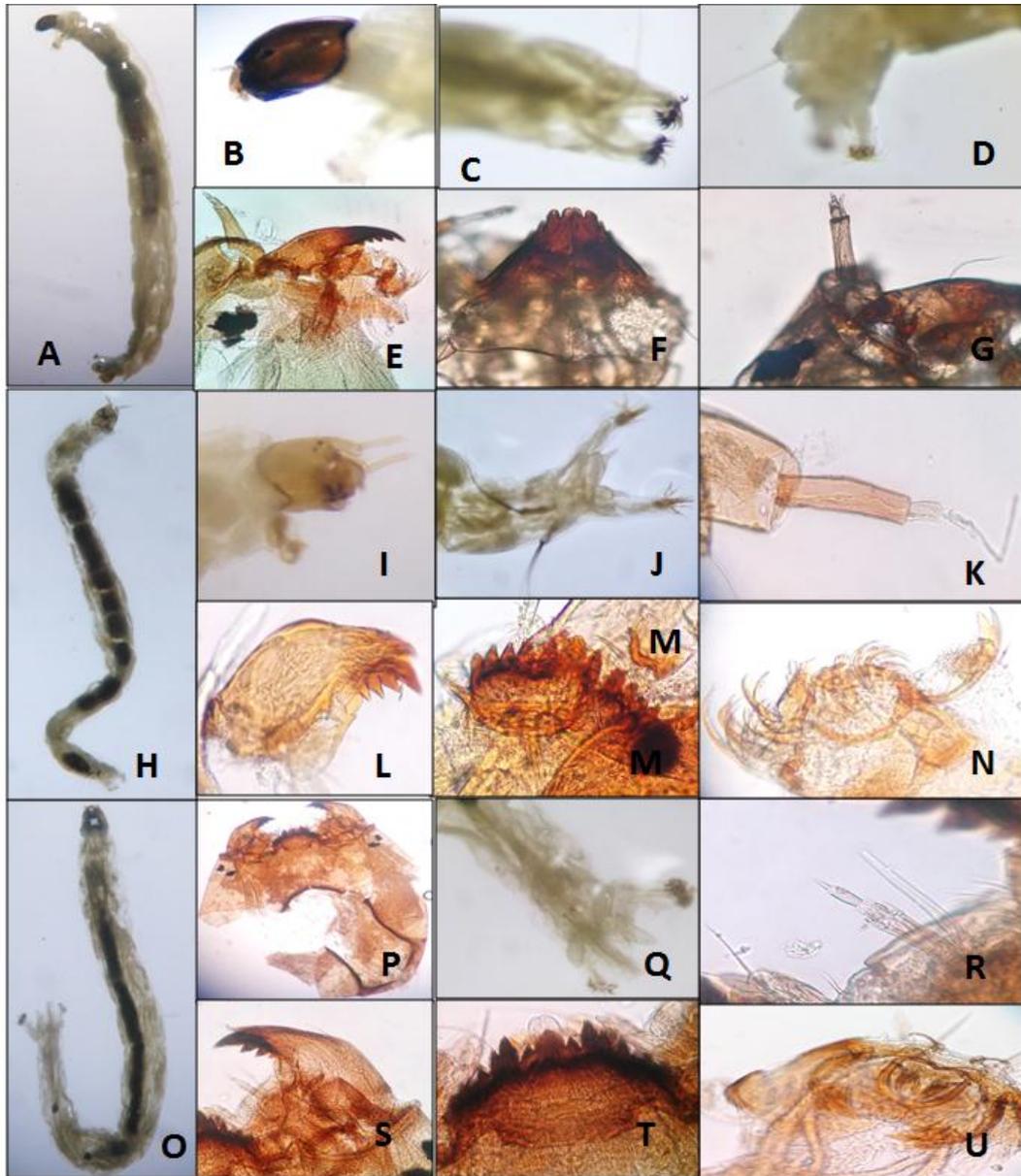
Características taxonómicas del orden Diptera (Familia Empididae), Ayacucho 2016-2017.



