

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Característica fisicoquímica de las aguas superficiales
del bofedal alto andino Guitarrachayocc, Distrito de
Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019.**

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

PRESENTADO POR:

Bach. PAREDES GOMEZ, JACKELINE JANETH

ASESOR:

Dr. CARRASCO BADAJOZ, CARLOS EMILIO

AYACUCHO – PERÚ

2023

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este trabajo a cada uno de mis seres queridos en especial a mi querida madre, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, forjadora de excelentes profesionales al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Profesional de Biología y de carácter especial a los docentes de la especialidad de Ecología y Recursos Naturales quienes forman profesionales con valores y de calidad, con la cualidad de transmitir ilustraciones e infundir conocimientos, para mantener siempre presente y en alto el nombre de la profesión en beneficio de nuestra sociedad.

A mi asesor del presente trabajo de investigación quien me brindo su inestimable colaboración y apropiada orientación en el desarrollo de este trabajo de investigación Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz por sus enseñanzas e impulsarme a seguir adelante en el proceso de mi formación profesional, a la MCs. Carolina Rayme Chalco, por su constante apoyo y guía en los procesamientos de los muestreos.

Asimismo, expreso mi gratitud al laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) donde conlevé experiencias valiosas en el proceso de la investigación, a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo, sugerencias y consejos durante la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. A nivel internacional	3
2.1.2. A nivel nacional	4
2.1.3. A nivel local	6
2.2. Marco conceptual	7
2.2.1. Bofedales altoandinos	7
2.2.2. Sistemas lénticos	8
2.2.3. Sistemas lóticos	8
2.2.4. Características fisicoquímicas	8
2.2.5. Calidad de agua	8
2.2.6. Estándar Nacional de Calidad de Agua	8
2.3. Bases teóricas	8
2.3.1. Ecosistemas acuáticos	8
2.3.2. Bofedales altoandinos	9
2.3.3. Características de los bofedales	9
2.3.4. Clasificación de los bofedales	10
2.3.5. Procesos ecológicos en los bofedales	10
2.3.6. Dimensión del agua en el bofedal	11
2.3.7. Descripción de los bofedales en Ayacucho	11
2.3.8. Servicios ecosistémicos de los bofedales altoandinos	12
2.3.9. Características fisicoquímicas del agua	13
2.3.10. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	15
2.4. Marco legal	15
III. MATERIALES Y METODOS	17

3.1.	Ubicación del lugar de estudio	17
3.1.1.	Ubicación política	17
3.1.2.	Ubicación geográfica	17
3.2.	Población y muestra	19
3.2.1.	Población	19
3.2.2.	Muestra	19
3.2.3.	Periodo de muestreo	19
3.3.	Metodología y recolección de datos	20
3.3.1.	Recolección de muestras de agua en ambientes lénticos y lóticos	21
3.3.2.	Transporte y preservación de muestra	21
3.3.3.	Metodología para análisis de características fisicoquímicas del agua	22
3.4.	Análisis estadístico	23
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	35
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo del bofedal Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.	19
Tabla 2. Codificaciones de las estaciones muestreadas del bofedal Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.	20
Tabla 3. Meses de muestreo en los sistemas lóticos y lénticos de bofedal de Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.	21
Tabla 4. Valores de los promedios de las características fisicoquímicas del agua superficial de los cuerpos lóticos del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.	27
Tabla 5. Valores de los promedios de las características fisicoquímicas del agua superficial de los cuerpos lénticos del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras.	18
Figura 2. Dendograma de disimilitud de los cuerpos lóticos y lénticos en base a las características fisicoquímicas del agua superficial del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019.	29
Figura 3. Dendograma de disimilitud de los cuerpos lénticos en base a las características fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, Paras, Cangallo – Ayacucho, 2018 – 2019.	30
Figura 4. Dendograma de similitud de los cuerpos lóticos en base a las características fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.	31
Figura 5. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) que muestra la asociación de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos temporal y permanentes del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019.	32
Figura 6. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) que muestra la asociación de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lótico del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Desviación estándar de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.	53
Anexo 2. Desviación estándar de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos en el bofedal Guitarrachayocc.	54
Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.	55
Anexo 4. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de pH de sus aguas en los sistemas lóticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	56
Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos en el bofedal Guitarrachayocc.	57
Anexo 6. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de alcalinidad de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	59
Anexo 7. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de cloruros de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	60
Anexo 8. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza total de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	61
Anexo 9. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza cálcica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	62
Anexo 10. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza magnésica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	63
Anexo 11. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de pH de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	64

Anexo 12.	Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de conductividad eléctrica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	65
Anexo 13.	Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de sólidos disueltos totales de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	66
Anexo 14.	Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de temperatura de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	67
Anexo 15.	Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de turbiedad de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	68
Anexo 16.	Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de sulfatos de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.	69
Anexo 17.	Proporciones de varianza del análisis de componentes principales de las aguas superficiales de los sistemas lénticos y lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.	70
Anexo 18.	Correlaciones entre las variables y los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de los sistemas lénticos y lóticos del bofedal Guitarrachayocc.	71
Anexo 19.	Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Categoría 3: sub categoría D1: riego de vegetales y D2: bebida de animales.	72
Anexo 20.	Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Categoría 4: Conservación de ambiente acuático, sub categoría E1.	73
Anexo 21.	Vista panorámica de ambientes léntico permanentes con el equipo de investigación del bofedal Guitarrachayocc, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2018 -2019.	74
Anexo 22.	Filtrado de muestra de agua del bofedal Guitarrachayocc, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2018 - 2019.	75
Anexo 23.	Proceso de análisis fisicoquímica. de muestras en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica.	76
Anexo 24.	Matriz de consistencia.	77

RESUMEN

Las cabeceras de cuencas hidrográficas, son de gran importancia, y cumplen diversas funciones especiales, asimismo son ecosistemas dinámicos, que intercambian flujo y materia de energía. Se encuentran conformados en las partes altas por bofedales altoandinos, siendo sus fuentes de aguas, las que contribuyen a la regulación y alimentación de la red hídrica. Es así, que, atendiendo a la importancia, surgió la preocupación de determinar las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua, siendo necesario generar información que permita conocer y entender la heterogeneidad y las características fisicoquímicas de los bofedales altoandinos. En ese sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar las características fisicoquímicas de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, ubicada en el distrito de Paras, provincia Cangallo y región de Ayacucho, cuyo bofedal se encuentra en la naciente del río Apacheta, a una altitud aproximada de 4586 m.s.n.m. formando parte de la cuenca del Mantaro. Para el estudio del bofedal, se establecieron catorce estaciones de muestreo de aguas contenidas en pequeñas depresiones (lénticas), cuatro de carácter permanente y cinco temporales, adicionalmente, cinco estaciones de muestreo en riachuelos (lóticos). Recolectándose muestras de agua entre los meses de agosto, 2018 a junio de 2019, realizándose muestreos mensuales, durante once meses. Los parámetros fisicoquímicos fueron determinadas *in situ* empleando un multiparámetro (HANNA HI 98130) tales como la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales; mientras que, para determinar las características químicas como, cloruros, alcalinidad, la dureza total, dureza cálcica y dureza magnésica se recolectaron muestras de agua que fueron evaluados en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. De los resultados obtenidos, muestran que los bofedales son sistemas heterogéneos, cuyas variaciones en las características fisicoquímicas de los cuerpos de aguas, están relacionadas según el lugar donde se encuentran; determinando que en el sistema lótico se halló valores de conductividad desde 138,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 157,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, las cuales no presentan diferencias significativas, a excepción del pH que se halló valores desde 6,1 hasta 7,6 presentando variaciones y estas corroboradas por las pruebas estadísticas de Kruskal- Wallis; mientras que en los sistemas lénticos, se halló valores de pH desde 3,0 hasta 6,8 en la quinta y tercera estación permanente respectivamente, para la conductividad presentaron valores desde 43,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 1 149,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la cuarta temporal y quinta estación permanente respectivamente; presentando fluctuaciones significativas. También se halló que las estaciones cuarta y quinta permanentes presentan valores mínimos pH y máximos de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (mg/L), cloruros (mg cl/L) y sulfatos.

Palabra clave: Bofedal, aguas superficiales, características fisicoquímicas.

I. INTRODUCCIÓN

Los bofedales altoandinos o “*occonales*” palabra quechua que significa “zona húmeda” (Maldonado, 2015), son ecosistemas de características físicas, químicas y biológicas, únicas que interactúan entre sí para dar lugar a funciones que proveen bienes y servicios de gran importancia para el ambiente y el hombre (MINAM, 2019), son importantes ecosistemas que permanentemente almacenan agua, provenientes de las lluvias, arroyos y los deshielos de los glaciares, unas tendrán más importancia que otras esto dependiendo de las características que presentan los bofedal (Mejía, 2016), se encuentran inundados o saturados de aguas corrientes; en algunos casos, se puede observar suelos orgánicos profundos, denominados turbas (MINAM, 2018).

Son ecosistemas andinos hidromórficos, cuyas turberas están contenidas en sus aguas subterráneas, las cuales se encuentran influenciadas por sus hidroquímicas; (Maldonado, 2015). Es preciso destacar que los bofedales, cumplen diversos servicios ambientales, resaltando el almacenamiento de carbono y la regulación hídrica; donde el agua de la escorrentía superficial, subsuperficial, y subterránea ingresa lentamente y se almacenan en el sustrato orgánico, para luego escurrir lentamente hacia las porciones inferiores del terreno, constituyéndose en verdaderos filtros naturales que mejoran la calidad el agua (Guerrero y Polo, 1990). Son fuentes de alimentación, agua, refugio y lugar de anidación para una diversidad de aves y animales silvestres (Maldonado, 2015). Considerados ecosistemas altamente frágiles, esto debido a la exhibición de presiones antropogénicas y naturales; como el cambio climático, contaminaciones de las aguas, sequías prolongadas, extracción de pastos/turba, el sobrepastoreo, infiltración del drenaje ácido de minas, entre otros (Ramsar, 2005).

Pese a la importancia del tema, en Perú todavía encontramos un escenario de escasa investigación e información en cuanto a estudios relacionados a los

bofedales y las características fisicoquímicas de sus aguas; situación que demanda generar mayores estudios por lo mismo, en un afán de contribuir en el rubro de la investigación, y brindar información, presentamos un estudio de análisis fisicoquímicos realizado a las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, del distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho, que permitió determinar la variación en la calidad de los cuerpos de agua, así mismo el estado de dichos ecosistemas vulnerables, en efecto su posibles soluciones frente a las actividades antrópicas. Por ello, se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, del distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de agosto de 2018 a junio de 2019.

Objetivos específicos

1. Estimar las características físicas de las aguas superficiales del bofedal (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH) contenida en los ambientes lóticos y lénticos (permanentes y temporales) durante los meses de agosto de 2018 a junio de 2019.
2. Determinar las características químicas de las aguas superficiales (dureza total, dureza cálcica, cloruros, alcalinidad) contenida en los ambientes lóticos y lénticos (permanentes y temporales) durante los meses de agosto de 2018 a junio de 2019.
3. Comparar los valores fisicoquímicos del agua superficial del bofedal con los Estándares de calidad de agua (DS N° 004-2017- MINAM)

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

En Ecuador, el año 2019, se determinaron las condiciones de calidad de agua, en 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, reportándose resultados de las características fisicoquímicas, para el pH de 6,9 a 7,7, la conductividad desde 14,32 a 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura de 2,3 hasta 8,5; comparando los resultados, con los criterios de calidad de acuerdo al uso, como para el consumo humano, pecuario, uso agrícola; obteniendo, desde un rango de buena a excelente calidad. Asimismo, en dicho estudio se analizó la calidad de agua mediante los índices biológicos: EPT, BMWP/Col, ABI/Ecuador e índice adaptado a los bofedales de la reserva, donde se obtuvieron una calidad de agua que va, desde un rango de muy mala / crítica en los Hieleros, a excelentes, únicamente en el Bofedal Puente Ayora (Castillo, 2019).

En Ecuador, el año 2019, se reportó el estudio en la laguna de Colta, que se encuentra rodeada de bofedales, en una distribución de 16 puntos. Se realizaron evaluaciones *in situ* del pH, temperatura y la turbiedad. Realizándose los análisis en el laboratorio de calidad de agua de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), sobre los parámetros de conductividad eléctrica, dióxido de carbono, fosfatos, carbonatos, nitratos, sulfatos, nitritos, nitrógeno total, sólidos totales, sólidos sedimentables, bicarbonatos y oxígeno disuelto. Obteniendo como resultado los valores de pH 8,53, conductividad eléctrica de 687 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fosfatos de 0,35 mg/L y oxígeno disuelto con 3,39 mg/L y, según la ecuación de Carlson, en la época seca y lluviosa, encontrándose la laguna de Colta en estado eutrófico (Soria y Soria, 2019).

En Bolivia, en el año 2018, en el municipio de Huarina, La Paz, se realizó el estudio de las características fisicoquímicas de las aguas de los humedales en la época

seca, registrando valores próximos a 8,3 para el pH, la temperatura de 16,5° C con desviación estándar de 4,6, sólidos totales disueltos (TDS) que presenta una media de 226 mg/L, con una desviación estándar de 250,8 y un coeficiente de variación de 110,6 existiendo una alta variación en los datos (Choque, 2018).

2.1.2. A nivel nacional

En Ancash, en el año 2021, se reportó el estudio del humedal de Conococha, cuyo cuerpo de agua es importante en la cuenca del río Santa; obteniendo para el pH en el periodo de estiaje un 8,88 y, en el periodo de precipitación 9,32; la conductividad eléctrica, el valor más alto fue de 188,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, correspondiente al periodo de precipitación y, en el periodo de estiaje fue de 159,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$; respecto al oxígeno disuelto, se obtuvo valores de 6,58 mg/l en el periodo de precipitación y; 6,56 mg/l para el periodo de estiaje. Asimismo, se realizó la comparación con los estándares de calidad de agua (ECA) en la categoría 4, donde los valores de pH se encuentran dentro de los rangos establecidos, evidenciando un carácter alcalino, presenciando carbonatos. También se determinó que los valores de oxígeno disuelto son aceptables; de la misma forma, la conductividad es baja, donde la fluctuación indica problemas de contaminación en la escorrentía, estando influenciada con los nutrientes que permanece en los cuerpos de agua (Delgado, 2021).

En Cajamarca, en el año 2019, en el distrito de Cortegana - Celendín al norte de Perú, se evaluó la calidad del agua del río altoandino, durante los meses de noviembre 2018 a enero 2019. Las características evaluadas fueron, pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, dureza y nitritos/nitratos. Los resultados obtenidos, fueron comparados con los rangos establecidos en el D.S. N°004-2017.MINAM, ECA para aguas, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, donde se aprecia que los valores del pH, van desde 6,5 hasta 8,5, excediendo los rangos establecidos en la normativa vigente; además se verificó el oxígeno disuelto desde 7,46 mg/L hasta 9,0 mg/L; dichos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos en dicha norma. También es preciso mencionar que, predominan en mayor parte los suelos de naturaleza calcárea, contiguo al área de estudio que presenta una condición alcalina por influencia de la geología (Castañeda, 2019).

