

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y
calidad fisicoquímica del agua en un bofedal,
distrito de Quinua. Ayacucho 2015.**

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

Presentado por la:

Bach. GÓMEZ FERNÁNDEZ, Nilsa Yuliana

Ayacucho – Perú

2016

Con amor a mi madre,
Doris Fernández Quispe

AGRADECIMIENTOS

A la Tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por acogerme durante los años de estudios universitarios y brindarme una formación profesional.

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

A mi asesor, Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por su orientación y sabios consejos, que han permitido la elaboración y finalización de mi trabajo de tesis.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Biología quienes contribuyeron con mi formación académica

A todas las personas quienes con sus consejos y apoyo influyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.

A Carolina Rayme, Pilar Alarcón, Efraín Janampa, Rosely Ommonte, Ivette Bustillos, Rosario Lopez y Lisset Tinco por su apoyo en los muestreos y evaluaciones de campo.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	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
2.1.1. Nivel Internacional	3
2.1.2. Nivel nacional	4
2.2. Marco conceptual	5
2.2.1. Bofedales	5
2.2.2. Macroinvertebrados	5
2.2.3. Calidad del agua	5
2.2.4. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	6
2.2.5. Diversidad biológica	6
2.3. Bases teóricas	6
2.3.1. Descripción del área de estudio	6
2.3.2. Descripción de bofedales en la región Ayacucho	7
2.3.3. Aporte hídrico de los bofedales	7
2.3.4. Convenio Ramsar	8
2.3.5. Importancia ecológica de los macroinvertebrados	10
2.3.6. El hábitat acuático	11
2.3.7. Adaptaciones al medio acuático	11
2.3.8. Características fisicoquímicas del agua	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación de la zona de estudio	17
3.2. Población y muestra	17
3.3. Sistema de muestreo y toma de datos	18
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	31

VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensión de las unidades de cobertura vegetal presentes en la región Ayacucho, 2009.	7
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos empleados para determinar la calidad fisicoquímica del agua.	12
Tabla 3. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo ubicadas en el bofedal, Quinua, Ayacucho 2015.	17
Tabla 4. Composición y abundancia total de los macroinvertebrados acuáticos de un bofedal ubicado en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	22
Tabla 5. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en los diferentes meses en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	28
Tabla 6. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en las diferentes zonas en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	29
Tabla 7. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en los diferentes tipos de cuerpo de agua en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados acuáticos más representativos hallados en un bofedal del distrito de Quinua, provincia Huamanga, Ayacucho, 2015.	23
Figura 2. Número de géneros y familias hallados en dos tipos de ambientes (lótico y léntico) en un bofedal del distrito de Quinua, provincia Huamanga, Ayacucho 2015.	24
Figura 3. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos según los meses de muestreo hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	25
Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) de las tres zonas de muestreo, hallados en un bofedal del distrito de Quinua, provincia Huamanga, Ayacucho 2015.	26
Figura 5. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes zonas hallados en un bofedal del distrito de Quinua, provincia Huamanga, Ayacucho 2015.	27

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Prueba de Kruskal Wallis para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según los meses de muestreo hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	48
Anexo 2 Prueba de Kruskal Wallis para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según zona (alta, media o baja) hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	49
Anexo 3 Prueba de Mann-Whitney para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	50
Anexo 4 Número de organismos de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) y las diferentes zonas, hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.	51
Anexo 5 Vista panorámica de la zona alta del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	52
Anexo 6 Vista panorámica de la zona media del bofedal en el distrito de Quinua, 2015	53
Anexo 7 Vista panorámica de la zona baja del bofedal en el distrito de Quinua, 2015	54
Anexo 8 Toma de muestras de los macroinvertebrados acuáticos del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	55
Anexo 9 Limpieza de los macroinvertebrados acuáticos colectados antes de su preservación, Quinua, 2015.	56
Anexo 10 Toma de las características fisicoquímicas in situ del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	57
Anexo 11 Toma de datos de las características fisicoquímicas in situ del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	58
Anexo 12 Preparación de los materiales para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos colectados en el bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	59
Anexo 13 Muestras de agua y reactivos para la determinación de las características fisicoquímicas del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.	60

Anexo 14	Características taxonómicas de la familia Dytiscidae. Ayacucho, 2015	61
Anexo 15	Características taxonómicas de familias del orden Coleóptera (I). Ayacucho, 2015.	62
Anexo 16	Características taxonómicas de familias del orden Coleóptera (II). Ayacucho, 2015.	63
Anexo 17	Características taxonómicas de familias del orden Hemíptera. Ayacucho, 2015.	64
Anexo 18	Características taxonómicas de géneros del orden Díptera (I). Ayacucho, 2015.	65
Anexo 19	Géneros del orden Díptera (II). Ayacucho, 2015.	66
Anexo 20	Géneros del orden Ephemeroptera. Ayacucho, 2015.	67
Anexo 21	Géneros de los órdenes Amphipoda y Bivalva. Ayacucho, 2015	68
Anexo 22	Géneros de los órdenes Lumbriculida, Prostigmata, Basommatophora y Hirudinea. Ayacucho, 2015.	69
Anexo 23	Géneros de los órdenes Odonata, Tricoptera y Tricladida. Ayacucho, 2015	70
Anexo 24	Mapa de ubicación de puntos muestrados en el bofedal en el distrito de Quinua, Ayacucho. 2015.	71
Anexo 25	Matriz de consistencia	72

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y las características fisicoquímicas del agua del bofedal ubicado en el centro poblado de Saraccocha, distrito de Quinua en la región Ayacucho, se realizaron los muestreos en los meses de enero a mayo del año 2015. El tipo de investigación se realizó a un nivel descriptivo. Se realizaron colectas de macroinvertebrados mediante una red D-Net (forma triangular de 30 cm de lado), el cual fue arrastrado por un tiempo fijo de 2 minutos en los ambientes acuáticos estudiados. Se determinaron parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos *in situ*, 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 Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Se registraron 33 géneros de macroinvertebrados agrupados en 28 familias, 13 órdenes y 8 clases. Los géneros más abundantes, en los ambientes “lénticos” y “lóticos” del bofedal, así como en los meses de muestreo fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*, en comparación con el resto de componentes. Para el caso de *Hyaella*, se halló que hay diferencia significativa en la abundancia en los diferentes meses (disminuye en el mes de marzo). De acuerdo a las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis y Mann Whitney; el género *Ectemnostega*, muestra diferencias significativas en su abundancia solo en los ambientes (es más abundante en los ambientes “lénticos”), mientras que el género *Chironomidae* no presenta diferencias significativas entre meses y tipos de ambiente. En cuanto a las características fisicoquímicas del agua del bofedal se observa una ligera variación en el resultado de los parámetros analizados al pasar de la zona alta a la zona baja, esto se puede deber a que los ambientes de agua “lóticos” a su paso van disolviendo las sales y minerales.

Palabras clave: Macroinvertebrados, bofedales, diversidad y abundancia.

I. INTRODUCCIÓN

Se denomina como bofedal a los humedales altoandinos, estos son ecosistemas de alta biodiversidad y hábitat de especies de flora y fauna amenazadas, se encuentran cerca de quebradas, bordes de lagunas y otros cuerpos de agua (manantiales, ríos, agua de deshielo) por encima de los 3800 m de altitud.

Los bofedales son ecosistemas clave en un medio con clima variable y severo para los organismos y para la producción agrícola de los habitantes de las grandes alturas de los Andes. Además, constituyen ambientes apropiados para numerosas especies de fauna y flora nativa. Por otro lado, los bofedales tienen gran influencia en el microclima local, atenuando la sequedad en lugares de clima árido o semiárido del invierno. Los bofedales son utilizados como alimento para el ganado ovino, vacuno y para los camélidos sudamericanos (llama, alpaca y vicuñas).

El estudio de macroinvertebrados asociados a bofedales se hace sumamente importante, debido a que estos tienen una estrecha relación con su medio por lo que, pueden ser indicadores de la calidad del cuerpo de agua en el que se encuentran.

Sin embargo los estudios relacionados a los bofedales y la diversidad presente en ellos, son escasos en el país e incluso a nivel mundial.

Debido a esta falta de datos se realizó el presente estudio en un bofedal ubicado en el centro poblado de Saraccocha, distrito de Quinua en la región Ayacucho, en el que se realizó el análisis físico-químico del agua, y se capturó a los macroinvertebrados que se encuentran en asociación con este bofedal, para su posterior identificación.

Este trabajo presenta un aporte al conocimiento de los macroinvertebrados presentes en este bofedal, siendo este grupo de organismos muy vulnerable debido principalmente a actividades antropogénicas, por ello el presente trabajo se realizó tomando en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad fisicoquímica del agua del bofedal ubicado en el en el centro poblado de Saraccocha, distrito de Quinua en la región Ayacucho, entre los meses de enero a mayo del año 2015.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la diversidad genérica de los macroinvertebrados acuáticos en diferentes zonas del bofedal
2. Establecer la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos en función de las diferentes zonas de muestreo.
3. Inferir la calidad fisicoquímica del agua contenida en diferentes zonas del bofedal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En los últimos años se ha reconocido la gran importancia de los bofedales y se a clasificado a estos como ecosistemas frágiles, por esto recién en los últimos años se vienen realizando estudios relacionados a bofedales, pero estos son muy escasos y de difícil acceso, los pocos estudios que existen están relacionados a la composición florística, con aves, o mamíferos que se encuentran en relación con estos. Los estudios de macroinvertebrados presentes en bofedales, son escasos, y difícilmente accesibles los pocos existentes, por esta razón la reunión de información se ha hecho dificultosa. Siendo los más abundantes los estudios sobre calidad fisicoquímica del agua y macroinvertebrados en ríos.

2.1.1. Nivel Internacional

Coronel, ¹ en el año 2007 realizó un estudio en los bofedales de la cordillera Oriental de Bolivia, específicamente en la cordillera de Cochabamba, de las 21 especies de cladóceros recolectadas, dos eran nuevas para la ciencia y cinco nuevos registros para Bolivia. Este es el primer estudio para presentar exhaustivamente la fauna de cladóceros en los altos Andes. La diversidad de cladóceros es comparable con muchos sistemas permanentes de la región y de otros sistemas de bofedales en todo el mundo, y subraya el valor de conservación de estos sistemas de turberas para la biodiversidad acuática de América del Sur, en donde se registraron además 6 especies de copépodos en 61 bofedales.

Coronel *et al.*² realizó el 2009 un estudio de plantas acuáticas sumergidas, para bofedales de aguas no mineralizadas, entre las cuales se encuentran: *Lachemilla pinnata*, *Lachemilla diplophylla*, *Ranunculos psycrophyllus*, *Lilaea scilloides*, *Isoetes* sp, y *Myriophyllum quítense*.

Goitia *et al.*³ en el año 2007, hizo una investigación sobre la biocenosis acuática de los bofedales, en el que se observa que los macroinvertebrados se diferencian por la mayor abundancia de nematodos, oligoquetos, *Pisidium sp.* (Gastropoda) y *Hyalella sp.* (Amphipoda) en la Cordillera Oriental (CO), disminuyendo hacia la zona pluviestacional de la Cordillera Occidental (CVPs) y estando poco representados en la Cordillera Occidental xérica (COx). Los representantes del orden Insecta muestran mayor diversidad y abundancia en la Cordillera Oriental, disminuyendo en las otras zonas estudiadas, probablemente debido a un mayor grado de mineralización en la Cordillera Occidental.

Declerck *et al.*⁴ en el año 2011 realizaron un estudio sobre los procesos de estructuración de metacomunidades de cladóceras (variables ambientales y limitación de dispersión), donde determinaron que a escalas espaciales grandes los procesos regionales (limitación de dispersión) son los que regulan la estructuración de las comunidades. Sin embargo, a escalas espaciales pequeñas, los procesos locales (alta heterogeneidad ambiental) son los que generan mayor diversidad beta (β) y son los más importantes en la estructuración de metacomunidades.

Rivera *et al.*⁵ en el año 2010 realizaron una investigación sobre la composición y la estructura de macroinvertebrados de las comunidades asociadas a la vegetación y sedimentos flotantes de un humedal (Bogotá, Colombia). La abundancia promedio fue de 908 ind /m². Se observó que la densidad más alta en enero de 2010 (1,099 ind /m²) y el más bajo en octubre de 2009 (805 ind /m²). Los valores de riqueza y abundancia más bajos se registraron durante las temporadas altas precipitaciones. Macroinvertebrados incluyen seis géneros y cinco familias; Tubificidae, Physidae y Glossiphoniidae fueron las más abundantes; abundancia media fue de 21.5 ind / m².

2.1.2. Nivel nacional

Carrasco *et al.*⁶ el 2015 realizó un trabajo en un bofedal en el distrito de Vinchos, (Ayacucho) en el que se halló los siguientes resultados 18 géneros perteneciente a 16 familias, 12 órdenes y siete clases, siendo el más diverso y abundante la Clase Insecta. Los dos géneros más abundantes son *Hyalella* (Amphipoda: Hyaléllidae) y *Ectemnostega* (Hemiptera: Corixidae), representando abundancias relativas en forma general de 45,6% y 30,4% respectivamente, siendo igualmente abundantes en los cuatro meses muestreados, en los dos ambientes

(léntico y lótico) y las tres zonas (alta, media y baja). Las características fisicoquímicas de las aguas halladas en el bofedal presentan valores inferiores a los reportados para los ríos y lagunas altoandinas.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Bofedales

Bofedales llamados también “oqonales” son una comunidad de plantas que ocupan suelos de mal drenaje, permanentemente húmedos y de color verde que contrasta con las otras comunidades.⁷ Los bofedales constituyen los ecosistemas de pastizales más importantes en las zonas áridas y semiáridas del altiplano peruano boliviano, zona que se encuentra sobre los 3800 msnm. Este ecosistema sustenta a la mayor parte de los camélidos sudamericanos, especialmente alpacas y constituyen parte de la belleza escénica del paisaje.⁸ Los bofedales se diferencian en función de la altura de su ubicación, calidad, cantidad y permanencia del agua que los riega.⁹ Así, los bofedales se ubican en el Altoandino semihúmedo, Altiplano semihúmedo, Altiplano semiárido y Altoandino semiárido y árido.¹⁰

2.2.2. Macroinvertebrados

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500 μm .¹¹ Los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos, al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas.¹² Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Estos al crecer, se pueden transformar en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas.¹³

2.2.3. Calidad del agua

La “calidad de agua” es relativa, cobra sentido en función del uso que se va dar al agua. Para decidir si un agua es apta para un propósito particular, debe cumplir los requisitos de calidad relacionados con su uso. El agua está contaminada cuando sufre cambios que modifican su uso real o potencial¹⁴.