Familia Empididae, Genero Clinocera: A, Larva vista dorsal. B, Larva vista ventral. C, en el segmento final del cuerpo hay dos extensiones en la parte posterior hacia los bordes. D, lóbulo dividido en el extremo. E, cápsula de la cabeza está parcialmente retraída dentro del tórax. F, el abdomen presenta prolongaciones.

Anexo 9.

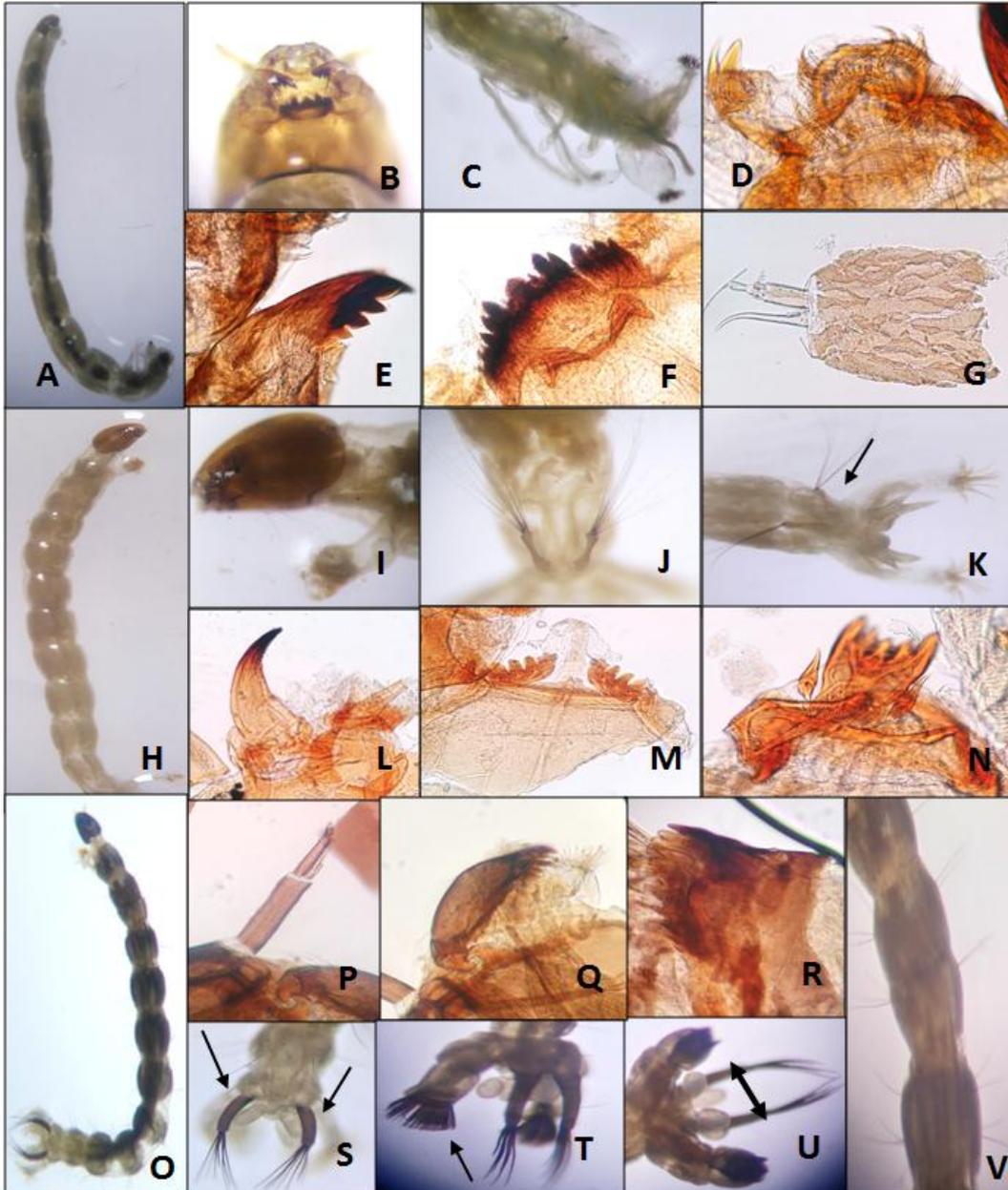
Características taxonómicas del orden Diptera familia Chironomidae (subfamilia orthoclaadiinae, y Subfamilia chironomidae), Ayacucho 2016-2017.