En Yauyos, en el año 2019 en el bofedal altoandino de Yanacancha, se realizó la evaluación del estado ambiental del bofedal, donde se monitoreó un año, durante la temporada seca y húmeda. Obteniendo valores de pH desde 4,45 hasta 6,35,

la conductividad eléctrica desde 0,05 dS/m hasta 0,08 dS/m y sólidos totales disueltos desde 0,025 hasta 0,05. Igualmente, se halló que el pH es de carácter ácido, las concentraciones de metales como: Hg, Fe, Zn, Cd, As, Pb, Cu, son altas; sin embargo, bajan en el tercer punto, debido a la presencia de la totora que actúa como un fitorremediador; dichos metales sedimentan al almacenarse en las partes bajas de los cuerpos de agua (Alberto & Joseli, 2019).

En Huánuco, en el 2019 en la laguna Mancapozo, rodeada de bofedales, se llevó a cabo una investigación donde se determinó los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de la calidad del agua, para consumo humano, donde se tomaron un total de diez muestras correspondiente al mes de octubre, de las cuales cinco fueron microbiológicos y cinco fisicoquímicos, analizadas en el Laboratorio de Microbiología de Agua y Alimentos perteneciente a la DIRESA de Huánuco. Obteniendo valores de pH de 7,4 hasta 8,2, conductividad eléctrica de 9 a 10 $\mu\text{mho/cm}$ y sólidos totales disueltos de 4 a 5 mg/L, donde se compararon con la normativa vigente D.S. N° 004-2017-MINAM – ECA. Obteniendo como resultado que los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos se encuentran dentro de lo establecido en el estándar de calidad del agua para la categoría 1, también se realizó una prueba estadística análisis de varianza (ANOVA) donde se contrastó la diferencia de las características fisicoquímicas (Cajaleón, 2019).

En Pasco, en el año 2019, en las aguas de la Laguna de Punrun, y de los bofedales se evaluó los parámetros de calidad de agua, para determinar el estado actual en que se encuentra el recurso hídrico. De las estaciones evaluadas se obtuvieron pH entre 7,0 a 8,4, la temperatura desde 8,0 °C a 12,7 °C, la conductividad eléctrica desde 300 a 492 $\mu\text{S/cm}$; realizándose también, comparaciones con la normativa vigente D.S. N° 004-2017-MINAM – ECA, para la Subcategoría A y Clase A2, donde se puede apreciar que el pH está dentro de los valores, en el caso de la conductividad 1600 $\mu\text{S/cm}$. En la cuarta estación se evaluó, en el mes de septiembre, estando muy bajo respecto a los parámetros; concluyendo que estas aguas se encuentran dentro de los parámetros establecidos (Inocente, 2019).

En Ancash, en el año 2018, se evaluaron la condición ecológica de tres bofedales representativos, de las cuales dos bofedales ubicados en la quebrada Pocco (S1 y S2) con 2,42 ha y, un bofedal más ubicado en la quebrada de Arhuaycancha (S3), con un área de 8,23 ha. En dicha evaluación se consideró el pH del agua, el suelo y el nivel de la napa freática, obteniendo como resultado, en los dos primeros bofedales (S1 y S2) de carácter permanente, el pH del agua 4,0 y del suelo 5,0,

donde el nivel suelo está siempre próximo al nivel de la napa freática. Mientras que, en el tercer bofedal (S3) se tiene un comportamiento más estacional, el pH del agua es casi neutro 6,6 y del suelo es ácido 5,0 (Gonzales, 2018).

En Junín, en el 2018, en el sector Moyobamba, en los bofedales altoandinos, parte de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba, se realizó un estudio de caracterización hidroquímica y su variabilidad espacio temporal, basándose en el registro *in situ* de pH, temperatura y conductividad eléctrica, en 34 puntos. Obteniendo, un tipo de agua bicarbonatada cálcica en un 95% de los pozos y 5% de bicarbonatada magnésica, esto debido a la influencia de las calizas presentes en sus formaciones geológicas. Los iones bicarbonato (HCO_3), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), a medida que transcurría la temporada seca, la conductividad aumentaba la concentración. La temperatura promedio fue de 8,0 °C, siendo este valor normal para este tipo de humedales; el pH del agua presentó un carácter ligeramente ácido ($\text{pH} \cong 6,6$), probablemente debido al proceso de humificación que realiza el bofedal; (Choy, 2018).

2.1.3. A nivel local

En Ayacucho, en el año 2018, se evaluó los bofedales altoandinos de la microcuenca Apacheta Guitarrachayoc y Pichccahuasi, donde se comparó la incidencia de las características químicas del suelo y del agua en la pérdida de la cobertura vegetal; hallando valores de pH de agua, desde 3,42 a 8,88, el suelo del pH desde 3,56 a 6,18; la conductividad eléctrica del agua va desde 0,01 a 0,84 mS/cm y del suelo desde 0,16 a 0,51 mS/cm. Además, se aprecia que existe una asociación entre las características del pH del suelo y del agua, con la cobertura vegetal, para ello se realizó la correlación de Spearman, donde muestra estadísticamente significativa. Asimismo, se registró que el tipo de geología de la zona que influye en el incremento de la salinidad y disminución del pH; en el suelo se encuentran en mayor o menor grado sales solubles que provienen del proceso de intemperismo de las rocas (Portal et al., 2018).

En Ayacucho, en el año 2018, se evaluó las características fisicoquímicas en dos quebradas altoandinas, Chicucha y Collpahuaycco, ubicadas en la localidad de Chontaca, durante los meses setiembre a julio. Obteniendo como resultados, para el pH con valor máximo 8,65, la conductividad con 420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y sólidos disueltos con 380 ppm. También se realizó el análisis de correspondencia Canónica entre los meses de estudio en la quebrada y los parámetros fisicoquímicos, apreciando que las variables de conductividad y sólidos disueltos, están correlacionadas con

el primer eje, mientras que la temperatura del agua, pH y oxígeno disuelto se correlacionaron con el segundo eje. En general se observa que los puntos con valores elevados de sólidos disueltos y conductividad, existe predominancia de los dípteros, los cuales suelen ser tolerantes a la perturbación (Silva, 2018).

En Ayacucho, el 2017 en los bofedales Guitarrachayocc y Pichccahuasi se realizó la evaluación de las características, donde se reportó los resultados una alta variabilidad entre las estaciones de muestreo ubicados en los arroyos. Determinando un pH, ligeramente alcalinos en el bofedal Guitarrachayocc, con excepción del sexto punto que presenta carácter ácido. En el bofedal Pichccahuasi, el agua fue ligeramente ácida, así mismo, la temperatura se registró un mínimo de 8,4 °C, la conductividad, sólidos disueltos totales y los cloruros se apreciaron fluctuaciones con rangos muy amplios. Las características de los arroyos en los dos bofedales no mostraron diferencia, al realizar la comparación por estación de muestreo en cada bofedal se evidencia diferencia significativa en el bofedal Guitarrachayocc, tales como dureza magnésica (DMg), conductividad (CE), sólidos disueltos totales (STD), cloruros (Cl), dureza total (DT) y dureza cálcica (DCa) orientadas en el punto G6, donde fueron registrados los máximos valores (Carrasco, et al., 2017).

En Ayacucho, el 2016 en el distrito de Quinoa, centro poblado de Saraccocha, se evaluó las características fisicoquímicas del agua del bofedal, los muestreos se realizaron en los meses de enero a mayo. Se determinaron de manera *in situ* los parámetros fisicoquímicos del agua como la conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales disueltos y pH. De los parámetros analizados se tiene pH con valor desde 7,0 a 7,5 la conductividad de 60,7 a 100,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y sólidos disueltos totales 29,8 y 41,7 mg/L, observando una ligera variación en las características fisicoquímicas del agua del bofedal sobre todo cuando pasa de la zona alta a la zona baja, esto se puede deber a que los ambientes de agua "lóticos" a su paso van disolviendo los minerales (Gómez, 2016).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Bofedales altoandinos

Ecosistemas andinos hidromórficos con vegetación herbácea de tipo hidrófila, presentándose en los Andes, permanentemente saturados o inundados de agua corriente, con vegetación compacta y densa (MINAM, 2019). En gran medida la condición hidrológica (nutrientes, pH e hidropereodo) es quien determina, las características y funcionamientos presentes en un bofedal (Fennesy et al., 2006).

Muchos autores señalan que los bofedales se presentan a partir de 3800 m.s.n.m. (Maldonado, 2016).

2.2.2. Sistemas lénticos

Son ecosistemas de agua inmóviles, que incluyen tantas lagunas, lagos de agua dulce pantanos y humedales (Calderón, 2004), siendo ecosistemas que presentan abundante vegetación ribereña ofreciendo un amplio y variado hábitat de gran abanico de organismos (Roldan, 2003).

2.2.3. Sistemas lóuticos

Los sistemas lóuticos, son sistemas que contienen masas de agua que presentan movimiento continuo y van en una misma dirección (Gil, 2014).

2.2.4. Características fisicoquímicas

Las características tanto químicas como físicas del agua, varían en los distintos ecosistemas dependiendo de varios aspectos tales como la concentración de los diversos compuestos químicos orgánicos como inorgánicos y el sustrato está estrechamente relacionado que pueden afectar su calidad (Roldán, 1992).

2.2.5. Calidad de agua

La calidad de agua, hace referencia a la condición general que permite que el agua sea utilizada para distintos usos concretos, cuya calidad está determinada por la fisicoquímica, la hidrología y la composición biológica del cuerpo de agua (Calderón, 2004). La calidad del agua está dada por diversos elementos sea una solución, en estado coloidal o en suspensión, otorgándoles características particulares permitiéndoles diferencias de otros cuerpos de agua (Molina, 2018).

2.2.6. Estándar Nacional de Calidad de Agua

Normativa, Decreto supremo N°004-2017-MINAM, es un instrumento obligatorio en gestión ambiental, que establece los niveles del grado o concentración de sustancias, de elementos o parámetros químicos, físicos 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 el ambiente, ni la salud de las personas. Son aplicables para los cuerpos de agua del territorio nacional, en su estado natural.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Ecosistemas acuáticos

Son unidades ecológicas donde un grupo de organismos interactúan entre sí y a la vez con el ambiente (MINAM, 2019), desarrollando diversos procesos biológicos y por ende relaciones ecológicas integrados entre sí y con el medio externo,

producto de ello determinan el comportamiento y estado total de los ecosistemas (Roldán, 1992).

2.3.2. Bofedales altoandinos

Los Andes presentan complejas geografías y variadas condiciones climáticas, que contribuyen a la heterogeneidad de ecosistemas y alta biodiversidad (Cuesta et al., 2009). Los bofedales se hallan sobre los 3500 msnm., un ecosistema andino hidro mórfico cuya vegetación es herbácea de tipo hidrófila, ubicado sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados, permanentemente inundados o saturados de agua corriente (MINAM, 2019), cuenta con tributarios por parte del agua del deshielo de glaciares, lagunas, acuíferos subterráneos y los ríos, también es preciso considerar la precipitación y el agua subterránea (la escorrentía), contribuyen a cantidades considerables de agua almacenando (Maldonado, 2016), estos ecosistemas son muy frágiles frente al cambio climático, produciéndose cambios de largo plazo, en la precipitación y temperatura, las cuales conllevan cambios en los procesos biogeoquímicos y una alteración irreversible en el presupuesto del agua (La Matta, 2017). Los bofedales pueden presentar suelos orgánico o turba y un verdor durante todo el año, apariencia que contrasta con el color de la tierra más seca que los rodea (Fonkén, 2014).

Los bofedales también son conocidos como “*occonales*” en el idioma quechua en varias partes de la sierra peruana, cuyo término deriva de la palabra “*ocko*”, que significa “mojado”, y en aymara “*Juhu ayru*” (Maldonado, 2015).

2.3.3. Características de los bofedales

Los bofedales se ubican en áreas planas, acompañados por cuerpos de agua como manantiales, arroyos y pequeños estanques. El cuerpo hídrico tiene carácter permanentes o estacionales. Presenta una vegetación verde constante durante todo el año (Maldonado, 2015).

Otra característica importante de los bofedales es la condición hidrológica (hidro período, nutrientes y pH), en gran medida, siendo esta condición la que determina, las características y funcionamiento presentes en un bofedal (Fennesy et al., 2006).

Las condiciones del suelo (profundidad de turba y la densidad aparente), el almacenamiento de carbono y agua, son las que más se relacionan con la provisión de servicios ecosistémicos, mostrando mayor profundidad de turba y menor densidad aparente, las cuales el bofedal poseerá mayor capacidad de almacenamiento (MINAM, 2019).

2.3.4. Clasificación de los bofedales

Existen diversos criterios de clasificación, brevemente describiremos considerando las características que poseen dichos sistemas. En esta perspectiva la clasificación de los bofedales de acuerdo al origen hidroquímico de sus turbas, se clasifican en dos: (Charman, 2009).

- a) Turberas ombrotóricas (“bogs”): Reciben agua solo de fuentes atmosféricas y no de las aguas mineralizadas del subsuelo, adquiriendo un valor bajo de pH y nutrientes.
- b) Turberas minerotóricas (“Fens”): Reciben aguas de fuentes atmosféricas y también de la escorrentía superficial así mismo del agua subterránea que estuvo en contacto suelos y los minerales, en tal sentido presentando valores altos del pH y nutrientes, tal que dependerá del volumen del agua, la roca madre y el suelo.

De la misma forma también se considera la clasificación por la permanencia del agua y la humedad, clasificando en dos a los bofedales (Luna, 1994).

- a) **Bofedales hidromórficos** la presencia permanente del agua.
- b) **Bofedales mesicos** que contrario a lo mencionado anteriormente se cuenta con agua de manera temporal.

2.3.5. Procesos ecológicos en los bofedales

Los humedales son áreas ecológicas muy especiales presentando una elevada biodiversidad y productividad, en comparación con otros ecosistemas (Sieben et al., 2018). La vegetación de los bofedales es el atributo más estudiado, sin embargo, el que determina en gran medida, sus características y su funcionamiento, es la condición hidrológica tales como el pH, hidroperíodo y nutrientes (Fennesy et al., 2006).

La calidad del agua y la composición química, así como el nivel de humedad de los bofedales, teniendo como indicador el hidroperíodo las cuales estarían influyendo en la composición (Benavides, 2014). También los cambios en la composición vegetal, están relacionados con los cambios en las condiciones del agua y suelo (MINAM, 2019).

Cuando el suelo acumula mayor material vegetal muerto, y la velocidad de descomposición es menor, surge el proceso de acumulación de turba, saturando el suelo y la napa freática, producto de ello se reduce la disponibilidad de oxígeno en el suelo, favoreciendo a la descomposición anaeróbica (Benavides, 2014). Además, las condiciones en las áreas altoandinas reducen la velocidad de cualquier reacción química, y reducen el oxígeno disponible (MINAM, 2019).

Los humedales de acuerdo a su capacidad receptora acumulan agua, más aún en épocas de precipitaciones, las cuales a través del proceso de retención, transformación y remoción (sedimentos, nutrientes), se lleva a cabo el descenso de dichas aguas hasta las napas subterráneas, influenciando en la calidad de las aguas y el ciclo de las materias, relaciona con las funciones ecológicas (Crispín, 2015). Hay estudios que muestran el tipo de roca madre que rodea el bofedal, es la que influye en mayor medida en la calidad del agua, como las características conductividad eléctrica, pH y nutriente (Cooper et al., 2010).