2.2.4. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Establecen el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales políticas públicas siendo un instrumento obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.¹⁵

2.2.5. Diversidad biológica

Diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.¹⁶

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Descripción del área de estudio

Ayacucho es una región, que se encuentra en la cabecera de la cuenca hidrográfica del Amazonas y por ende una gran parte de su territorio se encuentra por encima de la cota de los 3900 msnm, por lo que el 37,4 % de la superficie total es considerada como zonas de recarga hídrica. El Distrito de Quinua es uno de los dieciséis distritos que conforman la provincia de Huamanga, perteneciente a la región Ayacucho, Perú. Se encuentra ubicado a 37 kilómetros de la ciudad de Ayacucho, y se puede acceder a él en 50 minutos en ómnibus. Tiene una extensión territorial de 15,563 km², y se encuentra por sobre los 3,270 msnm. El distrito fue fundado durante la época de la independencia. A tan solo un kilómetro de Quinua se encuentra el Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho, en éste se puede conocer el escenario donde se realizó la Batalla de Ayacucho, hecho que selló la independencia del Perú y de América que ha sido perpetuado con un monumento a los héroes caídos. El distrito está ubicado entre las regiones naturales de puna y suni,

presenta una fisiografía con montañas de litología sedimentaria, volcánica e intrusiva de laderas muy empinadas (50 a 75%). Sus suelos presentan una clase textural moderadamente gruesa de clase textural arenoso. Se encuentra sobre la zona de vida de bosque húmedo – Montano Subtropical (bh–MS), con una precipitación anual entre 600 a 800mm y una temperatura comprendida entre los 8 y 12°C, la vegetación predominante son las arbustivas, con presencia de algunas especies forestales como el eucalipto.¹⁷

2.3.2. Descripción de bofedales en la región Ayacucho

Los bofedales abarcan el 1,3% del territorio de la región Ayacucho con 56 613,57 Hectáreas, las especies vegetales más representantes son *Distichia muscoides*, con una cobertura de más del 90% y con menos representatividad están las *Calamagrostis curvula*, *C. rigescens*, *C. corymbosa*, *C. jamesoni*, *Werneria pilosa*, *Alchemilla pinnata* y *Muhlenbergia fastigia*. En cuanto a las plantas acuáticas, especies sumergidas (como *Elodea potamogeton* y *Myriophyllum quitense*), mientras que otras tenían partes sumergidas y partes aéreas como *Ranunculus flagelliformis* y *Lilaeopsis macloviana*.¹⁷

Tabla 1. Dimensión de las unidades de cobertura vegetal presentes en la región Ayacucho, 2009.¹⁷

Código	Símbolo	Descripción	Área (Ha)	%
1	EV	Áreas con muy escasa vegetación	480 174,43	11,02
2	AC	Áreas de cultivo	500 457,64	11,49
3	Bof	Bofedales	56 613,57	1,3
4	CHA	Bosque de Chachacoma	1 578,91	0,04
5	BMA	Bosque de Montañas Altas	288 035,08	6,61
6	BMB	Bosque de Montañas Bajas	6 543,36	0,15
7	PAT	Bosque de Paty	648,7	0,01
8	QUE	Bosque de Queñua	2 125,54	0,49
9	BTA	Bosque de Terrazas Altas	2 644,72	0,06
10	BTBM	Bosque de Terrazas Bajas y medias	3 454,05	0,08
11	TIT	Bosque de Titanka	6 817,67	0,16
12	BS	Bosque Seco	74 888,46	1,72
13	BAR	Bosques Andinos Relictos	13 630,5	0,31
14	CP	Césped de Puna	957 514,31	21,98
15	Paj	Pajonal	903 058,98	20,73
16	VA	Vegetación Arbustiva	1 012 039,61	23,23

2.3.3. Aporte hídrico de los bofedales

Las áreas donde existe recarga hídrica, con presencia de bofedales, se encuentran por encima de los 3800 msnm, donde se registran mayores precipitaciones, menores temperaturas y menor evapotranspiración, con ausencia de poblados urbanos, con poca carga animal doméstica, y con alto potencial de fauna silvestre y flora.

Estas zonas garantizan la captación inicial del agua y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año. Los bosques naturales que se encuentran en las cabeceras de las cuencas cubren una importante función reguladora al controlar la cantidad y temporalidad del flujo del agua, y protegen a los suelos de ser erosionados por el agua con la consecuente sedimentación y degradación de los ríos, y la pérdida de fertilidad en las laderas¹⁴.

Dentro de las principales funciones que se le atribuye a estos espacios geográficos son:

- a. Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de ríos y arroyos. Descarga del agua como escurrimiento para el empleo de diferentes actividades, como la captación para el consumo humano, agricultura, pecuaria, industria, etc.
- b. Almacenamiento del agua en sus diferentes formas.
- c. Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.
- d. Conserva la biodiversidad
- e. Constituyen sumideros de CO₂, brinda Servicios Ambientales por el flujo hidrológico.
- f. Alberga bancos de germoplasma.
- g. Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- h. Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.
- i. Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población, siendo estas un espacio para el desarrollo social y cultural.

2.3.4. Convenio Ramsar

La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental cuya misión es “la conservación y el uso racional de todos los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” aprobado el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, situada a orillas del Mar Caspio. Así, aun cuando hoy el nombre que suele emplearse para designar la Convención es “Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)”, ha pasado a conocerse comúnmente como “la Convención de Ramsar”. Ramsar es el primero de los tratados modernos de

carácter intergubernamental sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales, pero en comparación con los más recientes, sus disposiciones son relativamente sencillas y generales.

Con los años la Conferencia de las Partes Contratantes ha desarrollado e interpretado los principios básicos del texto del tratado y ha conseguido que la labor de la Convención corra pareja con la evolución de las percepciones, prioridades y tendencias del pensamiento ambiental. El nombre oficial del tratado, Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, refleja el énfasis puesto inicialmente en la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de tales aves. Sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance de aplicación hasta abarcar la conservación y el uso racional de los humedales en todos sus aspectos, reconociendo que los humedales en tanto que ecosistemas son extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, cubriendo así el alcance completo del texto de la Convención. Por este motivo el empleo cada vez más frecuente de la versión corta del título del tratado, la “Convención sobre los Humedales”, es enteramente apropiado. (Para modificar el nombre del tratado sería preciso enmendar el propio tratado, lo que supone un complicado proceso que, de momento, las Partes Contratantes no toman en consideración).

La Convención entró en vigor en 1975, 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 2,060 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”. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) es la Depositaria de la Convención, pero la Convención de Ramsar no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas y la UNESCO. La Convención depende únicamente de la Conferencia de las Partes Contratantes (COP) y su administración corriente ha sido confiada a una

secretaría, bajo la autoridad de un Comité Permanente elegido por la COP. La Secretaría de Ramsar está alojada, en virtud de un contrato, en la sede de la UICN–Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza en Gland (Suiza).

La misión de la Convención de Ramsar, adoptada por las Partes en 1999 y revisada en 2002 es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. El Perú ha ratificado la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocido como “Convención Ramsar”, el 13 de noviembre de 1991, mediante Resolución Legislativa N° 25353, dada por el Congreso de la República.¹⁹

2.3.5. Importancia ecológica de los macroinvertebrados

El uso de Macroinvertebrados acuáticos constituye hoy en día una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, siendo necesario para un adecuado control y conservación de un ecosistema.

No todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, debido a que las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos para poder ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica. Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes. De tal forma que los cambios de la estructura y composición de las comunidades bióticas puede ser utilizada para identificar y evaluar los grados de contaminación de un ecosistema acuático.

El estudio de macroinvertebrados es un método que ofrece mayor nivel de sensibilidad, bajos costos y métodos simples de muestreo y análisis, junto a las macrófitas y algas son indicadores puntuales de materia orgánica, eutrofización y acidificación, todos estos métodos son simples y baratos, la inconveniencia está en que se necesita tener un conocimiento adecuado de la taxonomía de cada grupo. Cabe destacar que no solamente la contaminación antrópica influye en la distribución y crecimiento de las especies, por lo que se debe considerar factores climáticos, geográficos y simbióticos que alteran una comunidad, en tal virtud el

objetivo del presente estudio es establecer las relaciones entre los índices de calidad del agua, discriminando factores que intervienen en la distribución de la macro fauna acuática del sitio tratado. El uso de los macroinvertebrados acuáticos (y muy especialmente los insectos) como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo. Un resumen de esta tradición y de los métodos actualmente usados, así como una valoración de sus ventajas e inconvenientes se puede encontrar en donde se incluye una visión histórica del tema, y una extensa bibliografía.²⁰

2.3.6. El hábitat acuático

Se refiere a las características de los lugares en los cuales viven los distintos grupos de macroinvertebrados. Así, unos viven enterrados en el sustrato; otros sobre él, adheridos a rocas, piedras y restos de vegetación; otros prefieren las orillas de ríos y lagos, donde viven adheridos a la vegetación ribereña; unos nadan sobre la superficie del agua, en tanto que otros se desempeñan muy bien como nadadores al igual que los peces; unos prefieren corrientes rápidas y otros, lentas; y por último, unos prefieren fondos lodosos; en cambio otros, fondos arenosos o pedregosos.

Los hábitats lóticos se refieren a los de aguas corrientes, como los que ofrecen ríos, riachuelos y quebradas. La fauna de macroinvertebrados en una corriente es muy diferente a la que se encuentra en zonas de rápido, a la de remansos y a la de orillas. Los sistemas lénticos son aquellos de aguas quietas o estancadas como lagos charcas y represas. Regularmente, en ellos se presentan tres zonas: litoral, que presenta abundante vegetación acuática, lo que favorece el desarrollo de gran número de especies de macroinvertebrados acuáticos; la zona limnética, de aguas abiertas y donde solo unas pocas especies flotantes pueden vivir allí y la profunda, que por lo general esta desprovista de luz y el oxígeno existente es poco, lo que limita el número de especies en ella, pero alcanza a menudo un alto número de individuos de una misma especie por área.²¹

2.3.7. Adaptaciones al medio acuático

En los sistemas acuáticos los cambios en los factores ambientales, físicos y biológicos tiene gran influencia en los organismos que habitan este tipo de sistemas, es por ello que, evolutivamente, presentan diversas adaptaciones que les permite ser tolerantes ante dichos cambios.²² Las adaptaciones de mayor importancia en los macroinvertebrados acuáticos, son la respiración dentro del

agua y la osmorregulación. Otros autores consideran también las diversas estrategias de obtención de oxígeno, los mecanismos de defensa y escape de depredadores, la construcción de refugios en estado pupal, la alimentación, la estacionalidad en los ciclos reproductivos y la capacidad de vuelo.²³

2.3.8. Características fisicoquímicas del agua

Las características tanto físicas como químicas del agua, no son las mismas en todo el universo, estas varían dependiendo de muchos aspectos, es por ello se afirma, que las características fisicoquímicas del agua de un ecosistema acuático es reflejo del sustrato con el cual está estrechamente relacionado.²⁴

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos empleados para determinar la calidad fisicoquímica del agua.

Parámetro	Unidad	Método
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	Volumétrico
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Volumétrico
Dureza cálcica	mg de Ca	Volumétrico
Dureza magnésica	mg/L	Volumétrico
Cloruro	mg/L Cl	Volumétrico
pH		Peachímetro
Temperatura	°C	Termómetro
Conductividad	mS/cm	Electrométrico
STD	mg/L	Conductímetro

a. Alcalinidad

La alcalinidad del agua es su capacidad de ácido neutralizante. Es la suma de todas las bases valorables. El valor medido puede variar significativamente con el pH del punto final usado. La alcalinidad es importante en muchas aplicaciones y tratamientos de aguas naturales y aguas residuales.

Debido a que la alcalinidad de muchas aguas superficiales es principalmente una función de carbonato, bicarbonato, y el contenido de hidróxido, se toma como una indicación de la concentración de estos constituyentes. Los valores medidos pueden también incluir contribuciones de boratos, fosfatos, silicatos, u otro.

Si estas bases están presentes. La alcalinidad en exceso de metales alcalinotérreos es significativo en la determinación de la idoneidad de un agua para el riego. La medida de alcalinidad es utilizada en la interpretación y el control de los procesos de tratamiento de agua y aguas residuales. Cuando operan correctamente digestores anaerobios tienen alcalinidades de

sobrenadante en el rango de 2000 a 4000 mg de carbonato de calcio (CaCO_3)/L.²⁵

b. Dureza

Originalmente, la dureza del agua se entiende como una medida de la capacidad del agua para precipitar jabón. El jabón se precipitó sobre todo por los iones de calcio y magnesio presentes. Otros cationes polivalentes también pueden precipitar jabón, pero a menudo están en formas complejas, con frecuencia con componentes orgánicos, y su papel en la dureza del agua puede ser mínimo y difícil de definir. En concordancia con la práctica actual, la dureza total se define como la suma del calcio y las concentraciones de magnesio, por tanto se expresan como carbonato de calcio, en miligramos por litro.

Cuando la dureza numéricamente es mayor que la suma de la alcalinidad de carbonato y bicarbonato, esa cantidad de dureza equivalente a la alcalinidad total se llama dureza de carbonatos; la cantidad de dureza en exceso lo que se llama dureza no carbonatada. La dureza puede variar de cero a cientos de miligramos por litro.²⁵

c. Conductividad

Es una medida de la capacidad de una solución acuosa para llevar a una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones; en su concentración total, la movilidad y valencia; y de la temperatura de medición. Soluciones de la mayoría de compuestos inorgánicos son relativamente buenos conductores. Por el contrario, las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en solución acuosa conducen la corriente mal, en todo caso.

El agua destilada producida en un laboratorio en general tiene una conductividad en el rango de 0,5 a 3 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$. La conductividad aumenta poco después de la exposición al aire y el depósito de agua.

La conductividad del agua potable en los Estados Unidos varía generalmente desde 50 hasta 1500 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$. La conductividad de las aguas residuales domésticas puede ser cercana a la del suministro de agua local, aunque algunos residuos industriales tienen conductividades superiores a 10 000 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$. La mayoría de los problemas en la obtención de buenos datos con sistemas de control de conductividad están relacionados con contaminación del electrodo y a la obtención de una muestra insuficiente.²⁵

d. Cloruro

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje.

El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de NaCl.

Cuando el cloruro está presente como una sal de calcio o de magnesio, el típico sabor salado de los cloruros puede estar ausente aún a concentraciones de 1000 ppm.

Un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial, puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras. La máxima concentración permisible de cloruros en el agua potable es de 250 ppm, este valor se estableció más por razones de sabor, que por razones sanitarias. Las muestras se pueden guardar en botellas de vidrio o de polietileno, no se requieren cuidados especiales en su almacenaje.

Esta determinación, es aplicable para aguas de uso doméstico, industrial y residual. Para analizar los cloruros, la muestra, a un pH neutro o ligeramente alcalino, se titula con nitrato de plata (AgNO_3), usando como indicador cromato de potasio (K_2CrO_4). El cloruro de plata AgCl , precipita cuantitativamente primero, al terminarse los cloruros, el AgNO_3 reacciona con el K_2CrO_4 formando un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 .²⁶

e. pH

El pH o la actividad del ion hidrógeno indican a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua. El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno, $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ $[\text{H}^+] =$ actividad de los iones hidrógeno en mol/L.

El método consiste en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medidas potenciométricas usando un electrodo combinado o un electrodo estándar de hidrógeno de vidrio con un electrodo de referencia.²⁷

f. Sólidos Disueltos Totales (TDS)

Los sólidos totales disueltos son una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de $2\ \mu\text{m}$ (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. Es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. Es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L en agua potable.

Éste estándar secundario se establece porque los TDS elevados proporcionan al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta. Los TDS también pueden interferir con equipos de tratamiento y es importante considerarlo al instalar un sistema de tratamiento de agua. El tratamiento de agua por TDS puede lograrse por ósmosis reversa o destilación.²⁸

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio:

3.1.1. Ubicación política:

Políticamente el área tiene la siguiente ubicación:

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Quinua

El área de estudio se encuentra aproximadamente a 20 minutos del centro poblado de Quinua por la carretera Ayacucho – San Francisco, cercano a la laguna Saraccocha.