Subfamilia orthoclaadiinae, Genero Cricotopus: A, larva vista lateral. B, Cápsula cefálica. C, extremo caudal. D, setas anales. E, mandíbula. F, mentón. G, antena. **Genero onconeura:** H, larva vista lateral. I, Cápsula cefálica. J, extremo caudal, pseudópodos. K, antena. L, mandíbula. M, mentón. N, Peine epifaringe. **Subfamilia chironomidae, Genero Chironomus gr. riparius:** O, larva vista lateral. P, Cápsula cefálica. Q, extremo caudal. R, antena. S, mandíbula. T, mentón. U, epifaringe.

Anexo 10.

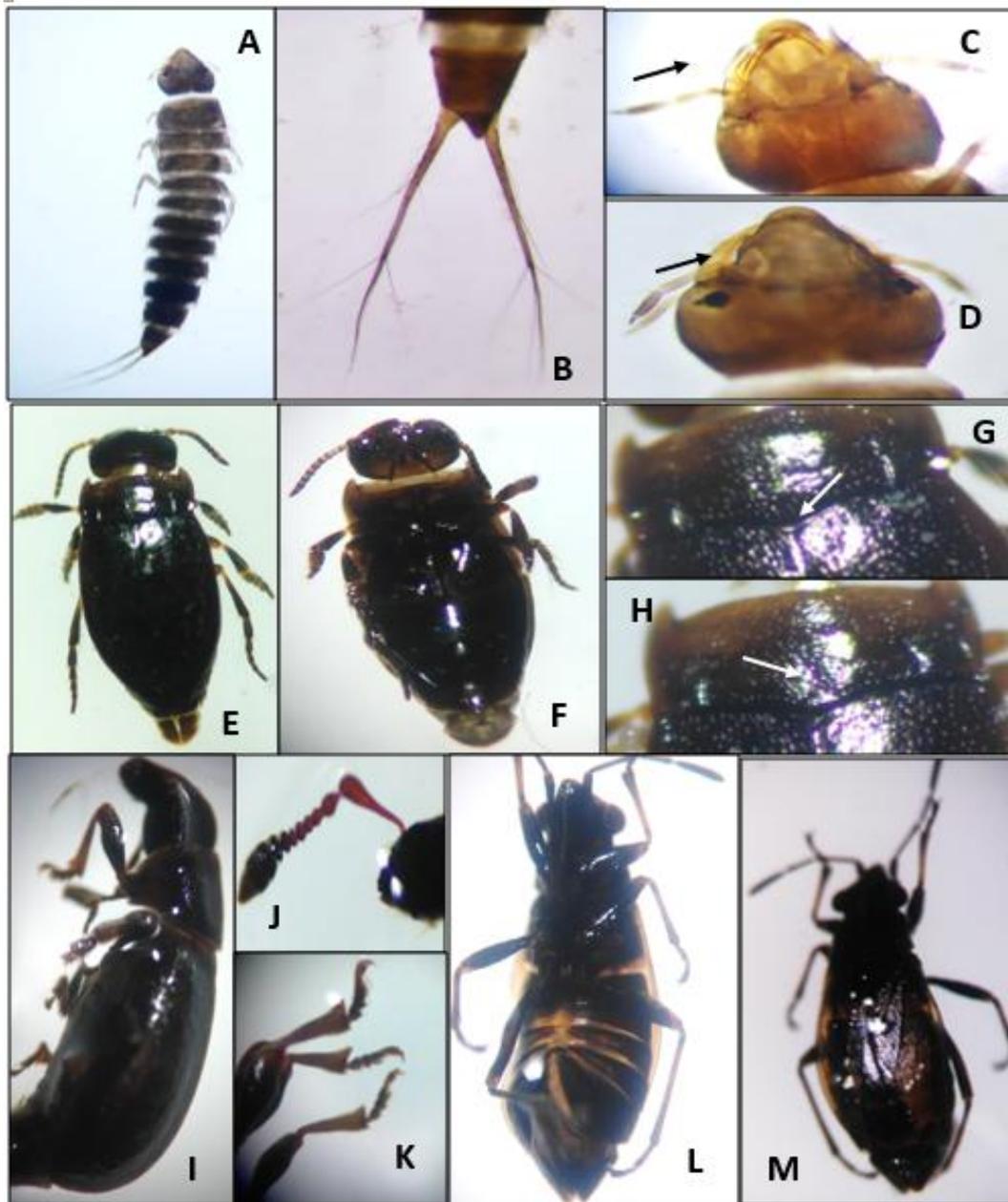
Características taxonómicas del orden Diptera familia Chironomidae (Subfamilia chironomidae, Subfamilia tanyponidae Subfamilia Podonominae). Ayacucho 2016-2017.