2.3.6. Dimensión del agua en el bofedal

Los glaciares en su gran mayoría se encuentran próximos a los bofedales, al derretirse dejan descubierta la roca y con la intervención del agua se mineralizan, las cuales llegan a los bofedales permitiendo el almacenamiento de agua, surgiendo la pérdida de los metales pesados, presentando inundaciones permanentes, ligadas a las emanaciones naturales del agua, los bofedales se asientan en las cabeceras de casi todos los ríos (Ocaña, 2016).

Durante la temporada lluviosa, por la alta capacidad de absorción del suelo, retiene el agua hasta llegar a la saturación, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas, que será útil en temporadas secas, también gracias a su capacidad filtradora mejora, la calidad de agua, teniendo un alto valor ecológico (Crispín, 2015).

El agua es el componente primordial de los bofedales sin ello estos ecosistemas no tendrían existencia, siendo los glaciares los que abastecen de dicho recurso (INAIGEM, 2015).

2.3.7. Descripción de los bofedales en Ayacucho

De los bofedales altoandinos de Ayacucho resaltamos las condiciones y características, encontrándose en la zona de vida tundra pluvial – alpino sub tropical. Los bofedales se ubican entre los 4500 y 5000 m.s.n.m., cuyas condiciones topográficas y climáticas limitan las posibilidades agropecuarias (Maldonado, 2016), siendo generalmente seca y fría, con precipitación anual entre 500 a 1000 mm de marcada estacionalidad, biotemperatura media anual mínima de 1,5 °C y máxima de 3 °C, y promedio de evapotranspiración potencial cuya variación oscila entre 0,125 a 0,25 veces al valor de precipitación (ONERN, 1976). Por otra parte, también indican que los bofedales altoandinos ubicados en Ayacucho pertenecen a la región Biogeográfica de Puna Subtropical, caracterizada con una temperatura media menor a 0°C y 15° C y una precipitación

de 250 – 500 mm/año (Maldonado, 2015). Así mismo los bofedales conservan su extensión, influenciado por la temporada de lluvia y en estiaje las aguas subsuperficiales poco profundas, pese a ello es constante la vegetación en los bofedales (Cárdenas, 2019).

2.3.8. Servicios ecosistémicos de los bofedales altoandinos

Los bofedales altoandinos, cuentan con diversos servicios ecosistémicos, en el siguiente listado se detalla los principales (Page & Baird, 2016).

- a) **Servicios de provisión** son aquellos servicios referidos a la cantidad de agua que brinda los bofedales, siendo uno de los servicios más valorados, pero menos investigados.
- b) **Servicios de regulación** se tiene diversos servicios de regulación, siendo el almacenamiento del agua por parte de los bofedales las cuales permite que la turba funcione como esponja reteniendo con mayor fuerza el agua almacenada en su interior.
- c) **Servicios de soporte** es un servicio donde brindan las condiciones para los procesos principales para el mantenimiento de un bofedal, como el refugio de hábitat, el hidroperíodo, la formación de turba y los ciclos de nutrientes.
- d) **Servicios culturales** los bofedales al encontrarse bien conservados son valorados por tener belleza paisajística y escénica, siendo áreas de turismo y recreación.

Se considera que existen diversos servicios ecosistémicos altoandinos (Page & Baird, 2016), las cuales destacan la protección del suelo y regulación del ciclo del agua, todo ello influenciado por una cobertura vegetal que les provee una fuente constante de forraje a la ganadería alto andina principalmente de alpaca (Portal et al., 2018).

Los servicios ambientales que brindan los bofedales altoandinos, es la fuente de agua para riego de suelos agrícolas, la provisión de aguas a las comunidades campesinas, piscicultura generación hidroeléctrica y consumo humano aguas abajo (Villares, 2012).

Así mismo funcionan como hábitats de muchas especies, son también consideradas trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los diversos cuerpos hídricos; también gracias a su capacidad filtradora mejoran la calidad de agua, teniendo un alto valor ecológico, científico, paisajístico y recreacional (Crispín, 2015).

2.3.9. Características fisicoquímicas del agua

Los parámetros físicos del agua varían en el tiempo y en el espacio, dependiendo de la ubicación de los cuerpos de agua. La concentración de los diversos compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos, que pueden afectar su calidad del agua y, por lo tanto, restringir su uso (Guevara, 1996). Las características fisicoquímicas de los cuerpos hídricos, que se evalúan con mayor frecuencia son la temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbiedad, dureza total, sólidos disueltos totales, cloruro, sulfato, hierro nitrito, nitrato, aluminio, cromo, plomo, zinc y cobre (Zegarra, 2016).

a) Características físicas del agua

- **Temperatura**

La temperatura influye en la química del agua, generalmente aumenta la tasa de reacciones químicas a una temperatura más alta; así mismo el agua subterránea puede disolver más minerales de las rocas en las que se encuentra y por lo tanto, tendrá una conductividad eléctrica más alta (Escuela de Ciencias del Agua USGS, 2017), la influencia de la temperatura en las zonas templadas varía ampliamente con el cambio de estaciones, siempre fría en las altas montañas y cálida a nivel del mar, sin embargo, en las zonas tropicales permanecen más o menos constante (Roldan, 2003).

- **Turbiedad**

La turbiedad es la medida del grado de opacidad producido por la materia particulada en suspensión, dichas partículas también determinan el color, así mismo en los cuerpos de agua, lago y laguna la transparencia, debido a que permite el paso de la luz. Es una característica secuenciada de manera determinante por las actividades antropogénicas (Roldan, 2003).

- **Sólidos disueltos totales**

La corriente de agua transporta materiales, principalmente sólidos disueltos y suspendidos conteniendo la materia orgánica como detritus y de origen aluvial como restos de rocas, arcilla, arena y similares. (Roldan, 2003). Así mismo mide la cantidad de sólidos disueltos en el agua, incluyendo en suspensión que pueden o no pasar a través de un filtro, algunos sólidos disueltos provienen de fuentes orgánicas como hojas, limo, plancton y aguas (Guevara, 1996).

b) Características químicas del agua

- **Alcalinidad**

La alcalinidad indicara la cantidad en variación ocurrida en el pH, con la adición de cantidades moderadas de ácido, donde el sistema amortiguador está

determinado por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, siendo el bicarbonato el que constituye la forma química de mayor contribución a la capacidad amortiguadora de la mayoría de los cuerpos de agua naturales. La alcalinidad de la mayoría de las aguas naturales está compuesta casi íntegramente de iones de carbonato y de bicarbonato, las determinaciones de alcalinidad pueden dar estimaciones exactas de las concentraciones de estos iones (Brian, 2017).

- **Calcio y magnesio**

El calcio es un elemento importante en las aguas continentales siendo el resultado del poder solvente del agua sobre las rocas calcáreas con las que está en contacto. Presentándose bajo la forma de carbonato de calcio y las cuales están relacionadas con las concentraciones de los iones calcio, temperatura, pH, concentración total de sólidos disueltos y alcalinidad (Roldan, 2003).

- **Cloruros**

El cloruro presente en el agua de consumo procede de fuentes naturales, vertidos industriales, y aguas residuales, escorrentía urbana con sales de deshielos, e intrusiones salinas. Las altas concentraciones de cloruro, acrecientan la velocidad de corrosión en los metales de los sistemas de distribución, presentándose variaciones en función a la alcalinidad del agua, lo que puede hacer que aumente la concentración de metales en el agua (Mamani, 2012).

- **Dureza total**

La dureza del agua se refiere a la cantidad de sales de magnesio y calcio disueltas en el agua, su origen se encuentra en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en menor o mayor grado, en la mayoría de las aguas naturales (Rodríguez & Rodríguez, 2010).

- **Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno actual que puede tener el agua a una determinada temperatura. Se considera como el porcentaje de saturación. La unidad de mg/L representa miligramos por litro. La concentración en mg/L se refiere a veces como partes por millón (ppm) porque un litro equivale a 1000 gramos de agua dulce y un miligramo es una milésima parte de un gramo (Odum, 2006).

2.3.10. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua permite la regulación del grado de elementos, sustancias, nivel de concentración o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en cuerpos de agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al estado ambiental. Según el parámetro en particular a que se refiera, el grado o la concentración podrá ser expresada en mínimos o máximos, rangos. Siendo importante destacar que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, y que, así mismo, es referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental. A su vez, establece que no corresponde otorgar la certificación ambiental (aprobar el instrumento de gestión ambiental correspondiente), cuando el respectivo estudio ambiental concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún ECA ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los ECA, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares.

2.4. Marco legal

Constitución Política del Estado, como norma fundamental, en el capítulo II, establece que los recursos naturales, no renovables y renovables, son patrimonio de la Nación, disponiendo al estado la promoción del uso sostenible.

En el artículo 7°- A, se precisa la promoción el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación.

Convención Ramsar, tratado intergubernamental, suscrito por el estado peruano, cuya misión es “la conservación y el uso racional de 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”.

Ley N° 26821, Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en el artículo 3°, señala que son “considerados recursos naturales a todos los componentes de la naturaleza, susceptible de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado”, tales como las aguas superficiales y subterráneas.

Ley N° 28611, Ley general del ambiente, en el artículo 99°, considera a los bofedales como ecosistemas frágiles, y se establece que el estado conoce su

importancia como hábitat de especies de flora y fauna, en particular de aves migratorias, priorizando su conservación en relación a otros usos

Ley N° 29338, Ley de recursos hídricos, establece la regulación del uso y gestión de los recursos hídricos y comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta y se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable

Decreto Supremo N° 006-2017-AG. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, **Decreto Supremo N° 006- 2021- MINAM**, que aprueba la gestión multisectorial y descentralizada de los humedales del país.

Decreto Supremo N° 004- 2015- MINAM, donde se aprueba la “Estrategia Nacional de Humedales”, siendo una Guía para la evaluación del estado del ecosistema de bofedal, en concordancia con la metodología establecida en la “Guía complementaria para la compensación ambiental de Ecosistemas Altoandinos”.

Resolución Ministerial 183-2016-MINAM, documento que permite establecer metodologías para el cálculo del valor ecológico de un determinado espacio, siendo aplicables para ecosistemas altoandinos (césped de puna, pajonal y tólar). Así mismo describe y orienta el proceso de evaluación y estimación del estado de los ecosistemas de bofedal, a partir de la medición de un conjunto de indicadores evaluados en campo.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen el grado de elementos o nivel de concentración, sustancias o parámetros biológicos, químicos y físicos, presentes en el agua, en su situación de cuerpo receptor.

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que aprueba el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”.

Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA, que aprueban la “Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos”.

Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, aprueba la “Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar de estudio

3.1.1. Ubicación política

El lugar de estudio se encuentra ubicado políticamente de la siguiente manera:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Cangallo

Distrito : Paras

Localidad : Guitarrachayocc

El área de estudio se encuentra aproximadamente a 10 minutos del centro poblado de Santa fe – Paras, cercano a la laguna Guitarrachayocc.

3.1.2. Ubicación geográfica

Dentro del bofedal en estudio, se ubicaron estaciones de muestreos, constituidos por sistemas lénticos (permanente y temporal) y lóticos, estableciéndose codificaciones, y con un GPS marca GARMIN Etrex 30, se determinó la altitud y coordenadas geográficas. Las estaciones de muestreo ubicadas en el bofedal Guitarrachayocc se detalla en la tabla 1 y figura 1.

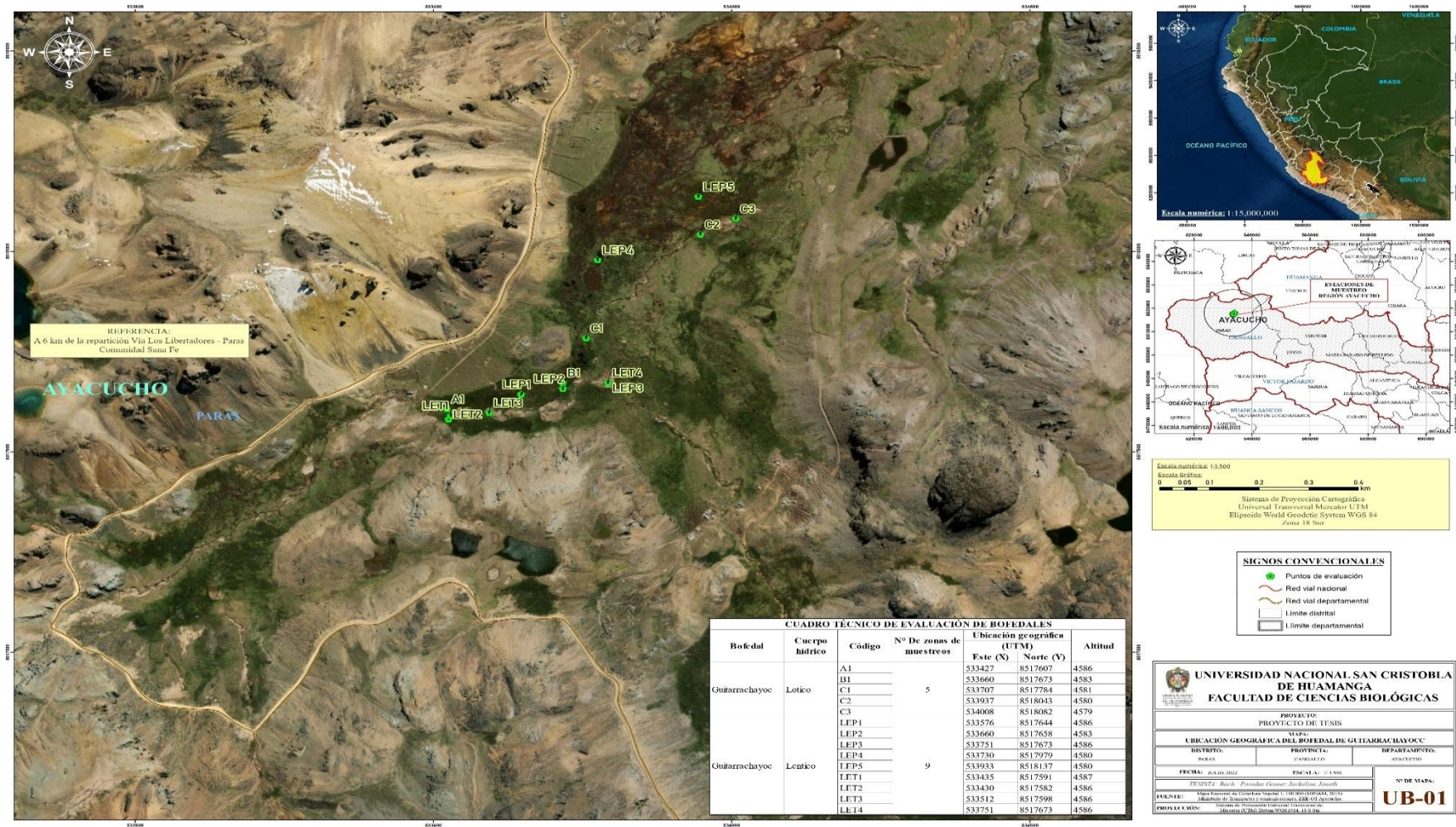


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio del bofedal alto andino Guíarrachayoc, distrito de Paras.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo del bofedal Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.