3.1.2. Ubicación geográfica:

En el bofedal se ubicaron tres zonas de muestreo (alta, media y baja) la ubicación de las coordenadas geográficas y la altitud de las zonas de muestreo fueron determinadas con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, GARMIN etrex 30 con margen de error 3 m) (Tabla 3 y Anexo 23).

Tabla 3. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo en el bofedal, Quinua, Ayacucho 2015.

Zonas de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Zona Alta	600225.11	8563667.04	4 269
Zona Media	600558.40	8563762.33	4 229
Zona Baja	601054.24	8563687.21	4 193

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población:

La población estuvo conformada por los macroinvertebrados acuáticos y el agua presente en el bofedal ubicado en el distrito de Quinua, de la región Ayacucho durante los meses de enero a mayo del año 2015.

3.2.2. Muestra:

90 colecciones de macroinvertebrados y muestras de agua. Se tomaron tres zonas de muestreo en el bofedal, cada una con tres estaciones (uno de agua corriente "lótico", dos de agua estancada "léntico"), en total nueve puntos de muestreo (en diferentes lugares de la misma zona para cada muestreo) los cuales se evaluaron cada 15 días, durante cinco meses.

18 unidades colectadas en 9 estaciones específicos por cada mes durante 5 meses.

3.3. Sistema de muestreo y toma de datos:

3.3.1. Reconocimiento del área

El lugar de estudio presenta de manera natural tres espacios diferenciados por la altitud, por lo que se tomó cada uno de estos espacios como una zona de muestreo (zona alta, zona media y zona baja), dentro de cada una de estas zonas se observó una característica peculiar, había espacios en los cuales se podía encontrar agua estancada y había otros espacios en los que el agua estaba circulando discretamente, al haber cambio de agua, probablemente los macroinvertebrados acuáticos presentes en él no sean los mismos que en los espacios con agua estancada, por lo que se evaluó de manera aislada los espacios con agua estancada y los espacios con agua corriente, en limnología se usan los términos "lótico" y "léntico" para referirse a el agua estancada y el agua corriente respectivamente, por lo que se usan a lo largo del trabajo estos términos para hacer referencia a estas características. En total se tomaron 3 puntos por cada zona, evaluándose así 9 puntos en total. El área de investigación es de aproximadamente 162,100 Hectáreas.

3.3.2. Colección de macroinvertebrados y preservación

En cada punto de muestreo se realizaron colectas de macroinvertebrados mediante la técnica de arrastre en un tiempo fijo de 2 minutos, se usó una red tipo D (forma triangular de 30 cm de lado y con una luz de malla de 0,5 mm). Los organismos capturados fueron fijados y preservados en alcohol al 96%. Todas estas actividades fueron realizadas en campo.

3.3.3. Identificación de macroinvertebrados

En el laboratorio se limpiaron las muestras con la ayuda de coladores y se usaron bandejas translúcidas de diferente capacidad para ayudar a separar los macroinvertebrados, luego se contabilizó los macroinvertebrados y se colocaron en viales, considerando las semejanzas morfológicas (morfortipo) e

inmediatamente se conservaron en alcohol glicerinado al 70%. Para la caracterización morfológica e identificación taxonómica se utilizó un microscopio compuesto y estereoscopio marca Olympus.

La identificación de los macroinvertebrados se realizó hasta el nivel de género; debido a que no existen claves para gran parte de los macroinvertebrados acuáticos hasta especie, a través del uso de claves taxonómicas de: Domínguez y Fernández,²⁹ y Roldan.³⁰

En algunos casos en los que la determinación hasta género fue más complicada se usaron morfotipos para la clasificación.

Se obtuvo la abundancia relativa para cada uno de los géneros, el cual esta entendido como el número de individuos para cada género por el número total de individuos.

3.3.4. Determinación de las características fisicoquímicas

Las variables ambientales consideradas para la determinación de las características fisicoquímicas fueron: temperatura, conductividad, pH y Solidos Totales Disueltos, estas fueron determinadas *in situ* con la ayuda de un equipo multiparametro de marca Hanna Instruments HI 9811-5 Portable. Mientras que para las características de alcalinidad total, cloruro, dureza cálcica, dureza magnésica y dureza total, se realizó un análisis químico usando diferentes reactivos, este análisis fue realizado en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Para la toma de muestras se emplearon botellas de agua de mesa, limpias, se sumergieron los frascos en la parte media, haciendo que ingrese cuidadosamente el agua sin producir mucha turbulencia, una vez llenado el frasco y cerrado herméticamente fueron rotulados para su posterior traslado al laboratorio. La determinación de las características fisicoquímicas del agua del bofedal, se realizó comparando los resultados con los establecidos en la categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales (las dos subcategorías: D1, vegetales de tallo bajo y alto y D2, bebida de animales) y en la categoría 4, para conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos), de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.¹⁵

3.3.5. Análisis de datos:

Se obtuvieron estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión, presentados en tablas y gráficos. Para este propósito fueron utilizados los datos

de abundancia de macroinvertebrados acuáticos hallados y de las características fisicoquímicas. Con la finalidad de determinar posibles diferencias entre las abundancias y las características fisicoquímicas del agua se realizó la prueba estadística de Kruskal Wallis ($\alpha=0.05$), esta prueba tiene la capacidad de comparar varios grupos independientes por lo cual fue usada para comparar la abundancia de géneros en los diferentes meses y las diferentes zonas. También se realizó la prueba de Mann-Whitney que nos permitió comparar solamente entre dos grupos que para este trabajo fueron los ambientes “lóticos” y “lénticos”.

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Composición y abundancia total de los macroinvertebrados acuáticos de un bofedal ubicado en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

Clase	Orden	Familia	Genero	Nº de org.
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	Celina	103
			Lancetes	169
			Derovatellus	200
		Hydrophilidae	Notionotus	1
		Elmidae	Macrelmis	34
		Scirtidae	Elodes	8
		Staphylinidae	Thinobius	1
		Chrysomelidae	Lysathia	2
	Hemiptera	Corixidae	Ectemnostega	2168
		Hebridae	Lipogomphus	2
	Diptera	Chironomidae	Alotanypus	2064
			Tanypus	35
		Psychodidae	Clognia	2
		Simuliidae	Gigantodax	113
		Tabanidae	Tabanus	5
		Dolichopodidae	Aphrosylus	1
			Rhaphium	3
		Syrphidae	Milesiinae	2
		Ceratopogonidae	Atrichopogon	1
			Allaudemyia	2
		Muscidae	Limnophora	3
	Odonata	Aeshnidae	Aeshna	42
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Meridialaris	32
		Baetidae	Andesiops	1
	Tricoptera	Limnephilidae	Anterctoecia	7
Arachnida	Prostigmata	Hydrachnidae	Hydrachna	82
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella	3012
Turbellaria	Tricladida	Dugesiidae	Dugesia	1
Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	Pisidium	138
Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Gyraulus	148
		Lymnaeidae	Lymnaea	54
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculus	14
Hirudinea	Hirudinea	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae	207

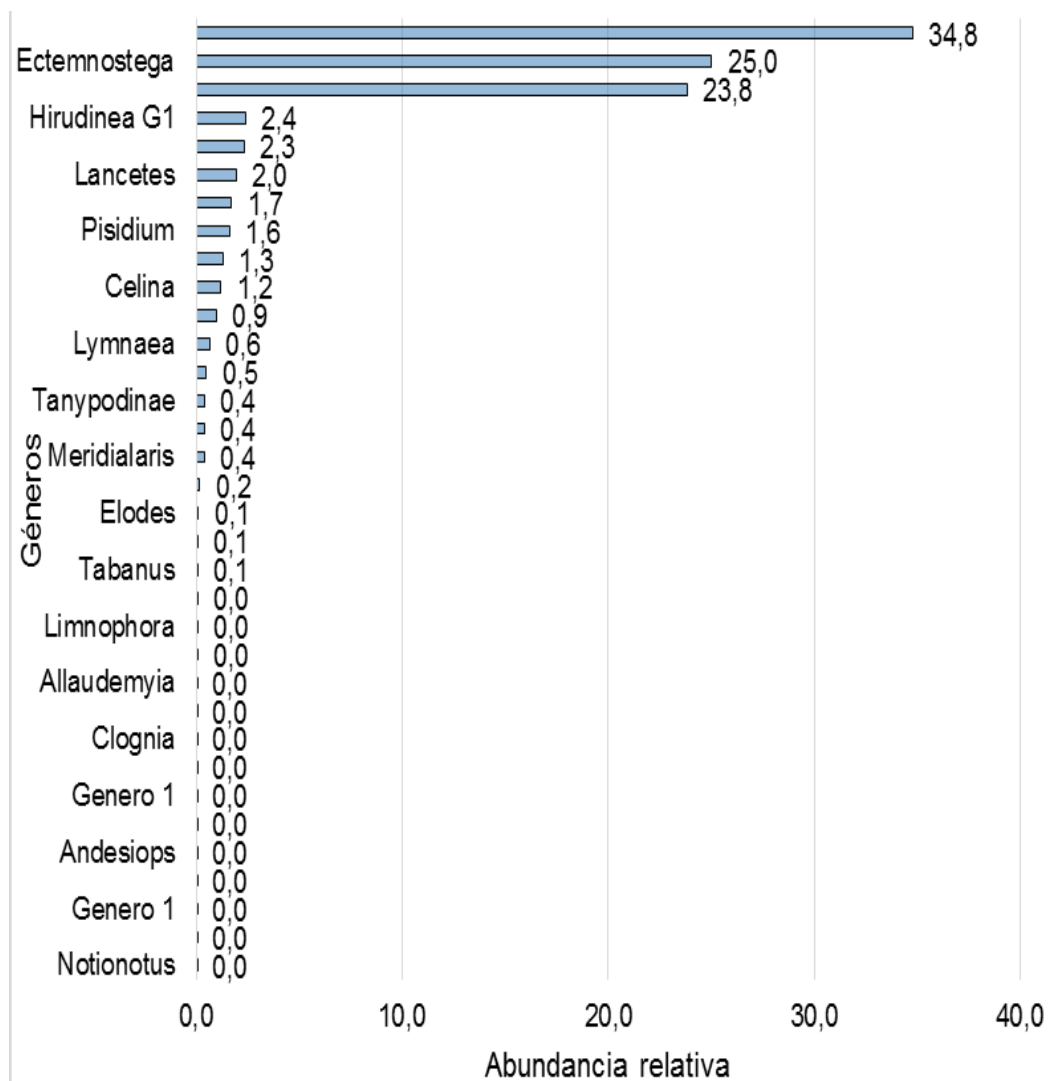


Figura 1. Abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados acuáticos más representativos hallados en un bofedal en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

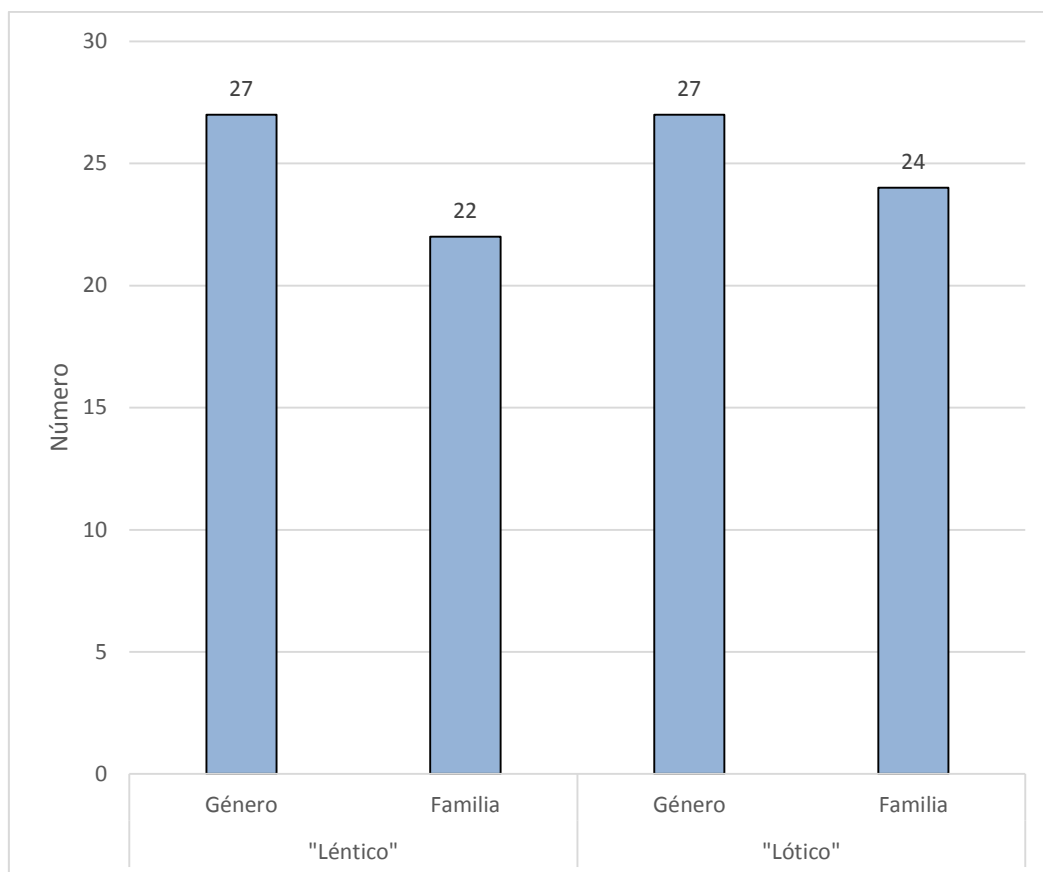


Figura 2. Número de géneros y familias hallados en dos tipos de ambientes (lótico y léntico) en un bofedal en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