Subfamilia chironomidae, Genero Chironomus gr. decorus: A, larva vista lateral. B, Cápsula cefálica. C, extremo caudal con túbulos abdominales y caudales. D, epifaringe. E, mandíbula. F, mentón. G, antena. **Subfamilia tanyponidae, Genero Alotanypus:** H, larva vista lateral. I, Cápsula cefálica. J, extremo caudal. K, procerco con setas. L, mandíbula. M, dientes dorsometales. N, lígula, paralígula. **Subfamilia Podonominae, Genero Podonomus:** O, Larva vista dorsal. P, Antena corta y robusta. Q, Mandíbula con 5-6 dientes en margen interior. R, mentón. S, procerco con setas. T, cepillo compacto de setas apicales fuertes. U, segmento Posterior abdominal y parapodos. V, pelos del cuerpo débiles.

Anexo 11.

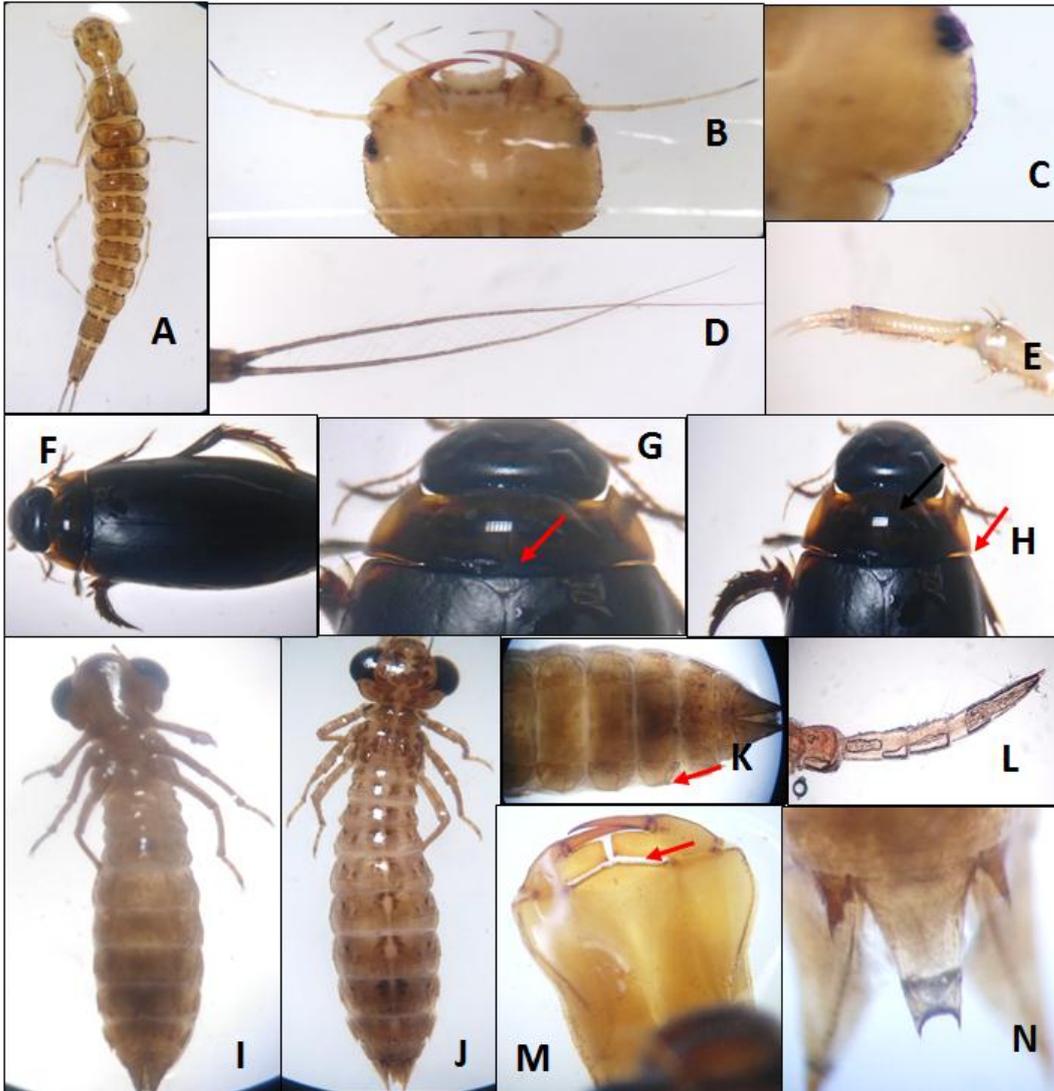
Características taxonómicas del orden Coleoptera de la familia (Dytiscidae y Curculionidae), y orden Hemiptera (Familia Macroveliidae), Ayacucho 2016-2017.



Familia Dytiscidae: Genero Celina: A, Larva. B, Último segmento abdominal. C, Frontoclipeo prolongado hacia adelante vista ventral. D, Frontoclipeo prolongado hacia adelante vista dorsal. **Genero Derovatellus:** E, vista dorsal. F, vista ventral. G, Escudete no visible. H, pronoto son depresión transversal. **Familia Curculionidae:** I, Adulto vista dorsal. J, antena, K, pata. **Familia Macroveliidae: Genero Macrovelia:** L, Adulto vista ventral. M, Adulto vista dorsal.

Anexo 12.