Bofedal	Tipo de cuerpo hídrico	Temporalidad	Ubicación geográfica (UTM)		Altitud
			X	Y	
Guitarrachayocc	lóticos	Permanentes	533427	8517607	4586
			533660	8517673	4583
			533707	8517784	4581
			533937	8518043	4580
			534008	8518082	4579
			533576	8517644	4586
	lénticos	Permanentes	533660	8517658	4583
			533751	8517673	4586
			533730	8517979	4580
			533933	8518137	4580
		Temporales	533435	8517591	4587
			533430	8517582	4586
			533512	8517598	4586
			533751	8517673	4586

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo compuesta por el agua superficial que se halla en el bofedal Guitarrachayocc considerando los ambientes lóticos (riachuelo) y ambientes lénticos, del distrito de Paras, Provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de agosto del 2018 a junio del 2019.

3.2.2. Muestra

154 muestras de agua del bofedal Guitarrachayocc, tomados de 14 estaciones de muestreos distribuido de las siguientes maneras:

- Nueve estaciones de muestreos ubicados en los sistemas lénticos (cinco permanentes y cuatro de temporal)
- Cinco estaciones de muestreos en los sistemas lóticos.

De acuerdo a lo descrito en la Guía de Evaluación del Estado del Ecosistema de Bofedal (MINAM, 2019).

3.2.3. Periodo de muestreo

El muestreo consistió de dos etapas: la primera con la ubicación y selección de los ambientes lénticos (temporales y permanentes) y lóticos en el bofedal Guitarrachayocc; y la segunda etapa estuvo integrada en la toma de muestras aleatorias.

En los sistemas lénticos, se clasificaron en función del régimen hídrico, los permanentes se caracterizaron por estar invariablemente inundados y los temporales, solo en presencia de lluvia contenían agua.

Teniendo en cuenta que las aguas de los bofedales se encuentran condicionadas con la presencia de las lluvias y cuyas variaciones fisicoquímicas del agua están influenciadas por factores ambientales que determinan la frecuencia, permanencia y volumen (Nieto et al., 2016).

Considerando lo mencionado, el periodo de muestreo se realizó mensualmente, desde agosto 2018 a junio 2019, con un total de 11 meses, abarcando la época de precipitación y estiaje, con la finalidad de garantizar la representatividad en la toma de muestras de las diversas estaciones de muestreos, de acuerdo por la Guía de monitoreo de humedales (ONU, 2022).

3.3. Metodología y recolección de datos

La metodología de muestreo estuvo basada en una secuencia de pasos agrupados, tales como: fase de gabinete, campo y post campo, las cuales se establecieron, estaciones de muestreos, conformadas por sistemas lóuticos y lénticos (permanente y temporales), todo ello determinado por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos superficiales (ANA, 2016), y de acuerdo a lo descrito en la Guía de Evaluación del Estado del Ecosistema de Bofedal (MINAM, 2019).

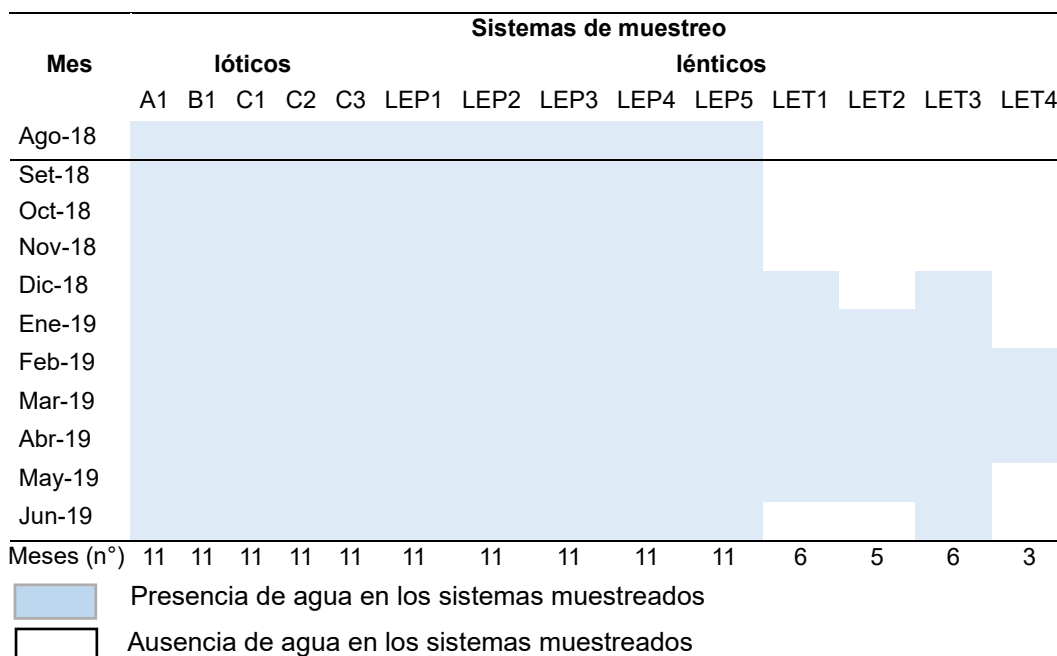
Las estaciones de monitoreos tienen las siguientes codificaciones:

Tabla 2. Codificaciones de las estaciones muestreadas del bofedal Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.

Sistemas hídricos	Nº de estaciones	Unidad de muestreo	Características
Lóuticos	Cinco	A1	Estación en la primera cabecera del riachuelo
		B1	Estación en la segunda cabecera del riachuelo
		C1	Estación de la unión de los dos primeros
		C2	Estación media de la unión de los dos riachuelos
		C3	Estación baja de la unión de los dos riachuelos
Lénticos	Nueve	LEP1	Primera estación léntico permanente
		LEP2	Segunda estación léntico permanente
		LEP3	Tercera estación léntico permanente
		LEP4	Cuarta estación léntico permanente
		LEP5	Quinta estación léntico permanente
		LET1	Primera estación léntico temporal
		LET2	Segunda estación léntico temporal
		LET3	Tercera estación léntico temporal
		LET4	Cuarta estación léntico temporal

Para obtener datos representativos, se realizaron un total de catorce estaciones, cinco lóaticos y nueve lénticos, con un esfuerzo de 11 meses.

Tabla 3. Meses de muestreo en los sistemas lóaticos y lénticos de bofedral de Guitarrachayocc del distrito de Paras, provincia de Cangallo, Ayacucho 2018.



3.3.1. Recolección de muestras de agua en ambientes lénticos y lóaticos

Las recolecciones de las muestras, abarcó en su gran mayoría todo el espejo de agua, empleándose recipientes de plásticos (jarra) y filtrando con una red de 20 μ de luz, con la finalidad de minimizar la presencia de materiales suspendidos y evitar las alteraciones de las características fisicoquímicas del agua. Se recolectó un volumen de muestra de 700 ml del filtrado, lo cual se colocó en recipientes de plásticos previo etiquetado considerando la fecha y lugar de muestreo, para posteriormente ser depositado en un *cooler* y ser de esa manera transportado al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas; utilizando la metodología recomendada (ANA, 2016).

3.3.2. Transporte y preservación de muestra

Después de realizar el muestreo, la recolección y el rotulado, considerando la zona de muestreo y la fecha, respectivamente se procedió en el transporte de la muestra al laboratorio donde se realizó el análisis fisicoquímico, para ello se dispuso las muestras en un *cooler* manteniéndolo, en refrigeración a menos de 4° C, así mismo es importante mencionar que los análisis se realizaron dentro de las seis horas colectadas las muestras es por ello que no se utilizó ningún preservante, todo ello de acuerdo a la metodología recomendada en el protocolo nacional para el monitoreo de los recursos hídricos superficiales (ANA, 2016).

3.3.3. Metodología para análisis de características fisicoquímicas del agua

Se utilizó un multiparámetro (HANNA HI 98130) para las evaluaciones *in situ*, de los parámetros fisicoquímicos, conductividad eléctrica, pH, temperatura y sólidos disueltos totales. Para los parámetros cloruro, alcalinidad total, dureza magnésica, dureza cálcica, dureza total, sulfatos y fosfatos, se realizaron análisis químico donde se usó diferentes reactivos y tituló con distintitas soluciones. A continuación, se detalla los análisis químicos con el método volumétrico empleadas para la determinación de alcalinidad, sulfatos, turbidez, dureza total, dureza magnésica, dureza cálcica; fue realizado este análisis en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

La realización de los análisis fisicoquímicos del agua sigue los procedimientos descritos en el Manual de procedimientos de análisis de agua del Laboratorio de Referencia y Control de la SUNASS, los cuales, a su vez, están basados en los métodos estándares de la APHA-AWWA-WEF (SUNASS, 1997).

- a. **Dureza total (mg/L CaCO₃):** se realizó mediante el método volumétrico, para el cual se vertió 50 ml de muestra de agua en un recipiente de vidrio limpio de aproximadamente de 250 ml de capacidad, se añadió dos ml de solución amortiguadora, para luego añadir una pisca de negro de eriocromo T y se tituló con una solución de EDTA obteniendo un color azul incipiente.
- b. **Dureza cálcica (mg/L Ca):** se realizó mediante el método volumétrico con EDTA. Se tomo muestra de 50 ml en un recipiente de vidrio limpio de 250 ml de capacidad. Se añadió un ml de hidróxido de sodio, una pisca de murexida, si hay dureza, presenta un color rosado. Finalmente se tituló con la solución con EDTA hasta obtener un color púrpura.
- c. **Sulfatos:** se realizó mediante un método turbidímetro, las cuales se utilizó diez ml de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 50 ml, añadiendo un ml de la solución amortiguadora (contiene ácido acético), luego se añadió una pisca de cloruro de bario, formándose sólidos, seguidamente se agito y durante 1 minuto, se transfirió la muestra al turbidímetro y se dio la lectura.
- d. **Turbidez (NTU):** se utilizó un turbidímetro, se llenó de agua en el filtro, seguidamente se preparó y diluyó los reactivos, para posteriormente calibrar el turbidímetro, se agitó la muestra suavemente y espero hasta que las burbujas de aire desaparezcan, llenando con las muestras las celdillas del turbidímetro; realizando la lectura de la turbidez directamente que se expresó en valores de unidades Nefelométricas.

- e. Alcalinidad (mg/L CaCO₃):** Se realizó mediante el método volumétrico titulando con un ácido fuerte (ácido sulfúrico). Se tomó una muestra de 50 ml en un recipiente de vidrio limpio de aproximadamente 250 ml de capacidad. Se añadió 2 a 4 gotas de anaranjado de metilo, obteniendo una solución color amarillo dorado, se tituló con ácido sulfúrico hasta obtener un color anaranjado.
- f. Cloruros:** Se utilizó el método del Nitrato, para la cual se utilizó 50 ml de muestra en un recipiente de vidrio limpio de aproximadamente 250 ml de capacidad, donde se añadió un ml de solución indicadora de cromato de potasio, cambiando de color a amarillo, seguidamente se tituló con nitrato de plata, cambiando de color a rojo ladrillo.
- g. Fosfatos:** Se realizó con el método ácido ascórbico para la cual se utilizó 50 ml de muestra en un recipiente de vidrio limpio, donde se añadió 10 ml de reactivo mixto, seguidamente se lleva al espectrofotómetro a 880 nm. Se realiza la lectura de la absorbancia y se toma nota.

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs) para agua, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM establecidas en la categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales y 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).

3.4. Análisis estadístico

Para los resultados obtenidos se construyó una matriz de datos, donde se procedió a calcular los principales estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión, siendo presentados en figuras y tablas. Así mismo se comparó las características fisicoquímicas entre las estaciones de muestreos tanto en los sistemas lóticos y lénticos entre los meses muestreados donde se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para los análisis estadísticos inferenciales con confianza del 95% ($\alpha=0,05$)

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Valores de los promedios de las características fisicoquímicas del agua superficial de los cuerpos lóticos del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.

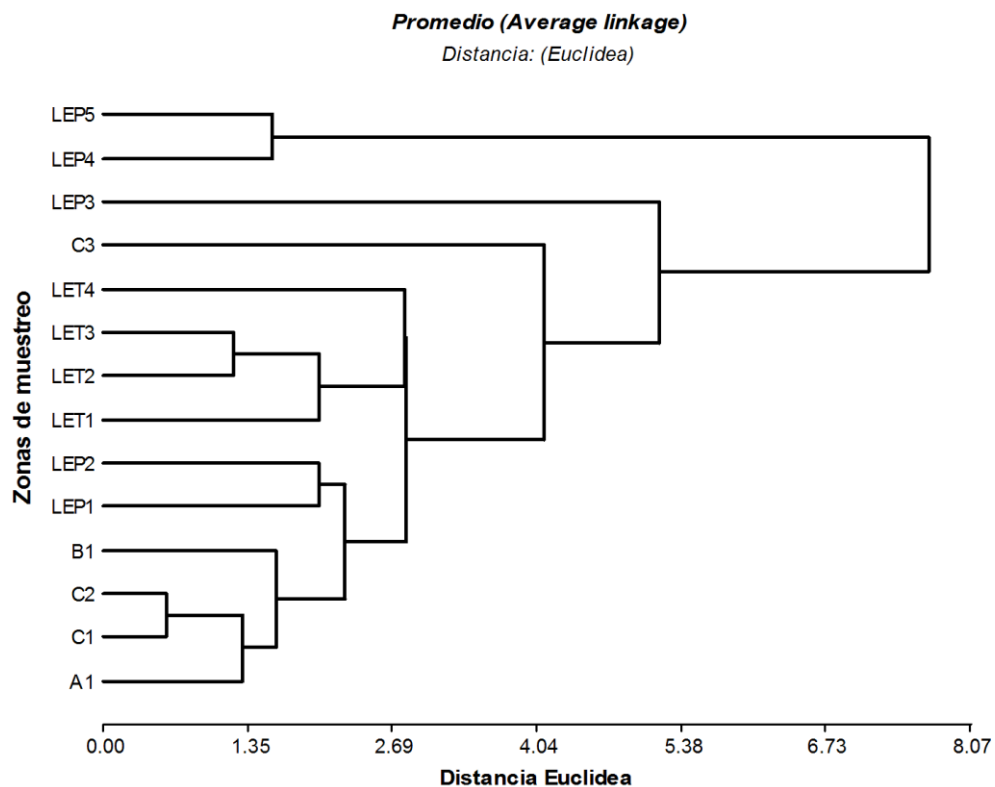
Características fisicoquímicas	Zona de muestreo (Sistema lótico)					Kruskal Wallis (K-W)	D.S. 004-2017-MINAM		
	A1 Media	B1 Media	C1 Media	C2 Media	C3 Media		D1	D2	E1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	66,5	53,3	50,9	53,3	48,2	NS	-	-	-
Cloruros (mg Cl/L)	14,7	24,1	17,9	16,9	21,0	NS	500mg/L	-	-
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	76,9	79,5	87,8	98,7	88,2	NS	-	-	-
Dureza cálcica (mg/L Ca)	48,4	47,8	49,8	57,0	58,0	NS	-	-	-
Dureza magnésica (mg/L Mg)	28,5	31,6	38,0	41,7	30,2	NS	-	-	-
pH	7,6	6,1	6,6	6,9	6,1	**	6,5 - 8,5	6,5-8,4	6,5-9,0
Conductividad eléctrica (µS/cm)	157,3	140,9	143,6	138,6	155,5	NS	2 500	5 000	1 000
Sólidos Disueltos Tot. (mg/L)	84,5	67,3	80,9	65,5	1 229,1	NS	-	-	-
Temperatura (°C)	7,6	7,5	8,8	8,8	9,5	NS	Δ3	Δ3	Δ3
Turbidez (NTU)	20,1	18,8	19,4	23,3	20,8	NS	-	-	-
Sulfatos (mg/L)	515,5	463,4	482,2	522,4	740,6	NS	-	-	-
Fosfatos (mg/L PO ₃)	2,2	1,5	2,3	2,4	2,3	NS	-	-	-

A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo
 B1: Estación en la segunda cabecera del riachuelo
 C1: Estación de la unión de los dos primeros
 C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos
 C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos
 D1: Riego de cultivo de tallo alto y tallo bajo
 D2: Bebidas de animales
 E1: Lagunas y Lagos

Tabla 5. Valores de los promedios de las características fisicoquímicas del agua superficial de los cuerpos lénticos del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.