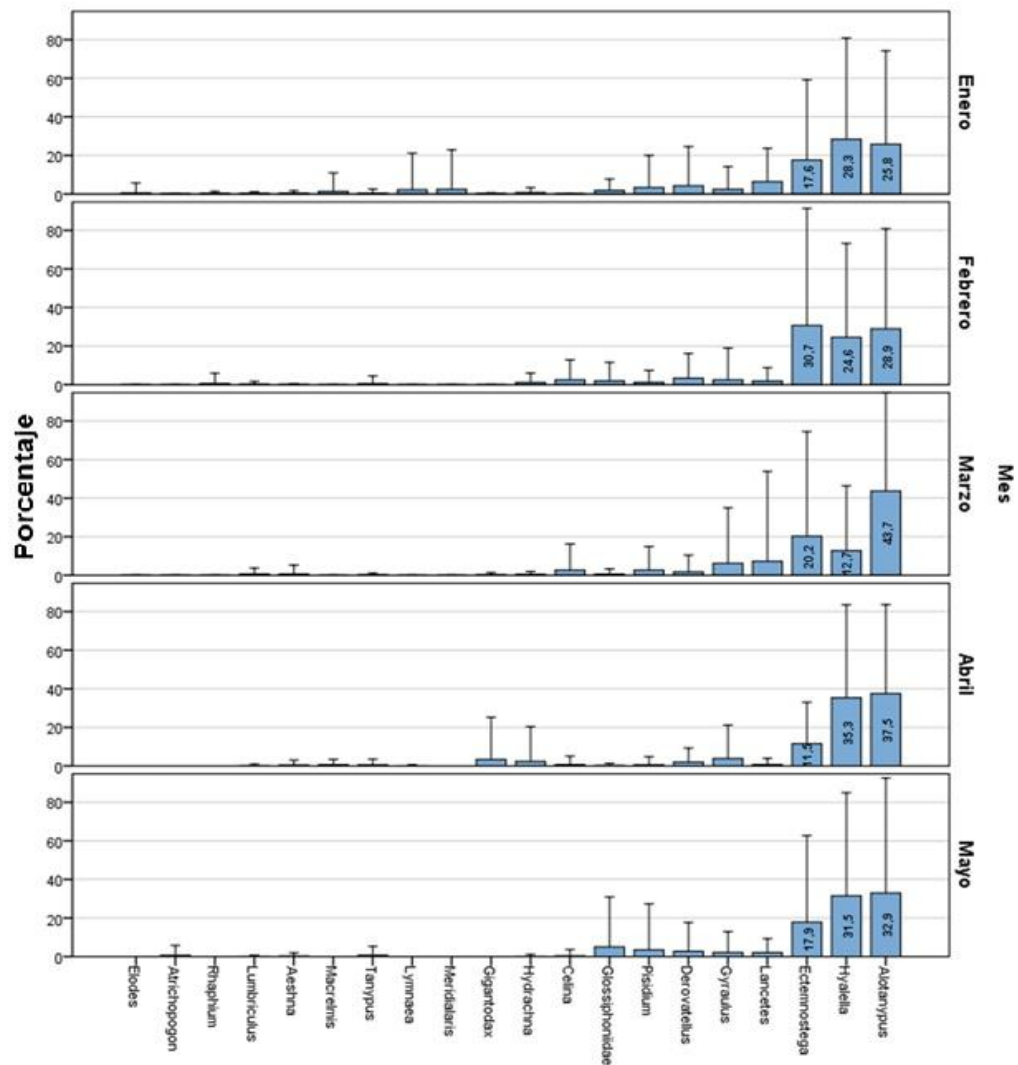


Figura 3. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos según los meses de muestreo hallados en un bofedal en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

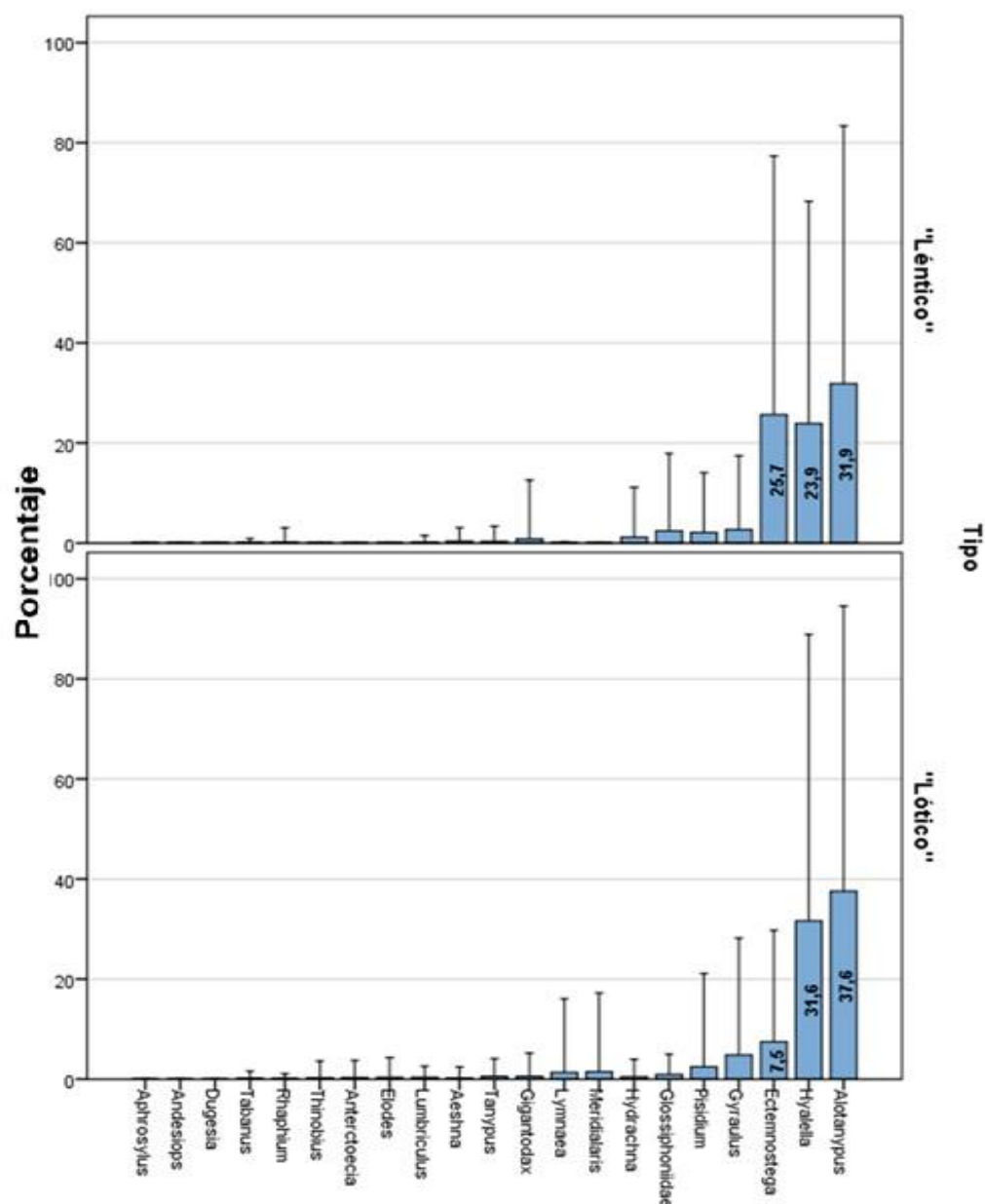


Figura 4. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) de las tres zonas de muestreo, hallados en un bofedal en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

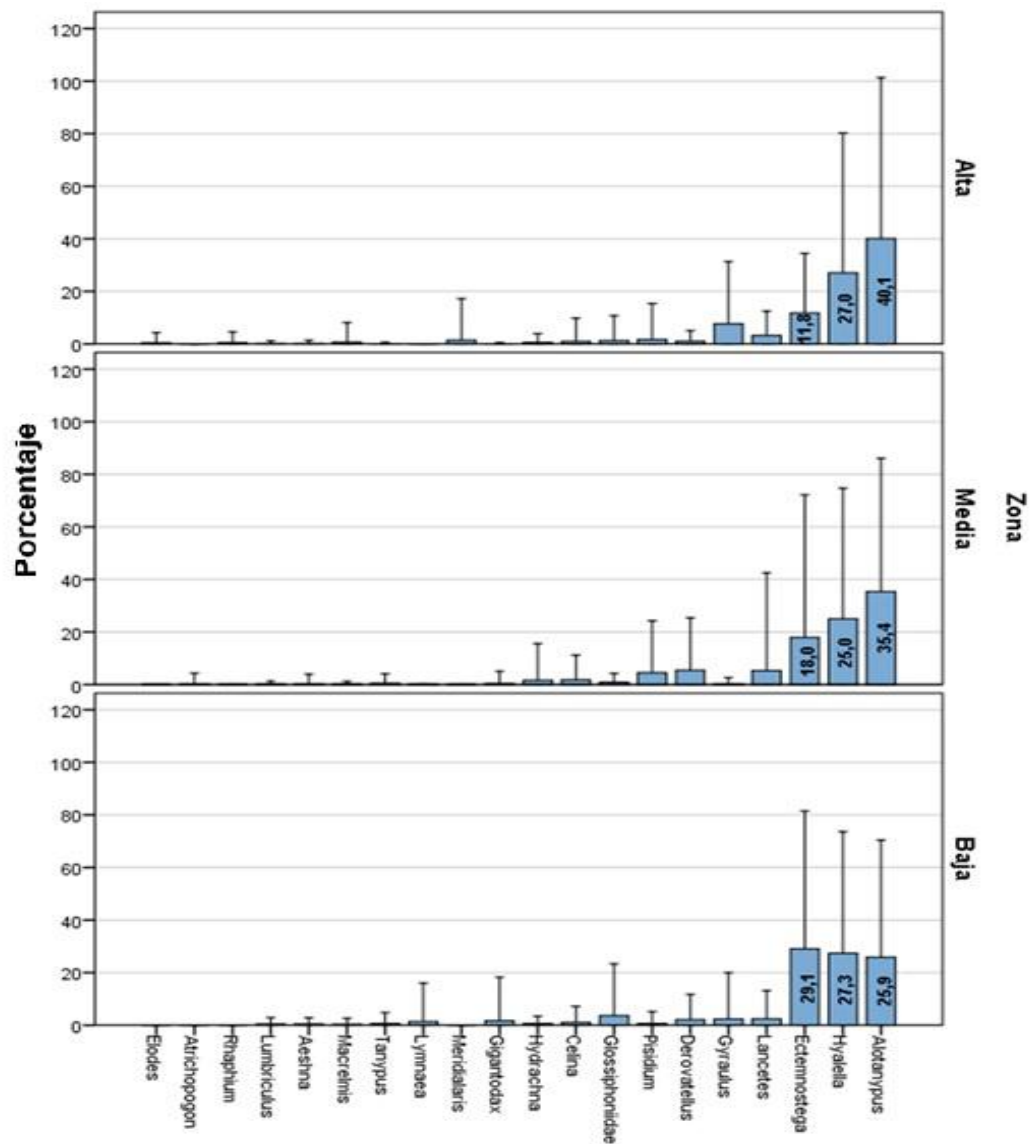


Figura 5. Abundancia relativa promedio y desviación típica de los géneros más representativos de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes zonas hallados en un bofedal en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

Tabla 5. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en los diferentes meses en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

Características	Meses					Kruskal	D.S. 015-2015-MINAM		
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Wallis (P)	D1	D2	E1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	41,3	59,7	41,3	50,0	37,0	0,266	-	-	-
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	38,3	60,0	40,0	43,0	36,3	0,438	-	-	-
Dureza cálcica (mg de Ca)	30,3	45,3	30,3	30,7	24,0	0,317	-	-	-
Dureza magnésica (mg/L)	8,0	14,7	9,7	12,3	12,3	0,773	-	-	-
Cloruro (mg/L Cl)	2,7	2,9	2,7	5,0	3,1	0,002	500	-	-
pH	7,5	7,2	7,5	7,1	7,0	0,176	6,5 - 8	6,5 – 8,4	6,5 - 9
Temperatura (°C)	8,3	9,2	10,7	8,8	7,8	0,049	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Conductividad (mScm)	60,7	80,5	60,7	100,0	67,5	0,386	2,5	5	1
STD (mg/L)	29,8	40,0	29,8	41,7	36,7	0,445	-	-	-

D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo

D2: Bebida de animales

D3: Lagunas y lagos

Tabla 6. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en las diferentes zonas en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

Características	Zona			Kruskal Wallis (P)	D.S. 015-2015-MINAM		
	Alta	Media	Baja		D1	D2	E1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	63,2	43,0	31,4	0,934	-	-	-
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	58,6	37,4	34,6	0,835	-	-	-
Dureza cálcica (mg de Ca)	46,4	29,8	20,2	0,755	-	-	-
Dureza magnésica (mg/L)	12,2	7,6	14,4	0,707	-	-	-
Cloruro (mg/L Cl)	3,2	3,3	3,4	0,897	500	-	-
pH	7,5	7,3	7,0	0,724	6,5 - 8	6,5 – 8,4	6,5 - 9
Temperatura (°C)	9,6	8,5	8,8	0,271	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Conductividad (mScm)	126,1	57,3	38,3	0,309	2,5	5	1
STD (mg/L)	60,6	28,7	17,6	0,262	-	-	-

D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo

D2: Bebida de animales

D3: Lagunas y lagos

Tabla 7. Características fisicoquímicas promedios del agua del bofedal en los diferentes tipos de cuerpo de agua en el centro poblado Saraccocha, distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

Características	Tipo		Mann - Whitney (P)	D.S. 015-2015-MINAM		
	“Léntico”	“Lótico”		D1	D2	E1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	47,2	44,5	0,007	-	-	-
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	45,2	41,9	0,030	-	-	-
Dureza cálcica (mg de Ca)	34,3	30,0	0,011	-	-	-
Dureza magnésica (mg/L)	10,9	11,9	0,279	-	-	-
Cloruro (mg/L Cl)	3,4	3,1	0,521	500	-	-
pH	7,3	7,2	0,048	6,5 - 8	6,5 – 8,4	6,5 - 9
Temperatura (°C)	9,3	8,6	0,270	Δ 3	Δ 3	Δ 3
Conductividad (mScm)	91,8	55,9	0,005	2,5	5	1
STD (mg/L)	44,6	26,6	0,003	-	-	-

D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo

D2: Bebida de animales

D3: Lagunas y lagos

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se muestra la composición y la abundancia total de los macroinvertebrados acuáticos hallados en un bofedal del distrito de Quinua, en el cual se puede observar que dicha comunidad estuvo compuesta por 33 géneros, que pertenecen a 27 familias, 13 órdenes y 8 Clases. Resalta que la clase con mayor diversidad es la Insecta que está representado por 20 familias y 26 géneros. Por otro lado, el género con mayor número de individuos capturados fue *Hyalella* (del orden *Amphipoda*, el cual presenta 3012 individuos, seguido de los géneros *Ectemnostega* (*Hemiptera*) y el género 1 de la familia *Chironominae* (*Diptera*) con 2168 y 2064 individuos respectivamente, estos tres géneros son los que presentaron la mayor abundancia en comparación con el resto de órdenes hallados, a estas especies representativas le sigue *Glossiphoniidae* que apenas cuenta con 207 individuos. Los menos abundantes son seis géneros de los cuales se encontró solo un individuo durante los meses de muestreo, estos géneros son: *Notionotus*, *Thinobius*, *Tanypus*, *Aphrosylus*, *Andesiops* y *Dugesia*. Ladrera³¹ menciona que existen diferentes tipos de indicadores biológicos de ecosistemas fluviales, como microorganismos, macrófitos o peces. Sin embargo, uno de los grupos más ampliamente utilizados son los macroinvertebrados acuáticos. Esto se debe a varias razones: i) su elevada diversidad; ii) son relativamente fáciles de muestrear, iii) los diferentes taxones presentan requerimientos ecológicos diferentes; iv) los protocolos de muestreo y elaboración de índices están bien estandarizados; y v) poseen un tiempo de vida relativamente largo, que permite integrar los efectos de la contaminación en el tiempo. El grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Entre los insectos con alguna fase de su vida acuática destacan, por

su abundancia y distribución, los siguientes órdenes: Efemeroptera, Plecoptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Tricoptera y Diptera.

En la Figura 1 sobre abundancia relativa de los diferentes géneros encontrados en el bofedal en el distrito de Quinua, se observa que los de mayor abundancia relativa fueron los géneros *Hyaella* (Amphipoda), *Ectemnostega* (Hemiptera) y *Alotanypus* (Diptera). El género *Chironominae* tiene una abundancia relativa de 23,83%, el género *Hyaella* presentó una abundancia relativa de 34,48%, mientras que el género *Ectemnostega* 25,03%. Se sabe que la el género *Hyaella* resulto ser el grupo de macroinvertebrados acuáticos más diverso a nivel taxonómico de género, registrando una amplia distribución en el sistema fluvial. En la tesis realizada por Acosta³² los anphipodos son uno de los grupos conocidos habitualmente como trituradores de hojarasca en climas templados y constituyen una parte importante en la biomasa de las comunidades de macroinvertebrados tanto en ambientes lóticos como lénticos alrededor del mundo, la amplia distribución del género *Hyaella*, su amplia distribución en todo tipo de ambientes hace pensar que su rol trófico dependerá tanto de los recursos alimenticios presentes en el sistema como de las preferencias propias de cada especie. La preferencia de una u otra especie de hojarasca por parte de un organismo desmenuzador, depende de varios factores, entre ellos la dureza de las hojas, la concentración de nutrientes y la presencia de compuestos secundarios nocivos.