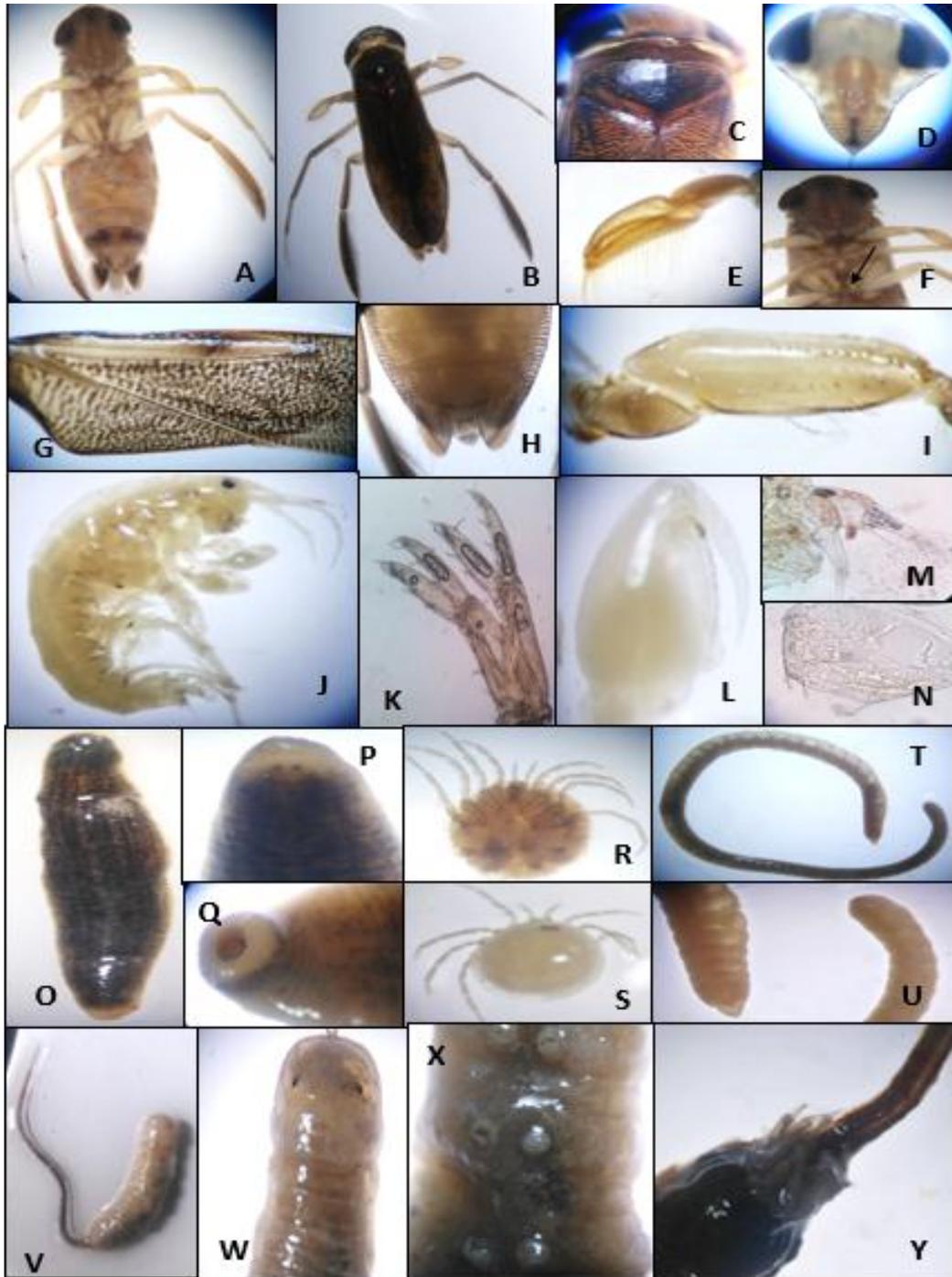
Características taxonómicas orden Coleoptera (familia Dytiscidae), Orden Odonata, suborden Anisoptera (Familia Aeshnidae), Ayacucho 2016-2017.



Orden Coleoptera, Familia Dytiscidae: Genero Lancetes: A, Larva. B, Frontoclipeo no prolongado. C, Espinas temporales. D, Último segmento abdominal. E, tibias y tarsos con setas natatorias. F, Adulto. G, Escudete visible. H, borde lateral del pronoto sigue la misma línea de los élitros. **Orden Odonata, suborden Anisoptera, Familia Aeshnidae, Genero Andaeschna:** I, vista ventral. J, vista dorsal. K, espinas laterales. L, antena. M, prementon, palpo labial. N, pirámide anal.

Anexo 13.