Características fisicoquímicas	Zonas de muestreo (sistema léntico)										Kruskal Wallis K-W	D.S. 004-2017-MINAM		
	LEP1	LEP2	LEP3	LEP4	LEP5	LET1	LET2	LET3	LET4	Media		D1	D2	E1
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	37,8	36,0	111,5	0,0	0,0	52,0	47,6	34,0	40,7	**	-	-	-	
Cloruros (mg Cl/L)	843,5	22,8	36,0	3 944,5	3 721,8	30,0	11,3	79,8	117,3	**	500mg/L	-	-	
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	142,4	80,0	345,8	526,4	571,1	96,0	90,4	93,4	158,0	**	-	-	-	
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	106,4	36,9	236,2	341,1	368,0	53,7	42,0	60,9	65,3	**	-	-	-	
Dureza magnésica (mg/LMg)	36,0	43,1	109,6	185,3	203,1	42,3	48,4	32,6	92,7	**	-	-	-	
pH	6,0	6,4	6,8	3,1	3,0	6,3	6,1	5,7	5,3	**	6,5 - 8,5	6,5-8,4	6,5-9,0	
Conduc. eléctrica (µS/cm)	81,8	141,8	610,0	956,4	1 149,1	136,7	106,0	81,4	43,3	**	2 500	5 000	1 000	
Sólidos Disueltos Tot. (mg/L)	38,2	74,5	308,2	477,3	544,5	71,7	50,0	51,4	23,3	**	-	-	-	
Temperatura (°C)	8,6	10,0	11,1	11,9	10,6	8,3	7,4	8,2	9,6	*	Δ 3	Δ 3	Δ 3	
Turbidez (NTU)	27,7	18,2	31,0	11,9	11,7	37,3	29,9	26,2	35,2	*	-	-	-	
Sulfatos (mg/L)	156,5	503,0	1 378,3	1 241,1	1 109,5	613,3	36,3	15,4	17,6	**	-	-	-	
Fosfatos (mg/L PO ₃)	1,0	1,3	2,5 ± 1,9	1,8	1,2	3,3	3,3	2,8	1,7	N S	-	-	-	

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal
 D1: Riego de cultivo de tallo alto y tallo bajo
 D2: Bebidas de animales
 E1: Lagunas y Lago

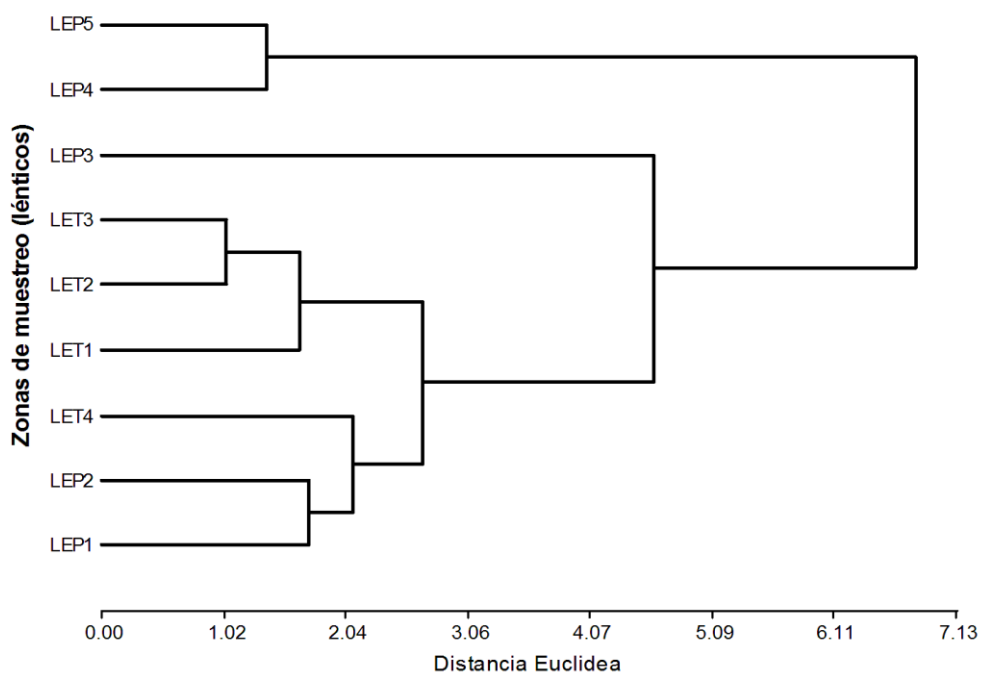


- A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo
- B1; Estación en la segunda cabecera del riachuelo
- C1: Estación de la unión de los dos primeros
- C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos
- C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos
- LEP1: Primera estación léntico permanente
- LEP2: Segunda estación léntico permanente
- LEP3: Tercera estación léntico permanente
- LEP4: Cuarta estación léntico permanente
- LEP5: Quinta estación léntico permanente
- LET1: Primera estación léntico temporal
- LET2: Segunda estación léntico temporal
- LET3: Tercera estación léntico temporal
- LET4: Cuarta estación léntico temporal

Figura 2. Dendrograma de disimilitud de los cuerpos lóuticos y lénticos en base a las características fisicoquímicas del agua superficial del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.

Promedio (Average linkage)

Distancia: (Euclidea) - Léntico

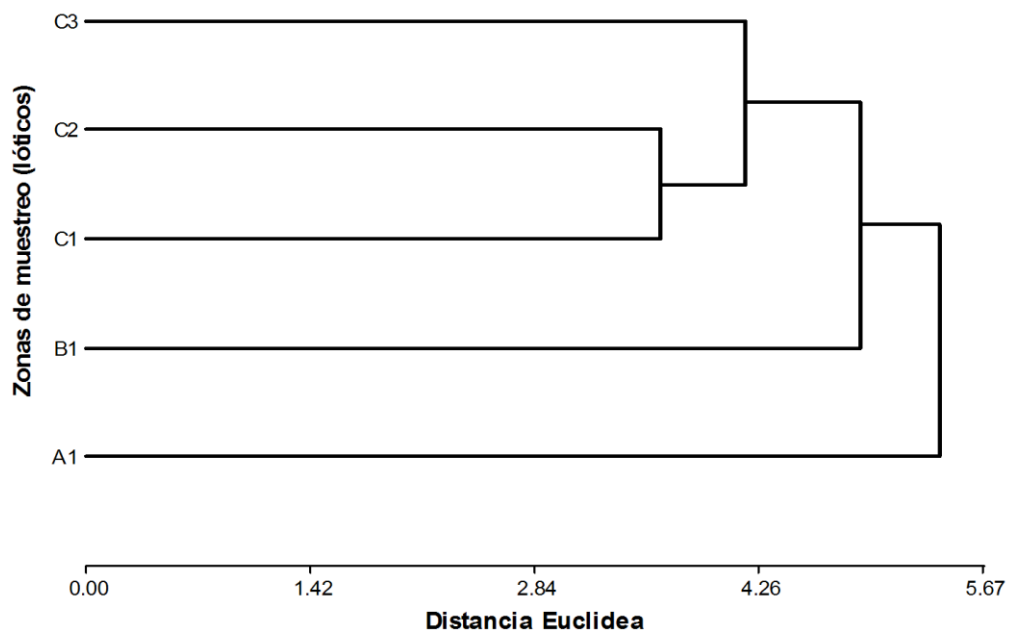


- EP1: Primera estación léntico permanente
- LEP2: Segunda estación léntico permanente
- LEP3: Tercera estación léntico permanente
- LEP4: Cuarta estación léntico permanente
- LEP5: Quinta estación léntico permanente
- LET1: Primera estación léntico temporal
- LET2: Segunda estación léntico temporal
- LET3: Tercera estación léntico temporal
- LET4: Cuarta estación léntico temporal

Figura 3. Dendrograma de disimilitud de los cuerpos lénticos en base a las características fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, Paras, Cangallo – Ayacucho, 2018 – 2019.

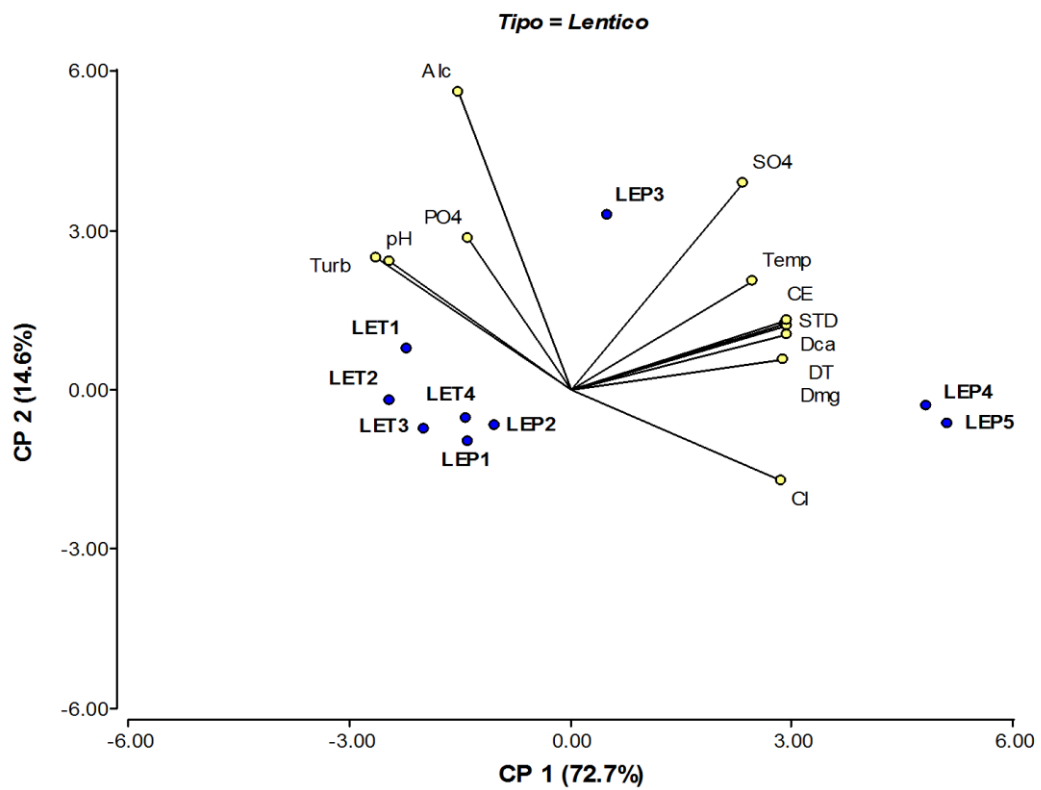
Promedio (Average linkage)

Distancia: (Euclidea) - Lótico



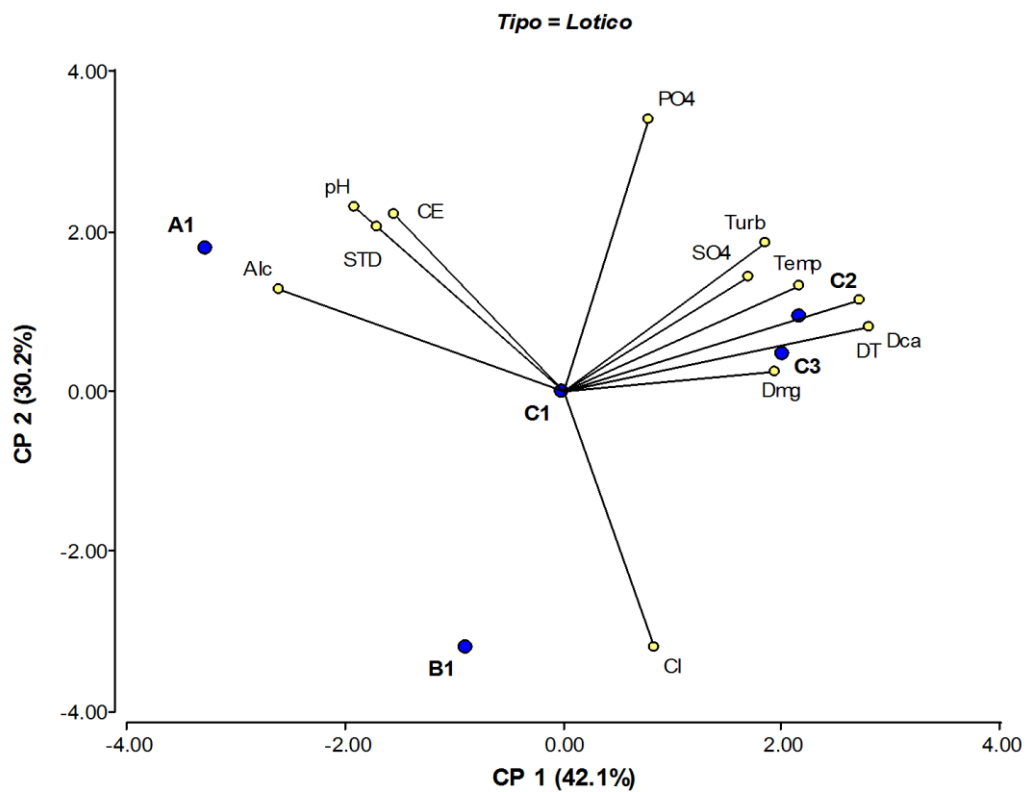
- A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo
- B1: Estación en la segunda cabecera del riachuelo
- C1: Estación de la unión de los dos primeros
- C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos
- C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos

Figura 4. Dendrograma de similitud de los cuerpos lóticos en base a las características fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.



EP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Figura 5. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) que muestra la asociación de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos temporal y permanentes del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.



A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo
 B1: Estación en la segunda cabecera del riachuelo
 C1: Estación de la unión de los dos primeros
 C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos
 C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos
 Alc: alcalinidad
 C.E: Conductividad eléctrica
 STD: Sólidos disueltos totales
 DT: Dureza total
 Dca: Dureza cálcica
 Dmg: Dureza magnésica
 Turb: Turbidez

Figura 6. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) que muestra la asociación de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lótico del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras, Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019.