Por otro lado en la tesis realizada por Carvacho³³ en donde al comparar los resultados a escala de la cuenca del Limari, Chile, se observó que en términos generales las familias con mayor abundancia y representatividad fueron prácticamente las mismas en los diferentes puntos monitoreados, siendo *Chironomidae* (Clase Díptera) la familia con mayor abundancia y representatividad a nivel de cuenca y subcuenca, con 18 géneros distribuidos en 4 subfamilias de las cuales *Orthocladiinae* fue la más diversa con 10 géneros, seguida por *Chironominae* y *Tanypodinae* con 4 géneros cada una y por *Diamesinae* representado únicamente por el género *Limaya*. Se puede notar que estos resultados son similares a los del presente trabajo. Las diferencias en el número de individuos por género se deben principalmente a las características del lugar en el que se encuentran, se sabe que existe una relación directa entre el número de taxones y los tipos y variedad de sustratos. Por lo general, los ríos con fondos arenosos o arenoso-limosos que albergan pocas especies, con

pocos individuos por especie³⁴, ya que son sustratos especializados y muy inestables con las corrientes de agua. En contraste, los fondos pedregosos suelen ser más ricos, ya que ofrecen una mayor superficie para el crecimiento de la biopelícula de la cual se alimentan diversos consumidores primarios, los sustratos dominados por hojarasca brindan una mayor disponibilidad de recursos para organismos fragmentadores, lo que además de presentar una alta riqueza de especies permiten sostener una mayor densidad de organismos.³⁵ Si bien existen géneros que pueden preferir uno u otro tipo de sustrato, se presenta la mayor abundancia en aquellos con abundante vegetación, como en el presente trabajo de investigación.

En términos generales, en los bofedales podemos encontrar 2 tipos de sistemas acuáticos: “lóticos” y “lénticos”. A diferencia de los lóticos, los “lénticos” tienen altos tiempos de retención y con ello cambian también los tipos de hábitat y especies presentes. Desde el punto de vista físico, los agentes atmosféricos (viento, radiación solar) adquieren una importancia mayor respecto de la influencia de los caudales afluentes. La química y biología de estos ambientes estará condicionada por las fluctuaciones de temperatura, dado su condición de mezcla y la disponibilidad de oxígeno³⁶ por esta razón en el presente estudio se evaluaron los ecosistemas “lóticos” y “lénticos” de forma separada. En la figura 2, sobre el número de géneros y familias hallados en los dos tipos de ambientes (lótico y léntico), se observa resultados muy similares para ambos, el mayor número de géneros está presente en los cuerpos “lénticos” con un total de 28, mientras que la mayor cantidad de familias la encontramos en los cuerpos “lóticos” con un total de 27. Se podría concluir que la mayor diversidad la presentan los cuerpos “lóticos”, en este sentido Hanson *et al.*³⁷ menciona que en ambientes “lóticos”, especialmente los ríos de aguas limpias y bien oxigenadas, son los ecosistemas de agua dulce que albergan la mayor diversidad de macroinvertebrados. Los resultados para el número de géneros y familias en el presente trabajo son muy similares tanto para sistemas “lóticos” como “lénticos”, pero se puede notar también que hay géneros que prefieren uno de estos sistemas y no están presentes en el otro, como son el género *Notionotus*, *Lysathia*, *Aphrosylus*, entre otros, los cuales solo aparecen en sistemas “lénticos”, mientras que los géneros *Clognia*, *Milesiinae*, *Meridialaris*, *Anterctoecia*, solo aparecen en sistemas “lóticos”.

La abundancia relativa de los diferentes géneros de acuerdo a los diferentes meses de muestreo (enero a mayo) (Figura 3). En los 5 meses de evaluación se observa al realizar la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 01) que los géneros que sobresalen son *Chironominae*, *Hyaella* y *Ectemnostega*, al igual que en las tablas y figuras anteriores, se puede observar una diferencia en la abundancia relativa del genero *Hyaella* para el mes de marzo, esto se podría deber a diversos factores entre los cuales está el cambio de estación, ya que los primeros meses fueron con abundantes lluvias y a partir del mes de marzo las lluvias bajaron considerablemente, razón por la cual se redujo la población, hasta lograr adaptarse a las nuevas condiciones, con lo cual vuelve a subir la población para el mes de abril. La presencia de lluvias favorece el aumento de la vegetación, y por lo tanto de materia orgánica, este es un ambiente muy favorable para géneros como *Hyaella* según Covich *et al.*³⁸ los organismos del orden *Amphipoda* están generalmente asociados a materia orgánica en descomposición, donde forman densas poblaciones. La alta abundancia de este género puede ser favorecida por la acumulación de material vegetal que se presenta en estas localidades. De igual manera Posada y Roldan³⁹ encontraron una abundancia significativa de estos microcrustáceos en la cuenca de la Quebrada Piedras Blancas, en aquellas estaciones donde se amontona hojarasca en cantidad. Muhlhauser⁴⁰ menciona que la fauna presente en este sistema se encuentra asociada a la vegetación acuática y a los sedimentos. Los organismos más representados del bentos fueron los crustáceos, insectos y moluscos gastrópodos.

En la figura 4 sobre la abundancia relativa de los diferentes géneros en relación al tipo de ambiente en el que se encuentran es decir en relación a si es un cuerpo “lótico” o “léntico”, en donde los resultados son similares a los anteriores es decir que los géneros *Chironominae*, *Hyaella* y *Ectemnostega*, son los que dominan en estos tipos de ambientes. Al realizarse la prueba de Mann-Whitney (Anexo 02) donde se observa una variación para el género *Ectemnostega*. Se observa que para cuerpos de agua “lénticos” hay gran presencia de este género con un porcentaje de 25,7%, mientras en cuerpos de agua “lóticos” hay poca presencia con un porcentaje de solo 7,5%. Esto se podría deber a las preferencias del genero por ambientes donde la corriente de agua no pueda arrastrarlos, ya que por sus características estos se mantienen en la superficie del cuerpo de agua. En un estudio realizado por Konopko y Melo⁴¹ refieren la

preferencia del género *Ectemnostega* por los cuerpos de agua “lóticos”, indican que estos habitan en zonas poco profundas de ambientes “lóticos” y “lénticos” temporalmente estables, entornos con abundantes macrófitas acuáticas sumergidas. La mayoría de corixidos son detritívoros o captadores micrófagos; algunas especies, sin embargo, son predadores y se alimentan de zooplancton, larvas de insectos, y oligoquetos. Estos depositan sus huevos debajo de la superficie del agua, en las plantas acuáticas, piedras o restos de madera. Temporalmente los macroinvertebrados responden a sucesiones ecológicas a través del tiempo; es decir que los géneros presentes en la época seca podrían estar ausentes en la época de lluvias. Por lo tanto, la diversidad real de macroinvertebrados se la podría obtener mediante muestreos en un ciclo anual completo (12 meses).

La figura 5, presenta la abundancia relativa de los géneros en las diferentes zonas de muestreo, las cuales fueron divididas en tres: alta, media y baja. Se observa en la prueba de Kruskal-Wallis (Anexo 03), resultados similares para las tres zonas, pero se resalta diferencias nuevamente para el género *Ectemnostega*, esto se debe a que en las dos primeras zonas, la abundancia del género es menor mientras que para la zona baja esta abundancia sube considerablemente, pasando de 11,8% a 29,1%, esto se podría entender debido a una mayor presencia de cuerpos de agua “lénticos” en esta zona y su cercanía a la laguna. Algunos autores consideran que estos organismos pueden ser usados en la clasificación de cuerpos de agua “léntico”, de donde se puede obtener información de la naturaleza de estos, por lo que vienen a constituirse en un valioso medio de comparación en trabajos de investigación y conservación. Tienen también una gran importancia desde el punto de vista económico, ya que en algunas zonas son extraídos para posteriormente ser exportados a diferentes países europeos.^{42, 43}

Las características fisicoquímicas del agua para los diferentes meses (Tabla 5), mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se observan valores muy similares, sin grandes variaciones, para el caso de la alcalinidad se presentan valores entre 30 0 mg/L CaCO₃ y 60 0 mg/L CaCO₃, el menor valor fue del mes de mayo con 37,0 mg/L CaCO₃ y el mayor fue en el mes de febrero con 59,7 mg/L CaCO₃. Para el caso de la Dureza total los resultados están en un promedio de 30 a 40 mg/L CaCO₃. El cloruro presenta valores muy similares para los distintos meses, pero se resalta el mes de abril con 5,0 mg/L Cl, valor que es más elevado que el de

otros meses, en los que los valores son casi la mitad. El pH en los distintos meses es prácticamente neutro, inclinándose un poco hacia el lado alcalino. La temperatura del agua es baja estando entre 8 y 10 °C. La conductividad presenta valores similares para todos los meses.

Se observa que los parámetros de las características fisicoquímicas promedios del agua en las diferentes zonas (Tabla 6), de acuerdo a la prueba de Mann-Whitney son similares, no se hallan diferencias muy notorias, al igual que en la tabla anterior. Pero se observa una ligera variación al pasar de la zona alta a la zona baja, esto se puede deber a que los cuerpos de agua “lóticos” a su paso van disolviendo las sales y minerales encontrados, los cuales afectan a las características fisicoquímicas del agua. Los valores para la zona alta son mayores en relación a los valores hallados para la zona media y baja.

La Tabla 7, nos presenta una comparación de las características fisicoquímicas promedios del agua en los diferentes tipos de cuerpo de agua, en el que los valores presentan apenas ligeras diferencias de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis. La mayor abundancia de la familia Chironomidae está asociada a bajos niveles de oxígeno y altas concentraciones de materia orgánica esto corrobora la designación dada a la familia como tolerantes a altos niveles de contaminación⁴⁴. La salinidad y la temperatura son las principales variables que condicionan la distribución de las familias de macroinvertebrados fluviales en el área de estudio. Estas variables generan un gradiente ambiental de aumento de la salinidad-temperatura que se relaciona negativamente con la altitud y el caudal⁴⁵.

Para la calidad fisicoquímica del agua del bofedal, se comparó los resultados a los establecidos en la categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales (las dos subcategorías: D1, vegetales de tallo bajo y alto y D2, bebida de animales) y en la categoría 4, para conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos), de conformidad con la normativa vigente, de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) ¹⁵ para agua (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM). Se observa que los valores obtenidos para la categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales (las dos subcategorías: D1, vegetales de tallo bajo y alto y D2, bebida de animales) se encuentran dentro de los parámetros establecidos por estos, a excepción de la conductividad que para todos los casos se encuentra en niveles superiores a los establecidos, la norma establece valores inferiores a 2,5 mScm para la subcategoría D1, y valores inferiores a 5 mScm para la subcategoría D2, sin

embargo los valores hallados en el presente trabajo en los distintos meses varían entre 60 – 100 mScm, para las distintas zonas la variación va entre 38 y 100 mScm, mientras que para los diferentes ambientes los valores son de 55,9 y 91,8 mScm, como podemos notar todos estos valores se encuentran muy por encima de los que establece la norma. Para la categoría 4, para conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos) se cumplen los parámetros establecidos, para el caso de conductividad nuevamente los valores hallados están por encima de los establecidos por la norma, en todos los casos, la norma establece el valor de 1 mScm, y como podemos leer líneas arriba los valores hallados en el bofedal Saraccocha se encuentran en niveles superiores a este. No se puede determinar que el agua de este bofedal sea apta o no para los usos mencionados, debido a que no se realizó la evaluación de todos los parámetros indicadas en la norma, pero de los parámetros analizados el único que se encuentra fuera de los valores esperados es el de conductividad.

VI. CONCLUSIONES

1. Se hallaron un total de 33 géneros los cuales estuvieron agrupados en 8 clases, siendo la clase Insecta la más representativa, 13 órdenes entre las que destacan Coleoptera y Diptera, 28 familias siendo la familia Dytiscidae la que tiene mayor número de géneros. Los géneros *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Chironominae*, son los representativos por su persistencia durante los cinco meses de muestreo, en los ambientes “lóticos” y “lénticos”. En los ambientes de tipo “léntico” se encontraron 28 géneros y en los de tipo “lótico” se halló 27 géneros.
2. De acuerdo a la abundancia relativa, los géneros más importantes fueron *Hyaella*, *Ectemnostega* y *Alotanypus*, representando porcentajes de 34,78%, 25,03% y de 23,83%, respectivamente, siendo igualmente abundantes para todos los meses, ambientes (“léntico” y “lóticos”) y zonas (alta, media y baja), con excepción de *Hyaella* que presenta una abundancia diferenciada según los meses de muestreo.
3. Los valores de cloruro, pH y temperatura analizados en el agua del bofedal se encuentra dentro de los límites establecidos, los cuales están comprendidos en la categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales (subcategorías: D1, vegetales de tallo bajo y alto y D2, bebida de animales), de igual manera para el caso de la categoría 4, para conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos), de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Mientras que los valores hallados para conductividad, se encuentran por encima de los establecidos para esta misma norma.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar más investigaciones relacionadas con macroinvertebrados presentes en bofedales altoandinos, principalmente en la región de Ayacucho, con la finalidad de obtener información para comparar resultados.
2. Realizar estudios de macrófitas presentes en bofedales, y las relaciones de estas con los macroinvertebrados acuáticos.
3. Lograr la caracterización de los macroinvertebrados, hasta la categoría taxonómica de especie, en los distintos bofedales que se pueden encontrar en la región Ayacucho, para poder tener una base de datos, que puedan ser utilizados en trabajos futuros.
4. Estudiar la relación de las diferentes características fisicoquímicas del agua de los distintos bofedales de la región Ayacucho. Con la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Coronel J, De la Barra N, Aguilera X. Bofedales altoandinos de Bolivia: vegetación acuática y factores ambientales. *Rev Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. 2009; 26:23-34.
2. Coronel J, Declerck S, Brendonck L. High-altitude peatland temporary pools in Bolivia house a high cladoceran diversity. *Rev. Wetlands*. 2007 27: 1166-1174.
3. Goitia E, Maldonado M, Acosta F, de La Barra N, Cadima M, Coronel J, Salvatierra A. Tipificación de humedales altoandinos de Bolivia: biocenosis acuática de los bofedales. Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 2007; 2: 1125-1129.
4. Declerck S, Coronel J, Legendre P, Brendonck L. Scale dependency of processes structuring metacommunities of cladocerans in temporary pools of High-Andes. *Rev wetlands*. 2011; 34: 296-305.
5. Rivera J, Pinilla G, Rangel J. El montaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables físicas y químicas en el humedal Jaboque-Colombia. 2013. 35(2): 389-408.
6. Carrasco C, Ayala Y, Portal E. Macroinvertebrados acuáticos, características ambientales y fisicoquímicas del agua en un bofedal Altoandino. Programa de Investigación en Biodiversidad y Gestión Ambiental, Ayacucho. 2015.
7. Ministerio del Ambiente. Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales [sede web]. Perú. 2012. [citado 10 de marzo de 2015] Recuperado a partir de : <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/glosarioterminosambientales.pdf>
8. Zorogastúa R, Quiroz J, Garatuza P. Dinámica de los bofedales en el altiplano peruano –boliviano, [Internet]. Perú. 2012. [citado 18 de mayo de 2015] Recuperado a partir de : <http://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v8-n2-3-dinamica-de-los-bofedales-en-el-altiplano-peruano-boliviano.pdf>
9. Alzérreca, H. Los campos naturales de pastoreo del Parque Nacional Sajama (PNS) y su capacidad de carga. Proyecto Manejo de Areas Protegidas y Zonas de Amortiguación, Cooperación Técnica Alemana (MAPZA-GTZ). Informe de Consultoría. La Paz, Bolivia. 2001. Pp.92.
10. Loza F, Moreau S, Liberman M, Lizca J, Gasc F. Zonificación de las áreas propicias para la Crianza de Camélidos en el Altiplano Central y Norte de Bolivia. Informe Final de la asociación Boliviana de Teledetección y Medio Ambiente (ABTEMA). Unidad Ejecutora de proyectos en Camélidos (UNEPKA). La Paz, Bolivia. 2000. Pp. 38.
11. Guerrero C, Vidal MR, Suárez LM, Gómez R, Ortega M. Estructura de tamaño de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en un río de características semiáridas durante el estiaje (río Chícamo, S.E. España), Asociación Española de Limnología, Madrid. España. 2004.
12. Ladrera R, Rieradevall M y Prat N. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. [Internet]. 2013. [citado 26 de agosto de 2015] Recuperado a partir de : http://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf
13. Carrera C, Fierro K. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito. 2001.
14. Centro Panamericano de la Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Tratamiento del agua para el consumo humano, calidad fisicoquímica del agua y su influencia en el tratamiento. Tecsup. 1995.