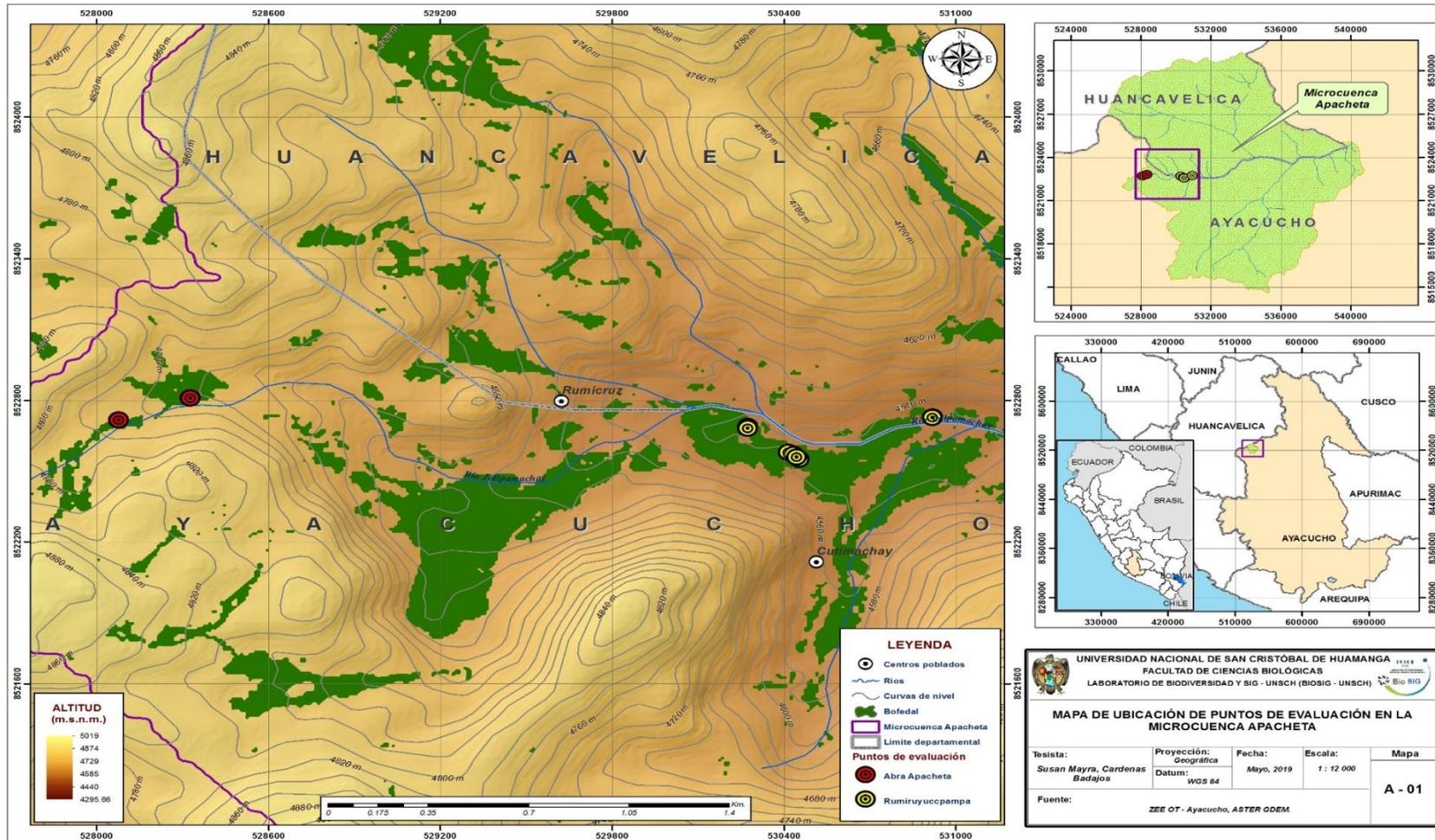
Características taxonómicas orden Heteroptera, Amphipoda, Hirudinea, Hidracaridae, y lumbriculida, Syrphidae Ayacucho 2016-2017.