V. DISCUSIÓN

En la tabla 4, observamos los valores de los promedios de las características fisicoquímicas, determinadas en cinco estaciones de muestreo ubicados en el sistema lótico que recorre el bofedal. Se encontró valores relativamente homogéneos, con variaciones mínimas entre las estaciones de muestreo, con excepción del pH, que en la cabecera del río asume valores promedios máximos de 7,58 y de 6,05 en la parte baja. Al realizar la prueba de Kruskal Wallis (anexo 3), se halló que las zonas de muestreo son estadísticamente similares ($p > 0,05$) en cuanto a las características fisicoquímicas, con excepción del pH ($p < 0,05$), que varía de alcalino en la cabecera a ácido en la zona más baja. Resultados similares se obtuvieron en la investigación realizada en el bofedal del distrito de Quinua, donde no se encontraron diferencias entre las zonas de muestreos, donde se evaluó conductividad eléctrica, sólidos disueltos, dureza, temperatura; sin embargo, el pH en la parte alta mostró valores promedios de 7,5 y en la baja, 7,0; variando con el paso del agua que va disolviendo sales y minerales que influye en las características fisicoquímicas (Gómez, 2016). La presencia de aguas con pH bastante ácido en la zona baja, se debe a la influencia de aguas muy ácidas y de elevada conductividad que convergen en esa parte del bofedal que provienen de lugares aledaños (manantiales y aguas subterráneas) (Carrasco et al., 2017). De forma similar, se indica que las características fisicoquímicas del agua de los sistemas lóticos del bofedal Apacheta, también se encontraría influenciado por la misma geología del lugar y el material del lecho del canal del río que indirectamente influye en la descarga, topología y vegetación (Ricra, 2019). Igualmente señalan que la materia orgánica que está presente en el suelo, así como la actividad microbiana que influye en el grado de solubilidad de los minerales, influye en el pH del agua principalmente en la época de lluvia donde son más ácidos (Salvador & Moneris, 2014). También es preciso añadir que el

proceso de drenaje de ácido de rocas influye en las características de los cuerpos hídricos, esto debido a la oxidación de rocas altamente mineralizadas, conteniendo alta concentración de metales ferrosos y sulfurosos, las cuales generan condiciones ideales para la lixiviación y movilización de metales, producto de ello se incrementa, la conductividad, sólidos totales disueltos y el pH tiende a presentar un carácter ácido (La Matta, 2020).

La tabla 5, nos presenta los valores promedios de las características fisicoquímicas del agua, halladas en las nueve estaciones de muestreo ubicados en el sistema léntico del bofedal. Se observa una gran heterogeneidad en las características fisicoquímicas, hallando valores de pH desde 3,0 hasta 6,8 correspondiente al LEP5 y LEP3 respectivamente, caracterizándose por ser sistemas permanentes. La conductividad eléctrica, presenta valores desde 43,3 $\mu\text{s/cm}$ a 1 149,1 $\mu\text{s/cm}$, que corresponden a LET4 y LEP5, siendo la primera temporal y la segunda permanente (Anexo 11). Para la alcalinidad se registraron valores desde 0,0 mg/L a 111,5 mg/L en LEP4 y LEP3, respectivamente. Los cloruros tienen valores desde 11,3 mgCl/L a 3 944,5 mgCl/L, en LET2 la estación temporal y LEP4, perteneciente a la estación permanente, respectivamente (Anexo 7). Al realizar la prueba de Kruskal Wallis se encontró resultados que confirman lo descritos anteriormente, hallándose diferencias significativas en las nueve estaciones de muestreos del sistema léntico, permanente y temporal. Se resalta algunos aspectos que llaman la atención, como en las estaciones que registraron valores promedios elevados de conductividad, dureza y sólidos disueltos totales, estas mismas estaciones, presentan a la vez, valores mínimos de pH y alcalinidad. Resultados similares, se obtuvieron como parte de la tesis realizado en el bofedal de la cabecera de Apacheta y Rumiruyuccpampa, se observa que los valores obtenidos de las características fisicoquímicas son similares principalmente en las estaciones de muestreos próximos, siendo preciso mencionar que existen zonas con pH muy bajos, esto por la presencia de materia orgánica en proceso de descomposición (turba) importante añadir que la zona baja de muestreo, presenta promedios elevados de las características, como dureza (565,4 mg/L), conductividad (1 316,1 $\mu\text{s/cm}$) y sólidos disueltos totales de 743,0 ppm (Cárdenas, 2019). Por el contrario, un estudio realizado en el bofedal Minas Corral, se obtuvo valores mayores de pH desde 6,01 a 8,17, con variaciones relacionadas a la estacionalidad y ubicación espacial; la conductividad eléctrica con valores promedios menores desde 31,5 $\mu\text{S/cm}$ a de 47,9 $\mu\text{S/cm}$ (Portal, 2019).

Otra investigación similar fue realizada también en el bofedal Guitarrachayocc, mensualmente evaluado, obteniendo como resultado una alta variabilidad entre las estaciones de muestreo, teniendo características fisicoquímicas únicas de pH extremadamente bajo, a la vez cloruros y conductividad muy elevados, como producto de la influencia de un manantial; así mismo se observó que en el suelo de los bofedales, donde emergen los manantiales, son de color pardo a naranja con incrustaciones de cristal y cubierta vegetal reducido, considerando estas características como indicadores de cambios radicales en la calidad de agua (Carrasco et al., 2017). Estudios realizados en el bofedal Minas Corral, también menciona que los valores de pH y conductividad eléctrica del agua, están relacionadas e influenciadas con la litología de la zona, así como las características del suelo, dicho bofedal presenta suelos orgánicos, saturados con abundante materia vegetal en proceso de descomposición (Portal, 2019). Por otra parte, también mencionan que el agua con altas concentraciones de salinidad tiene altas cantidades de minerales en solución y elevada conductividad; con menor concentración del oxígeno y presentando baja diversidad, pero alta productividad en términos de biomasa (Roldan & Ramírez, 2008). Así mismo, la disolución de una serie de minerales de la geoquímica de las rocas y el desarrollo del proceso de meteorización natural, influyen en las características del agua subterránea, las cuales estas repercuten en la composición química y variación de las aguas superficiales de un bofedal (Bayer et al., 2019). Confirmando a lo mencionado anteriormente, la química de las aguas subterráneas de un bofedal se encuentra influenciada por los diversos tipos de rocas predominantes en cada una de la formación geológica en que se encuentren. Recibiendo minerales de diferentes formaciones geológicas y presentando diferentes iones, la cual le otorguen sus características hidroquímicas particulares. Así mismo, el drenaje de ácido de rocas mediante la oxidación de los minerales sulfurados, que libera los iones de hidrogeno, las cuales crea mayor acidez, lo que a su vez también permite la liberación del ion ferroso la cual se oxida a ion férrico liberando mayor concentración de iones de hidrogeno, ocasionando esta reacción más acidez y reduce más el pH (Montano et al., 2022), dicho evento se aprecia en la cuarta y quinta estación de los sistemas lenticos, del bofedal Guitarrachayocc, cuyo valor de pH está por debajo de los 3,5 ,donde se evidencia la presencia de minerales de sulfurados que acidifican el medio. En particular, un bofedal con predominancia

de piedras calizas, presentará aguas subterráneas con altas concentraciones de compuestos carbonatados y tenderá a un carácter básico (Cooper et al., 2010). En otro estudio, determinaron, que el agua de un bofedal se encuentran influenciadas por las calizas, de las formaciones geológicas, con dominantes concentraciones de bicarbonato cálcica (CaCO_3), un 95% del agua del bofedal y las que contienen, bicarbonato magnésica (MgCO_3) en 5% restante; siendo preciso mencionar que las concentraciones de iones calcio (Ca), bicarbonato (HCO_3), sodio (Na), magnesio (Mg) y la conductividad aumentaron a medida que transcurría la temporada seca, presentando un pH de agua con 6,6 ligeramente ácido, probablemente debido al proceso de humificación que realiza el bofedal (Choy, 2018). Estudios realizados en Ancash, se evidencio que los bofedales con humedad permanente, presentan un nivel de napa freática próxima al nivel del suelo, las cuales su pH varían entre 4,0 y 5,0; sin embargo, un bofedal de humedad temporal, presenta un agua con pH casi neutro de 6,85 y el suelo con un pH ácido de 4,99 (Gonzales, 2018). El bofedal Guitarrachayocc presenta en las estaciones de muestreos permanentes valores de pH, ácido y las estaciones de muestreos temporales relativamente carácter básico. Otra investigación realizada en un bofedal altoandino, se aprecia que el pH, es ligeramente ácido de 6,6; la conductividad eléctrica 523,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en temporada de lluvia; las cuales se encuentran influenciada por una geoquímica con formaciones de depósitos volcánicos (Jumasha y Casapalca); la cual contiene rocas compuestas de carbonato de magnesio y/o calcio (Choy & Anaya, 2018). Otro estudio realizado en Ancash, en el bofedal de Conococha, donde se aprecia que en el periodo de estiaje registran valores de pH de 8,88; y en el de precipitación de 9,32; la conductividad eléctrica en el periodo de estiaje con menor valor de 137,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y en precipitación con el valor más alto de 159,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el oxígeno disuelto de 6,58 mg/l en el periodo de precipitación y en estiaje de 6,56 mg/l; cuyos valores de las características fisicoquímicas varían en gran proporción por influencia de la actividad microbiana en los nutrientes y las actividades ganaderas (Delgado, 2021). Mientras que, para el bofedal Guitarrachayocc, se evidencia que existe una variación es sus estaciones de muestreo registrando valores de pH ácidos desde 3,0 a 6,8 y una conductividad eléctrica de 43,3 a 1 149,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos resultados, al ser comparada con otros bofedales donde realizaron trabajos de investigaciones similares, evidencian que los bofedales registran fluctuaciones de conductividad eléctrica y pH, obteniendo valores diferentes, según la ubicación

espacial de las estaciones de muestra y la época de año, donde la proximidad de los cuerpos de agua y materia orgánica influyen siendo el bofedal un sistema bastante heterogéneo. Otra investigación realizada en la ciudad de Yauyos determinó la calidad ambiental del bofedal altoandino Yanacancha, donde los monitoreos se realizaron en época seca y húmeda, la cual se evidenciaron una fluctuación en los parámetros fisicoquímicos, donde el valor de pH en la temporada húmeda es ácido, esto se debería por la presencia iones hidronio que predomina en el agua , así mismo menciona que hay alta presencia de metales como el Fe, en la turba, y la presencia de totora que actúa como filtro permanente para cuerpo hídrico que conlleva a dar a la conductividad baja, en el agua (Alberto & Joseli, 2019).

Para la calidad fisicoquímica del agua del bofedal Guitarrachayocc, se realizó la comparación de los resultados con los valores referenciales del Decreto Supremo N° 04-2017-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, considerando las categoría 3, para riego de vegetales y bebidas de animales, dentro de ellas las dos subcategorías: D1, vegetales de tallo bajo y alto y D2, bebida de animales; y la categoría 4, para conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos. Los valores hallados y comparados con 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 la rangos establecidos por la normativa vigente, sin embargo la parte media (B1) y baja (C3) de la estación de muestreo del sistema lótico; presentan un pH por debajo del rango establecido; así mismo para la conductividad se encuentra valores superiores en comparación con los rangos establecidos en la normativa vigente, es preciso mencionar que la sub categoría D1 los valores dados son inferiores a 2,5 mScm y para la subcategoría D2 los valores son inferiores a 5 mScm, donde los valores obtenidos de conductividad del presente trabajo para los distintos meses oscilan superior a 60 μ S/cm, como podemos evidenciar todos estos valores de conductividad se encuentran muy por encima de lo establecido en la normativa vigente. Así mismo para la categoría 4, conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, laguna y lagos) no cumplen los parámetros establecidos, en ninguno de los parámetros dados, siendo los cloruros, pH, y conductividad se encuentran por encima de los valores estipulados en el decreto. Es preciso mencionar que en lo absoluto no se puede determinar que el agua del bofedal Guitarrachayocc sea apta o no apta para los usos mencionados puesto

que no se realizó la evaluación con todos los parámetros que señalan la normativa vigente. Trabajos similares se encontró en el bofedal del distrito de Quinua, donde se comparó los resultados de las características fisicoquímicas 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 conformidad con la normativa vigente, de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA). Se observa que encuentran dentro de los parámetros, sin embargo la conductividad está por encima de lo establecido (Gómez, 2016).

En la Figura 2 se muestra el dendograma de los sistemas lóticos y lenticos a partir de las características fisicoquímica del agua superficial de 14 estaciones de muestreo del bofedal alto andino Guitarrachayoc, las cuales se forman tres conglomerados representativos, la primera integrada por LEP4 y LEP5 del sistema léntico, el segundo conglomerado conformado con LEP3 y el tercer conglomerado integran las estaciones LET4, LET3, LET2. LET1, LEP2, LEP1, B1, C2, C1 y A1; evidenciando que las cuatro primeras estaciones de los sistemas lóticos mantienen relación y proximidad, donde la estación C1 y C2 del sistema lótico presentan Mayor proximidad seguido de LET2 y LET3 del sistema léntico temporal. La Figura 3 se detalla el dendograma de las estaciones de muestreo del sistema léntico, las cuales se forma tres conglomerados, la primera formada por LEP4 y LEP5 del sistema léntico permanente, el segundo conformado únicamente por LEP3 de la estación de muestreo del sistema léntico permanente y el tercer conglomerado integrado por seis estaciones de muestreos, tales como, LET1, LET2, LET3 y LET4, del sistema léntico temporal y LEP1 y LEP2 del sistema léntico permanente. Donde la estación LET2 y LET3 del sistema léntico temporal presentan mayor proximidad seguido de LEP4 y LEP5 de la estación del sistema léntico permanente. La Figura 4 nos permite apreciar el dendograma de la estación de muestreo de los sistemas lóticos conformado por dos conglomerados, el primero está integrado por cuatro estaciones de muestreos tanto la parte media (B1) de riachuelo y tres de las uniones de los riachuelos (C1, C2, C3). Donde el (C1) y (C2) presentan menor distancia euclídea y se encuentran más próximas en características, y la segunda está integrada por A1 siendo la parte alta del riachuelo; en base a las estaciones de muestreo de los sistemas léntico y lóticos,

podemos notar que las características fisicoquímicas guardan similitud entre sus características.

En la Figura 5 se detalla el análisis de componentes principales (ACP) que se realizó para determinar la posible relación entre las características fisicoquímicas del agua superficial del bofedal Guitarrachayocc y las estaciones de muestreo del sistema léntico, los dos primeros componentes principales explican un 87,3% de varianza, donde primer componente explica un 72,7 % de variabilidad y el segundo 14,6 % (Anexo 17). El primer componente presenta su mayor correlación positiva, con valor de ($r=0,33$), correlacionado con la dureza cálcica, dureza total, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica (anexo 18), y a su vez se observa una correlación negativa de pH ($r=0,30$) y turbiedad ($r=0,27$); el segundo componente presenta variables de alcalinidad con ($r= 0,63$) y sulfatos ($r= 0,43$) y a su vez se observa una correlación negativa del cloruro ($r=0,19$). En el biplot se aprecia que LEP4 y LEP5 se hallan correlacionadas con las características fisicoquímica como la conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), sólidos disueltos totales (mg/L), cloruros (mg Cl/L), dureza cálcica (mg/L Ca), dureza total (mg/L CaCO_3) y dureza magnésica (mg/L Mg), ya que en estas estaciones se registraron los máximos valores de dichas características; también se aprecia que LET1, LET2, LET3 y LET4 del sistema léntico temporal se hallan correlacionada con fosfatos (mg/L PO_3), pH, turbiedad (NTU) ya que en estas estaciones se registraron los máximos valores de dichas características; y el LEP3 se halla correlacionado con el sulfato (mg/L), ya que en esta estación se registra el valor máximo.