15. Ministerio del Ambiente. Modifican los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. El Peruano. (19-12-2015).
16. Wikipedia. La enciclopedia libre (biodiversidad) [Internet] 2016. [Citado 27 de febrero 2016] Recuperado a partir de : <https://es.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad>
17. 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. 2009.
18. Mora JE. Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la región Cusco. Día mundial de Humedales. 2011
19. Secretaría de la Convención de Ramsar. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), Gland (Suiza). 2013. 6
20. Bonada N, Prat V, Resh H, Statzner B. Developments In Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. Annu. Rev. Entomol. 2006.51: 495–523.
21. Roldan G. Fundamentos de limnología. Antioquia – Medellín: Editorial Universidad Antioquia; 1992. 8: 325
22. Williams D. Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. Journal of the North American Benthological Society. 1996. 15: 634-650.
23. Hinton HE. Plastron respiration in adult beetles of the suborder Myxophaga. Journal of Zoological London. 1969. 159: 131-137.
24. Roldan G. Fundamentos de limnología. Antioquia – Medellín: Editorial Universidad Antioquia. 1992.
25. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Washington, APHA, 1992.
26. Standard methods for the examination of water and waste water publicado por la APHA. Medición de Cloruros por Argentometría, Método 4500 Cl- B – 1995
27. American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the Examination of water. Vigésima edición. American Public Health Association, EE.UU. 1998.
28. Sigler WA, Bauder J. Universidad Estatal de Montana Programa de Extensión en Calidad del Agua Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales
29. Fernández H, Domínguez E. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistema y biología. Tucumán – Argentina: Fundación Miguel Lillo; 2009.
30. Roldán G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Bogotá – Colombia. 1988.
31. Ladrera R. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas de información Ambiental. 2012.39: 24-29.
32. 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. [Tesis Doctoral]. Barcelona. Universidad de Barcelona. Facultad de Biología. 2019.
33. Carvacho A. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca Limari en Chile. [Tesis Magistral]. Barcelona. Universidad de Barcelona. Facultad de Biología. 2012.

34. Boccardi, L. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la cañada del Dragón (Montevideo). [Tesis]. de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. 2004. Pp 80.
35. Meza A, Rubio J, Dias L, Walteros J. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*. 2012. 34:443-456.
36. Centro de ecología aplicada. Ministerio de agricultura. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Servicio agrícola y ganadero. Chile. 2006
37. Hanson P, Springer M y Ramírez A. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Rev. biol. trop.* San José. 2010. 58.
38. Covich A, Thorp J. Ecology and classification of North American freewater invertebrates. Academic Press, Inc, San Diego. 2001.
39. Posada J, Roldan G. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el noroccidente de Colombia. *Caldasia*. 2003.
40. Muhlhauser H. Geoecología de un humedal de alta altitud en el altiplano andino del norte de Chile. Implicancias para el paisaje y la estructura del sistema. En: I Taller internacional de geoecología de montaña y desarrollo sustentable de los andes del sur. The United Nations University y Universidad de Chile, Viña del Mar. 1996
41. Konopko S y Melo M. Larval morphology of *Ectemnostega* (*Ectemnostegella*) montana (Hemiptera: Heteroptera: Corixidae: Corixinae), with an emphasis on chaetotaxy. *Zootaxa*. 2009. 1- 18
42. Jansson, A. The identity of *Ahuautlea mexicana* de la llave (Heteroptera, Corixidae). *Pan-pacific Entomologist*. 1979.
43. Savage V. Elaboracion y evaluación de tres dietas conteniendo "mosco" (Hemirptera: Corixidae y Notonectidae) a diferentes proporciones, para tilapia (*Oreochromis niloticus*) en condiciones de laboratorio. Tesis Lic. UNAM. México. 1995.
44. Christine M. Hahn H. Toro D. Grajales A. Duque G. Serna L. Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de Palestina, Colombia. *Boletín científico. Centro de museos. Museo de historia natural*. 2009.
45. Vivas S. Casas J. Pardo I. Robles S. Bonada N. Mellado A. Prat N. Alba J. Álvarez M. Bayo M. Jáimez P. Suárez M. Toro M. Vidal M. Zamora C. Moyá G. Aproximación multivariante en la exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain. 2002.

ANEXOS

Anexo 1

Prueba de Kruskal Wallis para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según los meses de muestreo hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

	Chi-cuadrado	Gl	Sig. Asintótica
Celina	6,654	4	0,155
Lancetes	9,292	4	0,054
Derovatellus	5,282	4	0,260
Notionotus	4,000	4	0,406
Macrelmis	9,521	4	0,049
Elodes	4,000	4	0,406
Thinobius	4,000	4	0,406
Lysathia	8,090	4	0,088
Ectemnostega	4,838	4	0,304
Lipogomphus	3,034	4	0,552
Tanypus	,473	4	0,976
Alotanypus	5,630	4	0,229
Clognia	4,000	4	0,406
Gigantodax	4,000	4	0,406
Tabanus	6,370	4	0,173
Aphrosylus	2,047	4	0,727
Rhaphium	4,000	4	0,406
Milesiinae	3,034	4	0,552
Allaudemyia	3,034	4	0,552
Tanypus	3,034	4	0,552
Limnophora	3,034	4	0,552
Hyaella	9,606	4	0,048
Hydrachna	7,093	4	0,131
Pisidium	4,396	4	0,355
Lumbriculus	3,672	4	0,452
Glossiphoniidae	5,378	4	0,251
Gyraulius	1,146	4	0,887
Lymnaea	5,454	4	0,244
Aeshna	1,367	4	0,850
Meridialaris	4,000	4	0,406
Andesiops	4,000	4	0,406
Anterctoecia	4,000	4	0,406
Dugesia	4,000	4	0,406

Anexo 2

Prueba de Kruskal Wallis para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según zona (alta, media y baja) hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

	Chi-cuadrado	Gl	Sig. Asintótica
Celina	0,443	2	0,801
Lancetes	3,396	2	0,183
Derovatellus	4,010	2	0,135
Notionotus	2,000	2	0,368
Macrelmis	1,035	2	0,596
Elodes	2,000	2	0,368
Thinobius	2,000	2	0,368
Lysathia	1,012	2	0,603
Ectemnostega	8,001	2	0,018
Lipogomphus	4,045	2	0,132
Tanypus	2,288	2	0,318
Alotanypus	3,433	2	0,180
Clognia	2,000	2	0,368
Gigantodax	,448	2	0,799
Tabanus	,001	2	0,999
Aphrosylus	2,000	2	0,368
Rhaphium	4,045	2	0,132
Milesiinae	1,012	2	0,603
Allaudemyia	1,012	2	0,603
Tanypus	2,000	2	0,368
Limnophora	4,045	2	0,132
Hyaella	,276	2	0,871
Hydrachna	,224	2	0,894
Pisidium	14,505	2	0,001
Lumbriculus	3,117	2	0,210
Glossiphoniidae	3,985	2	0,136
Gyraulus	14,545	2	0,001
Lymnaea	,001	2	0,999
Aeshna	1,345	2	0,510
Meridialaris	2,000	2	0,368
Andesiops	2,000	2	0,368
Anterctoecia	2,000	2	0,368
Dugesia	2,000	2	0,368

Anexo 3

Prueba de Mann-Whitney para los diferentes géneros de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

	U de Mann- Whitney	Z	Sig. asintótica (bilateral)
Celina	724,000	-2,321	0,020
Lancetes	807,500	-,870	0,384
Derovatellus	786,500	-1,089	0,276
Notionotus	885,000	-,707	0,480
Macrelmis	855,500	-,881	0,378
Elodes	870,000	-1,414	0,157
Thinobius	870,000	-1,414	0,157
Lysathia	870,000	-1,006	0,315
Ectemnostega	430,500	-4,030	0,000
Lipogomphus	884,500	-,520	0,603
Tanypus	813,000	-1,430	0,153
Alotanypus	805,500	-,809	0,419
Clognia	885,000	-,707	0,480
Gigantodax	870,000	-1,414	0,157
Tabanus	840,000	-1,294	0,196
Aphrosylus	899,000	-,028	0,978
Rhaphium	885,000	-,707	0,480
Milesiinae	885,500	-,486	0,627
Allaudemyia	840,000	-2,011	0,044
Tanypus	884,500	-,520	0,603
Limnophora	885,500	-,486	0,627
Hyaella	789,500	-,951	0,342
Hydrachna	742,500	-1,853	0,064
Pisidium	892,000	-,098	0,922
Lumbriculus	878,000	-,331	0,741
Glossiphoniidae	805,000	-,991	0,322
Gyraulus	835,000	-,815	0,415
Lymnaea	899,000	-,028	0,978
Aeshna	830,500	-1,046	0,296
Meridialaris	870,000	-1,414	0,157
Andesiops	885,000	-,707	0,480
Anterctoecia	870,000	-1,414	0,157
Dugesia	885,000	-,707	0,480

Anexo 4

Número de organismos de macroinvertebrados acuáticos según tipo de ambiente (lótico y léntico) y las diferentes zonas, hallados en un bofedal del distrito de Quinua, Ayacucho 2015.

	Tipo					
	Léntico			Lótico		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Celina	24	27	31	0	0	21
Lancetes	43	54	51	11	5	5
Derovatellus	9	129	16	4	2	40
Notionotus	0	0	1	0	0	0
Macrelmis	0	1	13	16	0	4
Elodes	0	0	0	8	0	0
Thinobius	0	0	0	1	0	0
Lysathia	1	0	1	0	0	0
Ectemnostega	266	508	1220	11	30	133
Lipogomphus	1	0	0	1	0	0
Alotanypus	477	621	401	222	196	147
Tanypus	2	2	21	0	7	3
Clognia	0	0	0	2	0	0
Gigantodax	0	1	102	1	8	1
Tabanus	0	1	1	3	0	0
Aphrosylus	0	0	1	0	0	0
Rhaphium	1	0	0	2	0	0
Milesiinae	0	0	0	1	0	1
Atrichopogon	0	1	0	0	0	0
Allaudemyia	0	1	0	1	0	0
Limnophora	2	0	0	1	0	0
Hyaella	1224	274	778	80	404	252
Hydrachna	12	54	10	3	0	3
Pisidium	45	80	0	0	7	6
Lumbriculus	3	2	4	2	0	3
Glossiphoniidae	34	23	127	0	11	12
Gyraulus	99	9	0	11	0	29
Lymnaea	1	1	0	0	0	52
Aeshna	6	11	16	0	0	9
Meridialaris	0	0	0	32	0	0
Andesiops	0	0	1	0	0	0
Anterctoecia	0	0	0	7	0	0
Dugesia	0	0	1	0	0	0

Anexo 5

Vista panorámica de la zona alta del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



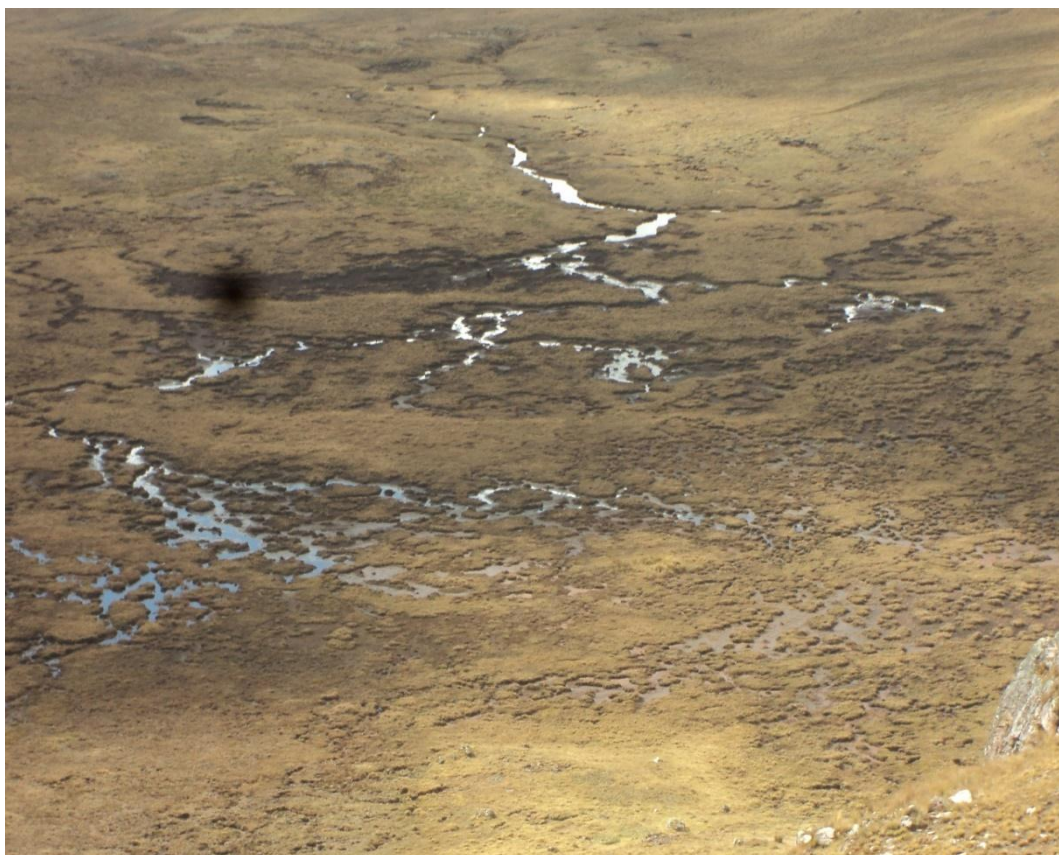
Anexo 6

Vista panorámica de la zona media del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 7

Vista panorámica de la zona baja del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 8

Toma de muestras de los macroinvertebrados acuáticos del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 9

Limpieza de los macroinvertebrados acuáticos colectados antes de su preservación, Quinua, 2015.