Familia Corixidae, Genero Ectemnostega: A, vista ventral. B, vista dorsal C, escudete. D, La cabeza es triangular en vista anterior, aparato bucal sin tubo. E, protarsos con un segmento y modificados en forma de "cucharas peludas". F, Coxas posteriores. G, Hemiélitro derecho. H, Últimos tergos abdominales. I, pata posterior, fémur, **Hyaellidae:** J, vista lateral. K, Uropodos. L, Gnatopodo. M, Antena. N, telson. **Glossiphoniiforme:** O, vista dorsal. P, extremo apical. Q, extremo caudal. **hidracaridae:** r, vista ventral. s, vista dorsal. **lombriculidae.** T-U, segmentos **Syrphidae:** V, larva.W, cabeza, X,segmentos abdominales Y, último segmento abdominal.

Anexo 14.

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el Bofedal de “Abra Apacheta” y “Rumiruyuccpampa” Ayacucho 2016-2017.



Anexo 15.

Matriz de consistencia

TÍTULO: Macroinvertebrada en sistemas lénticos y característica fisicoquímica del agua en bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.					
AUTOR: Bach. Cardenas Badajos, Susan Mayra			ASESOR: Dr. Carrasco Badajoz, Carlos Emilio		
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Las características de macroinvertebrados (composición y abundancia) hallados en los sistemas lénticos varían en relación con las características fisicoquímica del agua donde habitan en dos bofedales, ubicados en la cabecera del río Apacheta, distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de setiembre del 2016 a marzo del 2017?	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar macroinvertebrados de ambientes lénticos en relación a las características fisicoquímica del agua de su hábitat en dos bofedales de la localidad de Apacheta, en el distrito de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de octubre a diciembre de 2016 y enero a febrero de 2017.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a. Determinar la composición de macroinvertebrados los más específico posible, en ambientes lénticos en dos bofedales de la localidad de Apacheta, Cangallo-Ayacucho.</p> <p>b. Determinar la abundancia de los componentes de macroinvertebrados en dos bofedales de la localidad de Apacheta, Cangallo-Ayacucho en relación con las características fisicoquímicas del agua de su hábitat.</p> <p>c. Determinar la similitud mediante el índice de Morisita de los bofedales y dentro de éstas, las áreas de muestreo en base a los macroinvertebrados hallados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bofedales • Comunidad biológica • Macroinvertebrados acuáticos • Composición de la comunidad • Abundancia de la comunidad • Características fisicoquímicas del agua • Hábitat • Ecosistemas acuáticos • Bofedales en el área de estudio • Bofedales a nivel nacional y regional. • Biología y ecología de los Macroinvertebrados • Macroinvertebrados como indicadores • Importancia de bioindicadores en Bofedales. • Calidad de agua • Características físicas y química del agua • Características físicas del agua 	Las características de macroinvertebrados de ecosistemas lénticos varían en relación con las características fisicoquímica del agua donde habitan (a mayor temperatura, conductividad eléctrica y pH, mayor es la composición y abundancia), en dos bofedales, ubicados en la localidad de Apacheta, en el distrito de Cangallo, departamento de Ayacucho 2016-2017.	<p>VARIABLES</p> <p>Macroinvertebrados en ambientes lénticos de los bofedales</p> <p>INDICADORES</p> <p>Composición de macroinverteb.</p> <p>Indicador: Número de géneros</p> <p>Abundancia de los componentes de macroinvertebrados.</p> <p>Indicador:</p> <p>Número de individuos por unidad de esfuerzo para cada componente.</p> <p>Características físico-química del agua del hábitat</p> <p>VARIABLES</p> <p>Característica físico-química del agua del hábitat.</p> <p>INDICADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH • Dureza total (mg/L) • Dureza cálcica (mg/L) • Dureza magnésica (mg/L) • Cloruro (mg/L) • Alcalinidad total (mg/L) • STD (mg/L) • Conductividad (Us) • Temperatura (C⁰) • Oxígeno (mg/L) 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Básica <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptiva correlacional <p>METODO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo <p>DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo con dos grupos diferentes <p>MUESTREO</p> <p>Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Macroinvertebrados asociados a ambientes lénticos. • Agua de ambientes léntico. <p>TÉCNICAS</p> <p>Observación</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>Microscopio Red tipo D net Equipos y otros</p>