De igual forma la Figura 6 detalla el análisis de los componentes principales de las estaciones de muestreo del sistema lótico, los dos primeros componentes principales explican un 72,3% de la varianza que existe, para lo cual el primer componente explica un 42,3 % de variabilidad y el segundo un 30,2% (Anexo 17), presentando mayor correlación positiva el primer componente, integrado por dureza total ($r=0,41$), dureza cálcica ($0,40$) y temperatura ($r = 0,32$), así mismo para la correlación negativa se tiene a la alcalinidad ($r=0,38$). Para el segundo componente se tiene al fosfato con ($r=0,50$) y al pH ($r= 0,34$) ellos presentando correlación positiva, sin embargo, para la correlación negativa se tiene al cloruro con ($r=0,47$). En el biplot se aprecia que C2 y C3 se hallan correlacionadas con la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), dureza cálcica (mg/L Ca), dureza total (mg/L CaCO_3), dureza magnésica (mg/L Mg), sulfato (mg/L) y turbiedad (NTU) ya que en estas estaciones se registraron los máximos valores de dichas características; y la

estación A1 de la cabecera del riachuelo se halla correlacionada con el pH, conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (mg/L) y alcalinidad ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$), registrando en estas estaciones los máximos valores. Resultados similares obtenidos en una tesis desarrollado en los humedales del municipio de Huarina, situado en el Altiplano Norte (Bolivia), donde se evaluó los parámetros fisicoquímicos analizando los componentes principales ACP se obtuvieron 4 componentes principales con un 82% de información lo cual se aprecia que el primer componente se correlaciona con carbonatos y cloruros en la parte alta y para la parte baja se encuentra asociado al dióxido de carbono y pH, la parte media de los puntos de monitoreo está asociada con la cantidad total de sólidos disueltos y con la conductividad eléctrica (Choque, 2018).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó los valores de las características físicas, del agua superficial del bofedal Guitarrachayocc, para los sistemas lóticos, se obtuvo para la conductividad desde 138,6 $\mu\text{S/cm}$ hasta 157,3 $\mu\text{S/cm}$, siendo homogéneos ($p>0,05$) a excepción del pH que presentó valores desde 6,1 hasta 7,6 presentando variaciones; los sistemas lénticos, tanto temporales como permanentes, obtuvieron valores de pH desde 3,0 hasta 6,8; la conductividad desde 43,3 $\mu\text{S/cm}$ hasta 1 149,1 $\mu\text{S/cm}$; siendo heterogéneos ($p<0,05$), estas corroboradas por las pruebas estadísticas de Kruskal - Wallis.
2. Se determinó los valores de las características químicas, del agua superficial del bofedal Guitarrachayocc, para los sistemas lóticos, se obtuvo para la alcalinidad desde 48,18 mg/L hasta 66,55 mg/L y cloruros desde 14,68 mgCl/L hasta 24,14 mgCl/L siendo homogéneos ($p>0,05$); mientras en los sistemas lénticos, para la alcalinidad desde 37,8 mg/L hasta 40,67 mg/L, y cloruros desde 11,30 mgCl/L hasta 3 944,5 mgCl/L; siendo heterogéneos ($p<0,05$) resultando ser altamente significativos, estas corroboradas por las pruebas estadísticas de Kruskal - Wallis.
3. Se comparó, los valores de las características fisicoquímicas analizadas del agua del bofedal, considerando los rangos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, obteniendo, en la categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales (subcategorías: D1, "vegetales de tallo bajo y alto", D2, bebida de animales), también el pH y conductividad, las cuales se encuentran fuera de los rangos establecidos y los cloruros están en su gran mayoría dentro de lo establecido, con excepción de la cuarta y quinta estación del sistema léntico permanente; asimismo, para la categoría 4 conservación del ambiente acuático (la subcategoría E1, lagunas y lagos), los cloruros, pH y conductividad se encuentran, fuera de los rangos establecidos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las instituciones y autoridades competentes, garantizar la conservación de los bofedales, mediante un trabajo participativo y coordinado con la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y los pobladores de las comunidades aledañas a estos ecosistemas, con el fin de reducir las inminencias y plantear programas de conservación debido a la creciente explotación de sus recursos hídricos.
2. Realizar más investigaciones relacionadas a las características fisicoquímicas del agua superficial de los bofedales altoandino principalmente de la región de Ayacucho, con la participación e involucramiento de instituciones como, la Autoridad Nacional del Agua, el Gobierno Regional de Ayacucho, el Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDAP), entre otros; con la finalidad de tener una línea base, de las fluctuaciones del agua superficial de los sistemas lóticos y lénticos, que nos permita tomar acciones concretas.
3. Realizar investigaciones con instituciones tanto públicas y privadas, como la Autoridad Nacional del Agua, Gobierno Regional de Ayacucho, el Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDAP), entre otros para determinar el proceso de contaminación del agua superficial que se observa en los bofedales por actividades antrópicas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, E., & Joseli, C. (2019). "Evaluación del estado ambiental del bofedal altoandino «Yanacancha» comunidad campesina de Miraflores —Yauyos 2019". Tesis Universidad Cesar Vallejo.
- ANA. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
- Bayer, W., Casse, N., Hamed, M., Denis, F., Pasqualini, V., Vaugoyeau, M., & Caruso, A. (2019). Primera caracterización de variables fisicoquímicas y biológicas del humedal salino en Morsli en Orán (Argelia). *Journal of African Earth Sciences*.
- Benavides, J. (2014). The effect of drainage on organic matter accumulation and plant communities of high—Altitude peatlands in the Colombian tropical Andes.
- Brian, P. (2017). Water Research Center—Alkalinity and Stream Water Quality. <http://www.waterresearch.net/index.php/the-role-of-alkalinity-citizen-monitoring>
- Cajaleón, L. E. (2019). "Determinación de los parámetros fisicoquímico y microbiológico de la calidad del agua en la laguna Mancapozo, para consumo humano, la esperanza, amarilis – Huánuco agosto – noviembre 2019" [Tesis]. Universidad de Húanuco.
- Calderón. (2004). Evaluación de la comunidad macroinvertebrados bentónica y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada el Carraca del Municipio de los Santos departamento de Santander. Tesis Universidad Industrial de Stander Colombia.
- Cardenas, S. M. (2019). Macroinvertebrados acuáticos en ambientes lénticos y característica fisicoquímica del agua en bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016. Tesis Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga.
- Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R. del P., Ayala, Y., Arana, J., & Aponte, H. (2017). Macroinvertebrados acuáticos en arroyos asociados con bofedales altoandinos, Ayacucho Perú. 16.
- Castañeda, E. (2019). Caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas del rio grande en la localidad de Cortegana – Celendín – Cajamarca [Tesis]. Universidad nacional de Cajamarca.
- Charman, D. (2009). Peat and Peatlands. *Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00061-2>
- Choque, C. S. (2018). Características físico-químicas de humedales con presencia de caracoles hospedero intermedio de la faciola hepatica epoca seca municipio de huarina La Paz [Tesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18369>
- Choy, A. (2018). "Caracterización hidro química y su variabilidad espacio—Temporal en los bofedales altoandinos de la reserva paisajística Nor yauyos Cochabamba, sector Moyobamba". Tesis Universidad Católica Sedes Sapientiae.

- Cooper, D., Wolf, E., Colson, C., Vering, W., Granda, A., & Meyer, M. (2010). Alpine peatlands of the Andes. Cajamarca, Perú.
- Cuesta, F., Navarro, G., Cabrera, E., Chacón, E., & Ferreira, W. (2009). Ecosistemas de Los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTAUNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/39336>.
- Delgado, E. (2021). "Caracterización del estado actual de eutrofización a partir de los parámetros físicos, químicos y biológico del humedal de Conococha – Ancash – 2021" Tesis [Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo]. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5137/T033_70615347_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escuela de Ciencias del Agua USGS. (2017). Water Properties. <https://water.usgs.gov/edu/waterproperties.html>
- Fennesy, S., Warner, B., Aravena, R., & Espinoza. (2006). Bofedales: High altitude peatlands of the central Andes. Recuperado de. https://www.researchgate.net/publication/40881271_Bofedales_High_altitude_peatlands_of_the_central_Andes
- Fonkén, M. S. M. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. 13.
- Gil, G. (2014). Determinación de la calidad de agua mediante variables fisicoquímicos y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Tesis. Universidad de Manizales.
- Gómez N. Y. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad fisicoquímica del agua en un bofedal, distrito de Quinua. Ayacucho 2015. Tesis. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga.
- Gonzales, Y. (2018). "Evaluación de la condición ecológica de tres bofedales en la comunidad campesina cordillera blanca, distrito y provincia de Recuay, Ancash—2017 [Tesis]. Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo".
- Guevara, A. (1996). Análisis de las normas de control de la calidad de las aguas. Lima: OPS/CEPIS; <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031275/031275.pdf>.
- INAIGEM. (2015). Instituto de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.
- Inocente, J. R. (2019). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental y la Organización Mundial de la Salud [Tesis]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- La Matta, F. (2020). Influencia del drenaje ácido de roca en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, índices bióticos de calidad de agua y

- grupos funcionales alimenticios en ríos y cabeceras de la cordillera blanca (subcuenca de Quillcay, Ancash). Tesis. Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad De Ciencias Y Filosofía.
- La Matta, F. P. (2017). Percepciones, actores y manejo actual de los humedales altoandinos de la comunidad campesina Santiago de Carampoma, Huarochirí- Lima.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9123>
- Luna, D. (1994). Caracterización de asociaciones vegetales de la comunidad altoandina Aguas Calientes. Tesis. Universidad Técnica de Oruro.
- Maldonado, M. S. (2015). Comportamiento de la vegetación de los bofedales influenciados por las actividades antrópicas. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7400>
- Mamani, E. (2012). "Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea"—Ministerio del Ambiente Viceministerio de Gestión Ambiental Dirección General de Calidad Ambiental.
- MINAM. (2019). Guía de evaluación del estado del ecosistema del bofedal (p. 61). MINAM.
- Molina. (2018). Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de Uraca Corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Tesis. [Universidad Nacional de San Agustín].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5750/QUmoguly.pdf?seque>
- Montano, Y., Tapia, P., Quispe, C., & Fuentealba, B. (2022). El drenaje ácido de rocas y sus potenciales impactos ambientales. Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM).
- Nieto, C., Malizia, A., Carilla, J., Izquierdo, A., Rodríguez, J., Cuello, S., Zannier, M., & Grau, R. (2016). Patrones espaciales en comunidades de macroinvertebrados acuáticos de la Puna Argentina. 64(2), 747-762.
- Odum, E. (2006). Fundamentos de ecología.
- ONERN, O. de E. de R. N. (1976). Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa.
- ONU. (2022). Guía de monitoreo de humedales.
- Page, S., & Baird, A. (2016). Peatlands and global change: Response and resilience. Annual Review of Environment and Resources. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurevenviron-110615-085520>
- Portal, E. (2019). Influencia de la Napa freática sobre la vegetación y capacidad de carga animal en bofedales altoandinos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Portal, E., Carrasco, C. E., & Avalos, E. A. (2018). Incidencia de las características químicas del suelo y agua en la pérdida de la cobertura vegetal en bofedales altoandinos. Microcuenca Apacheta. Ayacucho 2017.

Investigación, 26(1), 73-82.
<https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.2018.1.61>

- Ramsar. (2005). Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales altoandinos. 9° Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. COP9 (Doc 26).
- Ricra, E. (2019). Macroinvertebrados acuáticos y características fisicoquímicas del agua en bofedales. Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016 – 2017. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Rodríguez, R., & Rodríguez, S. (2010). La Dureza del Agua [Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental]. Universidad Tecnológica Nacional.
- Roldán. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldan, G. (2003). Bioindicadores de Calidad de agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia Medellín.
- Roldan, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical, (2da Edición).
- Salvador, F., & Moneris, J. (2014). Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: Types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat*.
- Sieben, E., Kubheka, P., Sithole, S., Job, N., & Kotze, D. (2018). The classification of wetlands: Integration of top-down and bottom-up approaches and their significance for ecosystem service determination. *Wetlands Ecology and Management*, 26. <https://doi.org/10.1007/s11273-017-9585-4>
- Silva, M. (2018). Caracterización ecológica de la fauna de macroinvertebrados acuáticos en dos quebradas altoandinas, Ayacucho, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Soria, D. J., & Soria, N. A. (2019). Evaluación de la eutrofización y variabilidad vertical de las concentraciones de nutrientes en la Laguna de Colta [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/14259>
- SUNASS. (1997). Manual de procedimientos de análisis de agua del Laboratorio. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1115226/Sunass__JICA__2003_.An%C3%A1lisis_de_la_calidad_del_agua_en_las_empresas_prestadoras_del_Per%C3%BA_1995__2003..pdf
- Villares, E. (2012). Valoración económica de agua y carbono almacenado en los bofedales de Mechahuasca y Paylacocho en la reserva Chimborazo. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Zegarra, D. (2016). Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendín. Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

Anexo 1. Desviación estándar de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.

Características fisicoquímicas	Zona de muestreo (sistema lótico)					Kruskal
	A1	B1	C1	C2	C3	Wallis
	Desviación estándar					K-W
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	43,4	24,4	19,8	26,1	34,3	NS
Cloruros (mg Cl/L)	5,7	34,6	24,0	17,8	36,2	NS
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	29,1	38,5	53,8	59,6	64,5	NS
Dureza cálcica (mg/L Ca)	21,4	18,6	16,3	17,3	33,6	NS
Dureza magnésica (mg/L Mg)	12,0	23,3	42,9	46,5	32,2	NS
pH	0,8	60,6	0,6	0,7	0,7	**
Conductividad eléctrica (μS/cm)	92,6	82,3	72,4	61,9	87,7	NS
Sólidos Disueltos Tot. (mg/L)	51,3	35,2	51,5	30,0	3837,8	NS
Temperatura (°C)	2,9	2,3	2,2	2,6	3,9	NS
Turbidez (NTU)	15,0	15,7	16,7	18,2	15,1	NS
Sulfatos (mg/L)	327,9	291,1	300,5	366,6	550,4	NS
Fosfatos (mg/L PO ₃)	2,5	1,1	1,8	0,8	1,3	NS

Anexo 2. Desviación estándar de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos en el bofedal Guitarrachayocc.