Anexo 10

Toma de las características fisicoquímicas in situ del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 11

Toma de datos de las características fisicoquímicas in situ del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 12

Preparación de los materiales para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos colectados en el bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



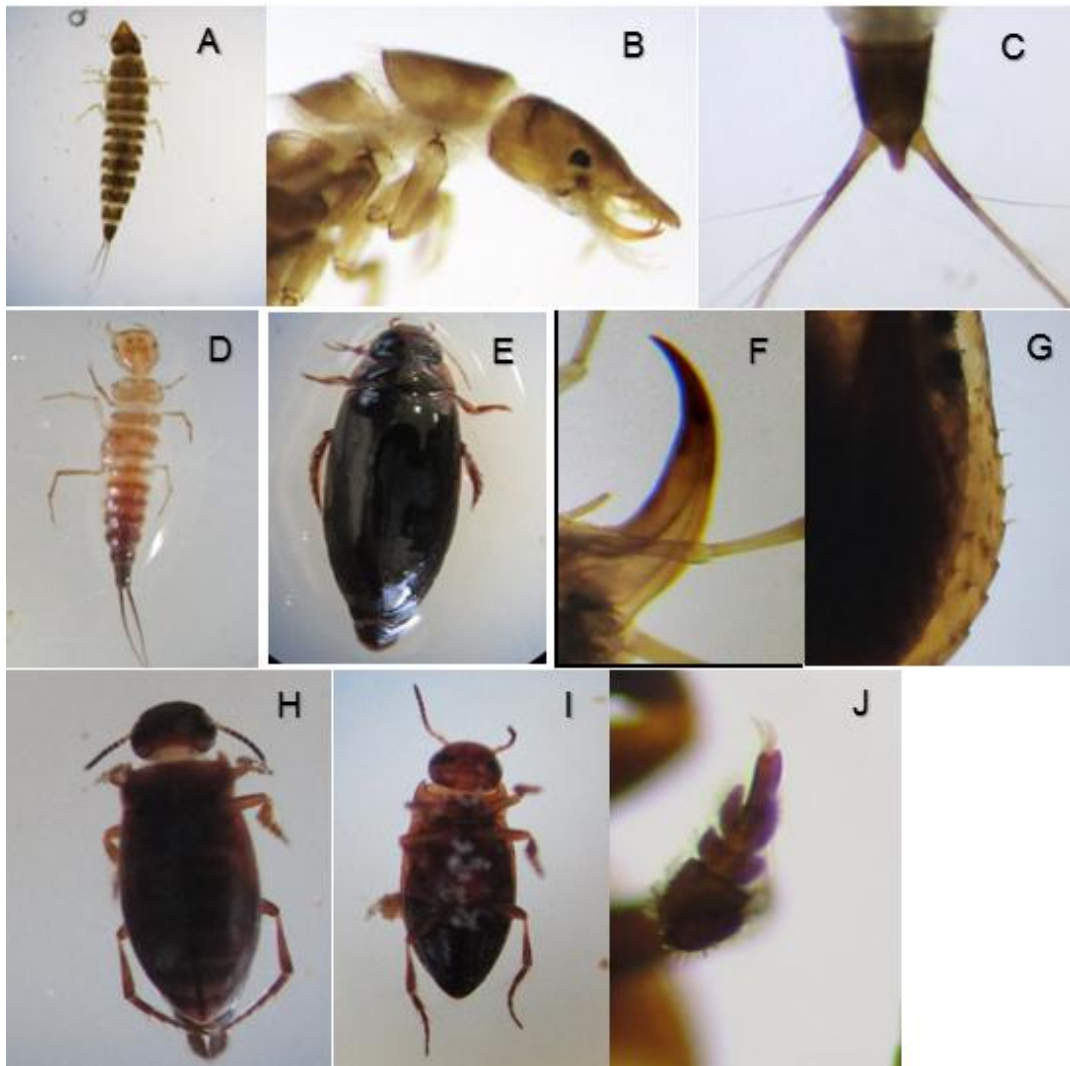
Anexo 13

Muestras de agua y reactivos para la determinación de las características fisicoquímicas del agua del bofedal en el distrito de Quinua, 2015.



Anexo 14

Características taxonómicas de la familia Dytiscidae. Ayacucho, 2015.

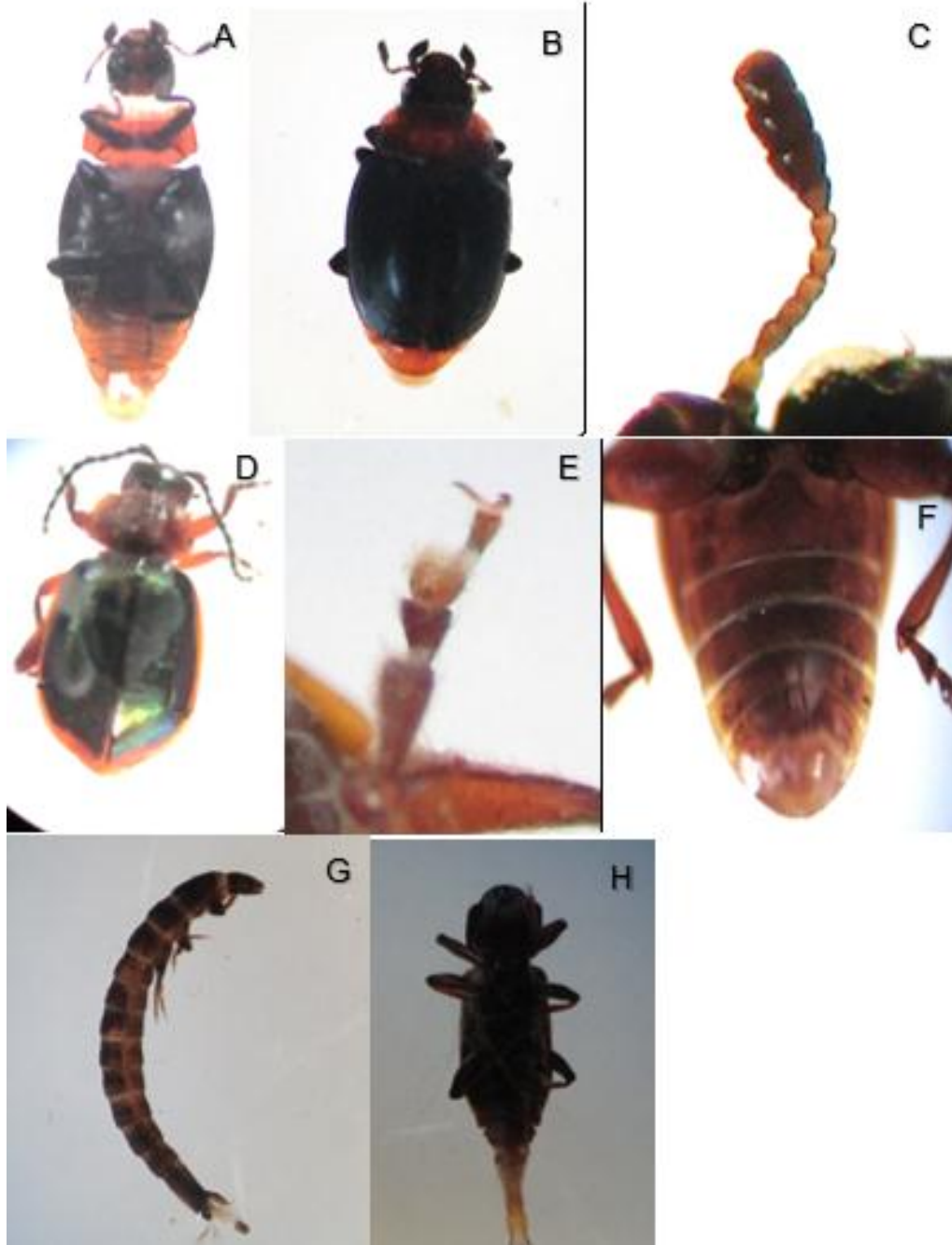


Leyenda:

Género *Celina*: A, Larva. B, Frontoclipeo prolongado hacia adelante. C, Organo respiratorio caudal largo, angosto y de extremo redondeado. Género *Lancetes*: D, Larva. E, Adulto. F, Mandíbula con un canal cerrado a lo largo del margen interno. G, Cabeza con muchas espinas temporales cortas. Género *Derovatellus*: Adulto, H, Vista dorsal, I, Vista ventral. Longitud 5,0mm o menos. Élitros de extremo agudo o redondeado. J, Tarsos anteriores y medios pseudotetrameros.

Anexo 15

Características taxonómicas de familias del orden Coleóptera (I). Ayacucho, 2015



Leyenda:

Género *Notionotus*: A, Vista ventral. B, Vista dorsal. C, Masa antenal de tres artejos. Género *Chrysomelidae*: D, Vista dorsal, E, Tarsos pseudotetrameros. 3º artejo ancho y bilobulado, ocultando el 4º. F, 4 o mas urosternitos visibles. Género *Macrelmis*: G, Larva. 8 primeros segmentos abdominales mas anchos que largos. H, Adulto.

Anexo 16

Características taxonómicas de familias del orden Coleóptera (II). Ayacucho, 2015

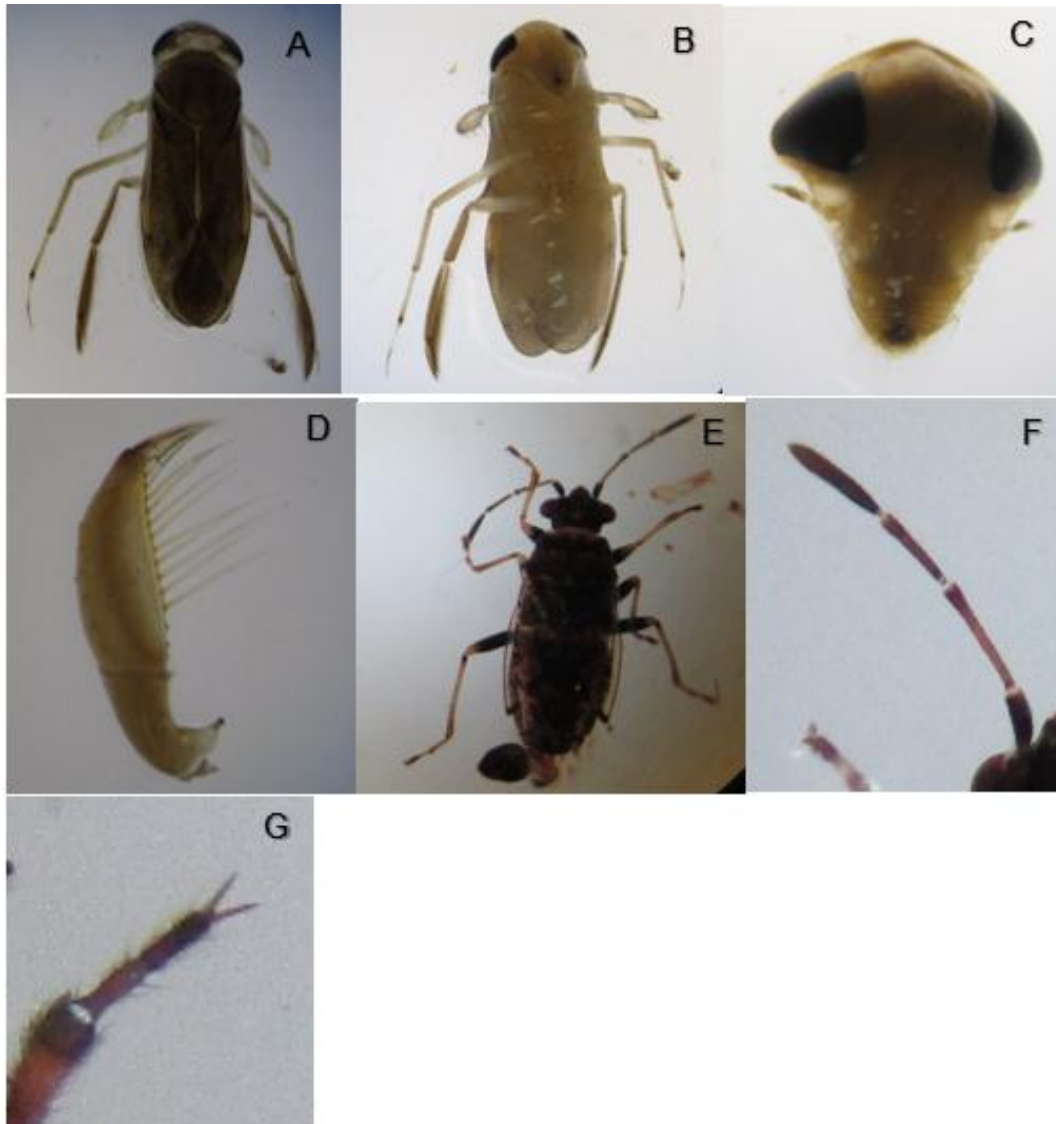


Leyenda:

Género *Elodes*: A, Larva. B, Adulto. C, Antenas mas largas que la cabeza, multisegmentadas. D, Abdomen de 9 segmentos. Género *Thinobius*: E, Vista ventral. F, Vista dorsal. G, Antenas de 11 segmentos. H, Al menos 6 uroterguitos descubiertos. Élitros cortos. Antenas no geniculadas.

Anexo 17

Características taxonómicas de familias del orden Hemíptera. Ayacucho, 2015

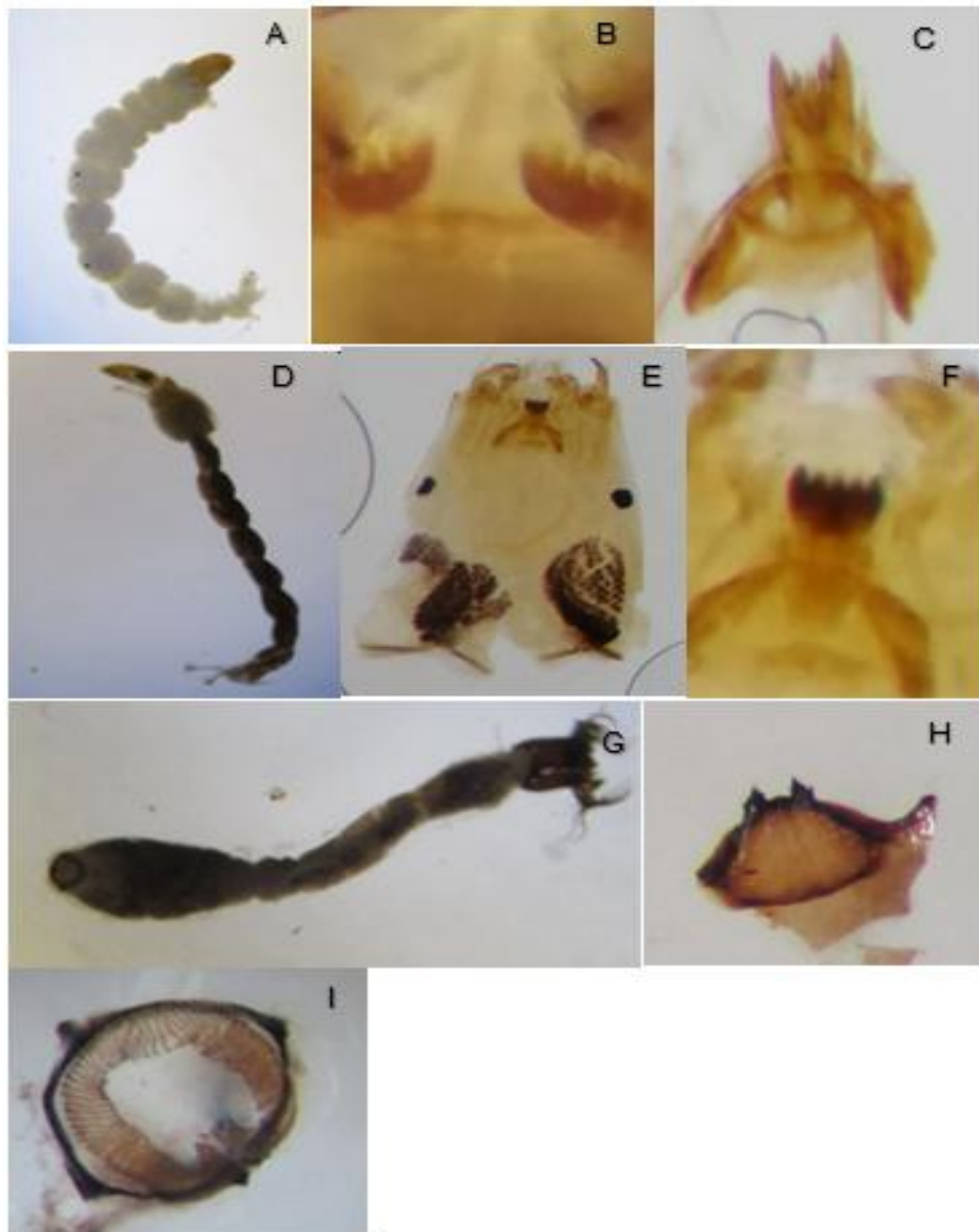


Leyenda:

Género *Ectemnostega*: A, Vista dorsal. B, Vista ventral. C, Rostro subtriangular con estrias basales. D, Tarsos anteriores en forma de cuchara. Género *Lipogomphus*: E, Adulto. F, Segmento antenal IV sin constricción. Antenas tan o mas largas que el ancho maximo del pronoto. G, Tarsos de dos segmentos.

Anexo 18

Características taxonómicas de géneros del orden Díptera (I). Ayacucho, 2015.



Leyenda:

Familia Chironomidae: Género *Alotanypus*: A, larva. B, Dientes dorsometales, C, ligula. Género *Tanypus*: D, Larva. E, Cabeza. F, Ligula. Género *Gigantodax*: G, Larva. H, Hipostomio con diente lateral proyectandose sobre el nivel del ápice del primer diente intermedio. I, Esclerito anal con esclerito accesorio formando un anillo completo alrededor de la porción posterior del cuerpo.

Anexo 19

Géneros del orden Díptera (II). Ayacucho, 2015

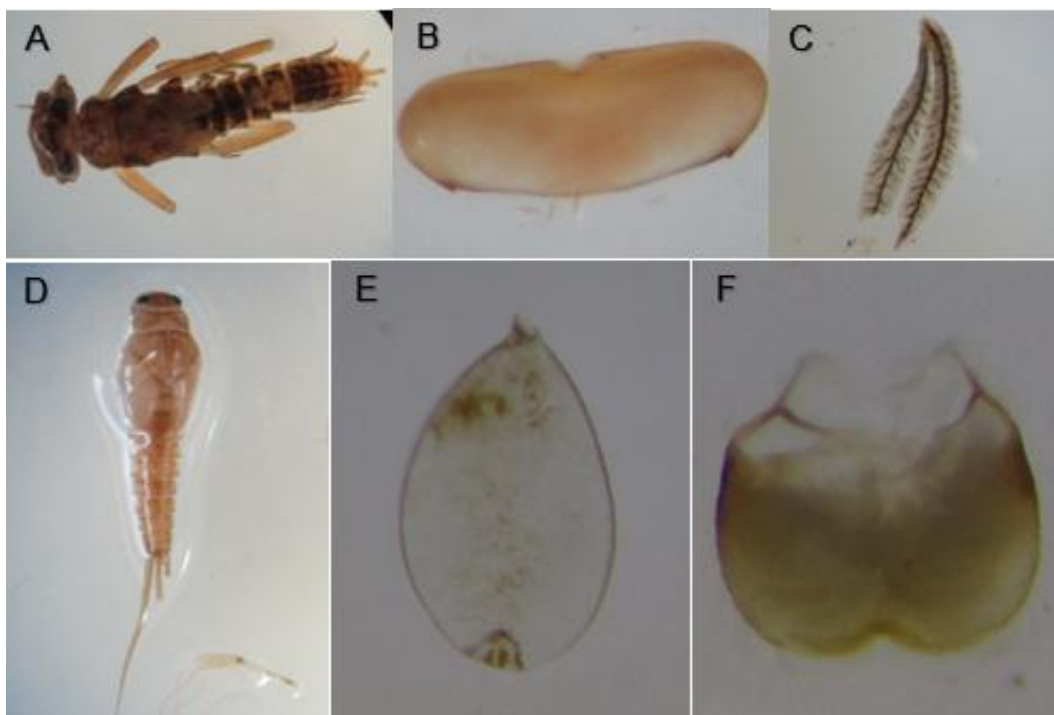


Leyenda:

Géneros: A, *Clognia*. B, *Tabanus*. C, *Aphrosylus*. D, *Rhaphium*. E, *Milesiinae*. F, *Allaudemyia*. F, *Limnophora*.

Anexo 20

Géneros del orden Ephemeroptera. Ayacucho, 2015

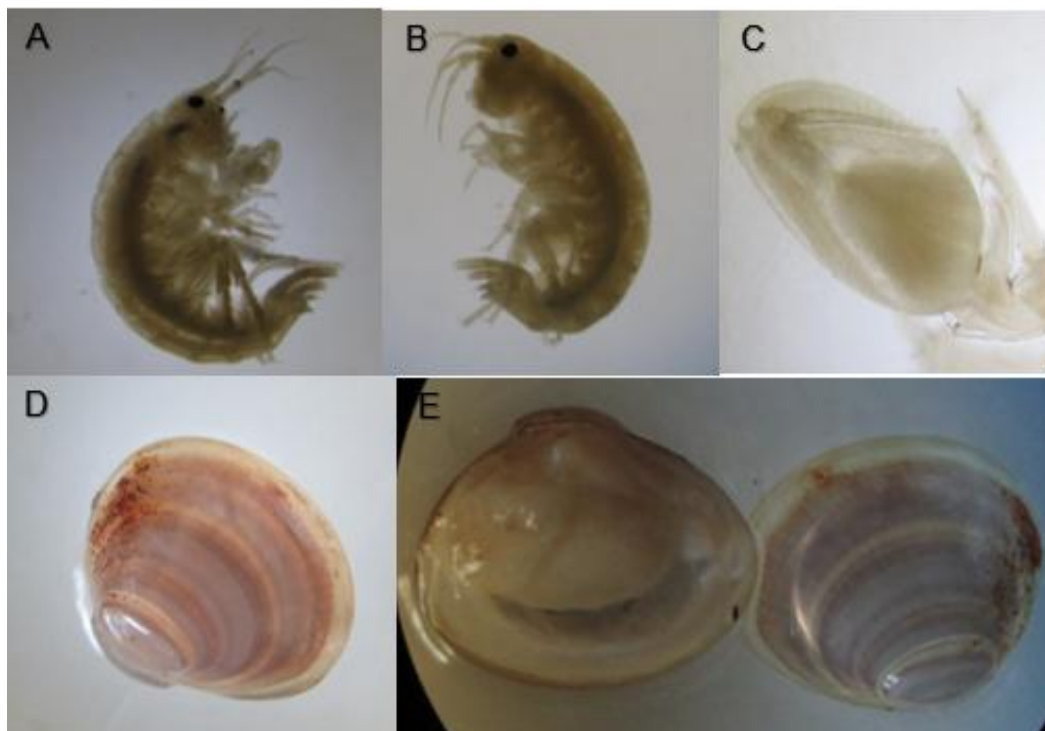


Leyenda:

Género *Meridialaris*: A, Larva. B, Labro. C, Branquia. Género *Andesiops*: D, Larva. E, Labro. F, Branquia.

Anexo 21

Géneros de los órdenes Amphipoda y Bivalva. Ayacucho, 2015



Leyenda:

Género *Hyalella*: A, Macho adulto. B, Hembra adulto. C, Gnatópodo macho. Género *Pisidium*: D, vista externa. E, vista interna

Anexo 22

Géneros de los órdenes Lumbriculida, Prostigmata, Basommatophora y Hirudinea. Ayacucho, 2015



Leyenda:

Género *Lumbriculus*: A, Adulto, vista dorsal. Género *Hydrachna*: B, Adulto vista ventral.

Género *Gyraulus*: C. Género *Lymnaea*: D. *Glossiphoniidae*: E, vista dorsal. F, vista ventral.

Anexo 23

Géneros de los órdenes Odonata, Tricoptera y Tricladida. Ayacucho, 2015.

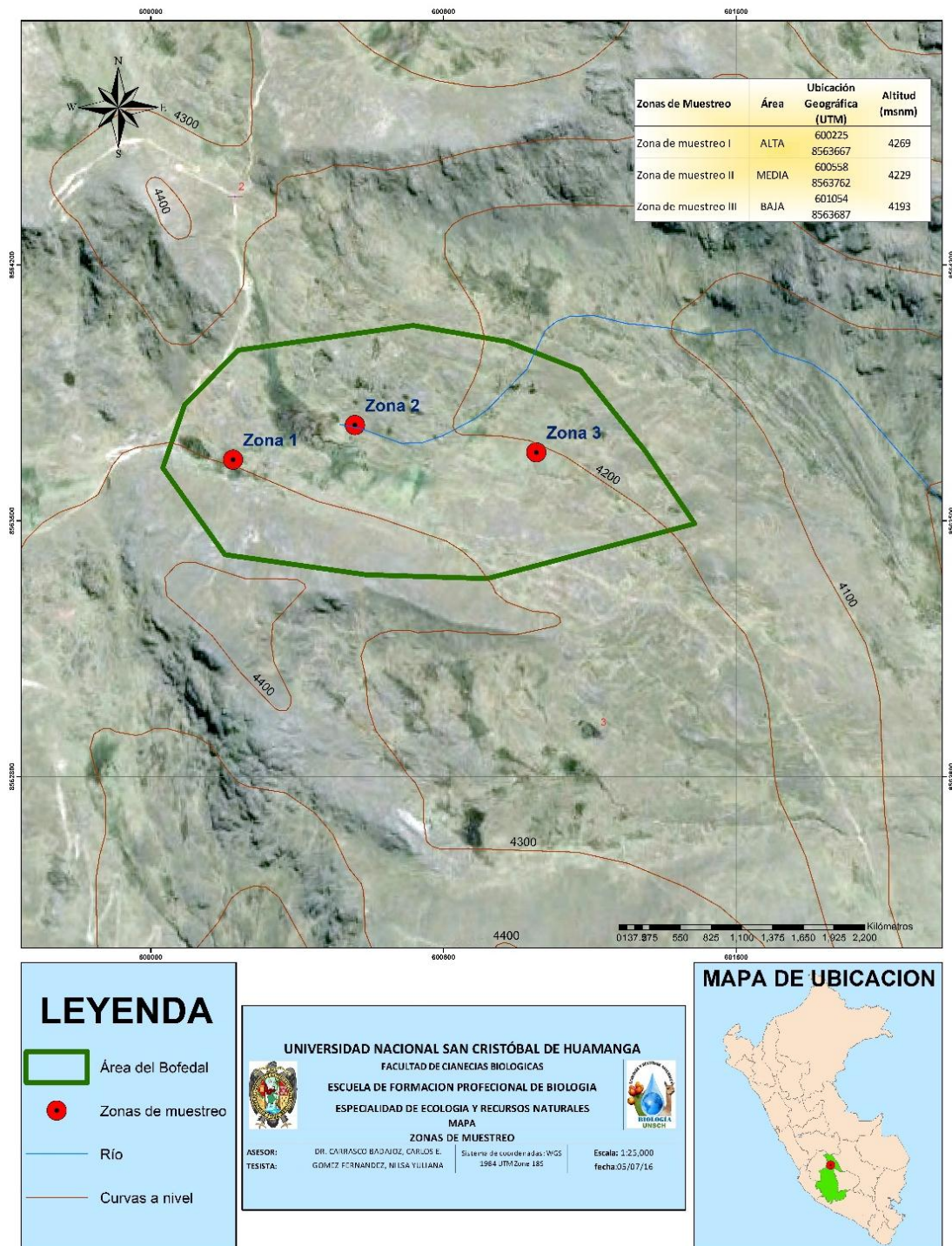


Leyenda:

Género *Aeshna*: A, Larva, vista ventral, B, labio. Género *Anterctoecia*: C. Género *Dugesia*: D.

Anexo 24

Mapa de ubicación de puntos muestreados en el bofedal en el distrito de Quinua, Ayacucho. 2015.



Anexo 25

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica del agua en un bofedal, distrito de Quinua. Ayacucho 2015.

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál será la diversidad de los macroinvertebrados presentes en el bofedal y cuál será la calidad fisicoquímica del agua?	Objetivo general: Evaluar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad fisicoquímica del agua del bofedal ubicado en el distrito de Quinua en la Región Ayacucho, entre los meses de enero a mayo del año 2015. Objetivos específicos: •Caracterizar la diversidad genérica de los macroinvertebrados acuáticos en diferentes zonas del bofedal •Establecer la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos en función de las diferentes zonas de muestreo. •Inferir la calidad fisicoquímica del agua contenida en diferentes zonas del bofedal.	- Antecedentes - Bofedales - Macroinvertebrados - Calidad del agua - ECA - Diversidad Biológica - Descripción del área de estudio - Descripción de Bofedales en la Región Ayacucho. - Aporte Hídrico de los bofedales. - Convenio Ramsar - Importancia Ecológica de los Macroinvertebrados - El hábitat acuático - Adaptaciones al medio acuático - Características fisicoquímicas del agua	Por ser un trabajo descriptivo carece de hipótesis	VARIABLES Macroinvertebrados asociados a bofedales. INDICADORES Diversidad específica (número de géneros y/o especies) Abundancia (número de individuos por género o especie) Índices de diversidad (Shannon - Weaver, Simpson) VARIABLES Calidad físico-química del agua INDICADORES ➤ pH ➤ Dureza total(mg/l) ➤ Dureza cálcica(mg/l) ➤ Dureza magnésica(mg/l) ➤ Cloruro(mg/l) ➤ Dióxido de carbono(mg/l) ➤ Alcalinidad total(mg/l) ➤ Nitrógeno amoniacal (mg/l) ➤ Oxígeno (mg/l) ➤ Amonio (mg/l)	TIPO DE INVESTIGACIÓN ▪ Básica NIVEL DE INVESTIGACIÓN ▪ Descriptiva METODO: ▪ Descriptivo DISEÑO: ▪ Descriptivo MUESTREO ▪ Muestra TÉCNICAS ▪ Observación INSTRUMENTOS: ▪ Microscopio ▪ Equipos y otros