Características fisicoquímicas	Zonas de muestreo (sistema léntico)								Kruskal Wallis K-W	
	LEP1	LEP2	LEP3	LEP4	LEP5	LET1	LET2	LET3		LET4
	Desviación estándar									
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	13,5	22,7	85,9	0,0	0,0	17,0	10,9	10,1	8,1	**
Cloruros (mg Cl/L)	2721,8	13,7	27,3	2711,7	360,6	28,2	3,9	53,1	76,7	**
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	213,3	62,6	203,6	230,7	323,9	38,1	21,0	67,9	28,2	**
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	154,2	20,9	162,0	100,7	213,5	18,5	5,1	50,3	50,2	**
Dureza magnésica (mg/LMg)	62,3	43,6	83,0	223,9	142,3	25,7	16,0	26,7	85,7	**
pH	0,9	0,8	0,9	0,2	0,2	0,3	0,2	0,7	0,4	**
Conductividad eléctrica (µS/cm)	35,2	111,0	40,7	206,5	259,4	71,2	7,0	60,4	11,5	**
Sólidos Disueltos Tot. (mg/L)	13,3	56,8	72,4	103,2	71,6	36,0	14,1	33,9	5,8	**
Temperatura (°C)	1,7	2,8	3,0	3,1	2,2	1,9	1,8	3,6	0,8	*
Turbidez (NTU)	15,5	15,2	20,1	11,6	13,3	16,1	12,6	13,5	16,9	*
Sulfatos (mg/L)	320,0	231,9	847,8	569,1	200,1	58,1	25,7	12,7	15,2	**
Fosfatos (mg/L PO ₃)	1,0	1,6	1,9	1,7	0,9	2,4	2,2	1,9	11,9	NS

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal/*

Anexo 3. Prueba de Kruskal Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.

Tipo	Variable	Zona muestreo	N	Medias	H	P
Lótico	Alcalinidad	A1	11	66,55	6,03	0,1929
		B1		53,27		
		C1		50,91		
		C2		53,27		
		C3		48,18		
	Cloruro	A1	11	14,68	3,44	0,4853
		B1		24,14		
		C1		17,91		
		C2		16,86		
		C3		21,05		
	Dureza Total	A1	11	76,91	1,34	0,8546
		B1		79,45		
		C1		87,82		
		C2		98,73		
		C3		88,18		
	Dureza cálcica	A1	11	48,36	3,07	0,5441
B1		47,82				
C1		49,82				
C2		57,00				
C3		58,00				
Dureza magnesía	A1	11	28,55	1,00	0,9090	
	B1		31,64			
	C1		38,00			
	C2		41,73			
	C3		30,18			
pH	A1	11	7,58	23,27	0,0001	
	B1		6,13			
	C1		6,62			
	C2		6,95			
	C3		6,05			
Conductividad eléctrica	A1	11	157,27	0,28	0,9909	
	B1		140,91			
	C1		143,64			
	C2		138,64			
	C3		155,45			
STD	A1	11	84,55	0,79	0,9382	
	B1		67,27			
	C1		80,91			
	C2		6555			
	C3		1229,09			
Temperatura	A1	11	7,61	7,01	0,1351	
	B1		7,55			
	C1		8,82			
	C2		8,80			
	C3		9,47			
Turbiedad	A1	10	20,07	0,41	0,9820	
	B1		18,82			
	C1		19,35			
	C2		23,28			
	C3		20,84			
Fosfatos	A1	10	2,16	2,66	0,6136	
	B1		1,50			
	C1		2,31			
	C2		2,40			
	C3		2,29			
Sulfatos	A1	10	515,45	1,66	0,7984	
	B1		463,35			
	C1		482,20			
	C2		522,42			
	C3		740,61			

Anexo 4. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de pH de sus aguas en los sistemas lóticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
B1	17,18	A		
C3	17,55	A		
C1	26,50	A	B	
C2	34,14		B	C
A1	44,64			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo

B1: Estación en la segunda cabecera del riachuelo

C1: Estación de la unión de los dos primeros

C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos

C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos

Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis de las características fisicoquímicas de las aguas superficiales de los sistemas lénticos en el bofedal Guitarrachayocc.

Tipo	Variable	Zona muestreo	N	Medias	H	P
Lentico,	Alcalinidad	LEP1		37,82	57,97	0,0001
		LEP2		36,00		
		LEP3	11	111,45		
		LEP4		0,00		
		LEP5		0,00		
		LET1	6	52,00		
		LET2	5	47,60		
		LET3	7	34,00		
		LET4	3	40,67		
	Cloruro	LEP1		843,50	50,56	0,0001
		LEP2		22,77		
		LEP3	11	36,00		
		LEP4		3944,55		
		LEP5		3721,82		
		LET1	6	30,00		
		LET2	5	11,30		
		LET3	7	79,79		
		LET4	3	117,33		
	Dureza Total	LEP1		142,36	42,55	0,0001
		LEP2		80,00		
LEP3		11	345,82			
LEP4			526,36			
LEP5			571,09			
LET1		6	96,00			
LET2		5	90,40			
LET3		7	93,43			
	LET4	3	158,0			
Dureza cálcica	LEP1		106,36	43,09	0,0001	
	LEP2		36,91			
	LEP3	11	236,18			
	LEP4		341,09			
	LEP5		368,00			
	LET1	6	53,67			
	LET2	5	42,00			
	LET3	7	60,86			
	LET4	3	65,33			
Dureza magnesina	LEP1		36,00	29,28	0,0003	
	LEP2		43,09			
	LEP3	11	109,64			
	LEP4		185,27			
	LEP5		203,09			
	LET1	6	42,33			
	LET2	5	48,40			
	LET3	7	32,57			
	LET4	3	92,67			
pH	LEP1		6,31	52,06	0,0001	
	LEP2		6,35			
	LEP3	11	6,75			
	LEP4		3,10			
	LEP5		3,01			
	LET1	6	6,32			
	LET2	5	6,12			
	LET3	7	5,67			
	LET4	3	5,33			
	LEP1	11	81,82	58,46	0,0001	

Conductividad eléctrica	LEP2		141,82		
	LEP3		610,00		
	LEP4		956,36		
	LEP5		1149,09		
	LET1	6	136,67		
	LET2	5	106,00		
	LET3	7	81,43		
	LET4	3	43,33		
STD	LEP1		38,18		
	LEP2		74,55		
	LEP3	11	308,18		
	LEP4		477,27		
	LEP5		544,55	58,77	0,0001
	LET1	6	71,67		
	LET2	5	50,00		
	LET3	7	51,43		
Temperatura	LEP1		8,63		
	LEP2		9,97		
	LEP3	11	11,07		
	LEP4		11,87		
	LEP5		10,56	23,22	0,0031
	LET1	6	8,32		
	LET2	5	7,38		
	LET3	7	8,19		
Turbiedad	LEP1		27,72		
	LEP2		18,22		
	LEP3	10	31,00		
	LEP4		11,88		
	LEP5		11,71	25,89	0,0011
	LET1	6	37,32		
	LET2	5	29,86		
	LET3	7	26,17		
Fosfatos	LEP1		1,02		
	LEP2		1,25		
	LEP3	10	2,51		
	LEP4		1,84		
	LEP5		1,16	12,96	0,1066
	LET1	6	3,25		
	LET2	5	3,26		
	LET3	7	2,79		
Sulfatos	LEP1		156,46		
	LEP2		502,96		
	LEP3	10	1378,31		
	LEP4		1241,10		
	LEP5		1109,53	50,14	0,0001
	LET1	6	613,25		
	LET2	5	36,2		
	LET3	7	15,43		
LET4	3	17,6			

LEP1: Primera estación léntico permanente
LEP2: Segunda estación léntico permanente
LEP3: Tercera estación léntico permanente
LEP4: Cuarta estación léntico permanente
LEP5: Quinta estación léntico permanente
LET1: Primera estación léntico temporal
LET2: Segunda estación léntico temporal
LET3: Tercera estación léntico temporal
LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 6. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de alcalinidad de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples	
LEP5	11,50	A	
LEP4	11,50	A	
LEP2	39,00		B
LET3	39,21		B
LEP1	43,86		B
LET4	49,33	B	C
LET2	55,20	B	C
LET1	56,42	B	C
LEP3	65,86		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 7. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de cloruros de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LET2	12,20	A		
LET1	23,50	A	B	
LEP2	24,82	A	B	
LEP3	27,36	A	B	
LEP1	27,73	A	B	
LET3	40,86		B	
LET4	46,33		B	C
LEP5	64,32			C
LEP4	64,77			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 8. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza total de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LEP2	20,32	A		
LEP1	22,59	A		
LET3	23,57	A		
LET2	29,40	A	B	
LET1	29,83	A	B	
LET4	35,33	A	B	C
LEP3	46,91		B	C
LEP4	60,59			C
LEP5	61,32			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 9. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza cálcica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LEP2	17,45	A	.	.
LET2	23,3	A	.	.
LET3	26,43	A	.	.
LEP1	27,59	A	.	.
LET4	28,83	A	B	.
LET1	30,00	A	B	.
LEP3	47,55	.	B	C
LEP5	59,95	.	.	C
LEP4	61,82	.	.	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 10. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de dureza magnésica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LEP1	20,14	A	.	.
LET3	24,21	A	.	.
LEP2	27,50	A	.	.
LET1	30,75	A	B	.
LET2	36,10	A	B	C
LET4	43,33	A	B	C
LEP3	46,18	.	B	C
LEP4	54,36	.	.	C
LEP5	57,41	.	.	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente

LEP2: Segunda estación léntico permanente

LEP3: Tercera estación léntico permanente

LEP4: Cuarta estación léntico permanente

LEP5: Quinta estación léntico permanente

LET1: Primera estación léntico temporal

LET2: Segunda estación léntico temporal

LET3: Tercera estación léntico temporal

LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 11. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de pH de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples	
LEP5	9,91	A	.
LEP4	13,09	A	-
LET4	30,00	A	B
LET3	39,00	.	B
LET2	47,60	.	B
LEP1	50,36	.	B
LEP2	51,50	.	B
LET1	53,33	.	B
LEP3	57,41	.	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 12. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de conductividad eléctrica de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LET4	6,83	A		
LET3	17,21	A		
LEP1	19,77	A		
LEP2	26,59	A		
LET2	27,00	A	B	
LET1	30,58	A	B	
LEP3	50,00		B	C
LEP4	61,00			C
LEP5	66,86			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 13. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de sólidos disueltos totales de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LET4	6,33	A	-	-
LEP1	16,77	A	-	-
LET3	21,50	A	-	-
LET2	24,80	A	-	-
LEP2	27,41	A	-	-
LET1	31,50	A	B	-
LEP3	50,50	-	B	C
LEP4	60,95	-	-	C
LEP5	66,50	-	-	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 14. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de temperatura de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LET2	18,10	A	-	-
LET3	19,86	A	-	-
LET1	27,00	A	B	-
LEP1	28,59	A	B	-
LEP2	39,86	A	B	C
LET4	42,67	A	B	C
LEP5	46,32	-	B	C
LEP3	49,14	-	-	C
LEP4	54,86	-	-	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 15. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de turbiedad de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LEP5	18,80	A	-	-
LEP4	20,35	A	-	-
LEP2	27,40	A	B	
LEP1	42,35	-	B	C
LET3	42,64	-	B	C
LEP3	45,15	-	B	C
LET2	47,80	-	B	C
LET4	52,50	-	B	C
LET1	53,42	-	-	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 16. Comparación múltiple de las estaciones de monitoreo según los valores de sulfatos de sus aguas en los sistemas lénticos, bofedal Guitarrachayocc, Ayacucho 2018.

Puntos de muestreos	Rangos	Comparaciones Múltiples		
LET3	11,64	A	-	-
LET4	12,50	A	B	-
LET2	17,40	A	B	-
LEP1	18,75	A	B	-
LEP2	31,35	A	B	-
LET1	34,50	-	B	C
LEP3	52,40	-	-	C
LEP5	55,40	-	-	-
LEP4	56,40	-	-	-

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LEP1: Primera estación léntico permanente
 LEP2: Segunda estación léntico permanente
 LEP3: Tercera estación léntico permanente
 LEP4: Cuarta estación léntico permanente
 LEP5: Quinta estación léntico permanente
 LET1: Primera estación léntico temporal
 LET2: Segunda estación léntico temporal
 LET3: Tercera estación léntico temporal
 LET4: Cuarta estación léntico temporal

Anexo 17. Proporciones de varianza del análisis de componentes principales de las aguas superficiales de los sistemas lénticos y lóticos en el bofedal Guitarrachayocc.

Sistemas	Componentes principales	Porcentajes	Porcentajes acumulada
Lenticos	C1	72,70%	14,60%
	C2	72,70%	86,30%
Loticos	C1	42,10%	42,10%
	C2	30,20%	72,30%

Anexo 18. Correlaciones entre las variables y los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de los sistemas lénticos y lóticos del bofedal Guitarrachayocc.

Variables	Componente			
	Sistemas Lénticos		Sistemas lóticos	
	C1	C2	C1	C2
Alcalinidad total (mg/L CaCO ₃)	-0,17	0,63	-0,38	0,19
Cloruros (mg Cl/L)	0,32	-0,19	0,12	-0,47
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	0,33	0,12	0,41	0,12
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	0,33	0,14	0,40	0,17
Dureza magnésica (mg/LMg)	0,32	0,06	0,28	0,03
pH	-0,30	0,28	-0,28	0,34
Conductividad eléctrica (μS/cm)	0,33	0,13	-0,23	0,32
Sólidos Disueltos Tot. (mg/L)	0,33	0,15	-0,25	0,30
Temperatura (°C)	0,2	0,23	0,32	0,19
Turbidez (NTU)	-0,27	0,27	0,27	0,27
Sulfatos (mg/L)	0,26	0,43	0,25	0,21
Fosfatos (mg/L PO ₃)	-0,16	0,32	0,12	0,50

A1: Estación en la primera cabecera del riachuelo

B1; Estación en la segunda cabecera del riachuelo

C1: Estación de la unión de los dos primeros

C2: Estación media de la unión de los dos riachuelos

C3: Estación baja de la unión de los dos riachuelos

Anexo 19. Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Categoría 3: sub categoría D1: riego de vegetales y D2: bebida de animales.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3

Anexo 20. Estándares de Calidad Ambiental para Aguas Categoría 4: Conservación de ambiente acuático, sub categoría E1.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	\geq 5	\geq 5	\geq 5	\geq 4	\geq 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	\leq 25	\leq 100	\leq 400	\leq 100	\leq 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2

Anexo 21. Vista panorámica de ambientes léntico permanentes con el equipo de investigación del bofedal Guitarrachayocc, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2018 -2019.



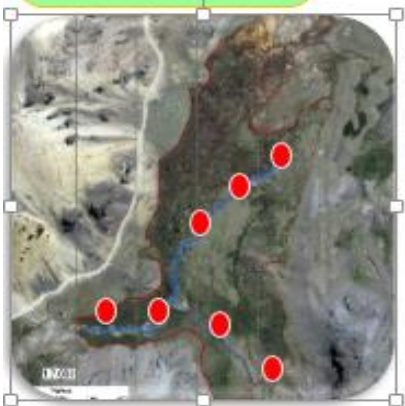
Anexo 22. Filtrado de muestra de agua del bofedal Guitarrachayocc, distrito Paras, provincia Cangallo, departamento Ayacucho 2018 - 2019.



Anexo 23. Proceso de análisis fisicoquímica. de muestras en el laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica.

Fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019

En gabinete
(reconocimiento del área de estudio)



En campo
(Tomar las muestras respectivas de agua)



Separamos las muestras tomadas



Con una probeta separamos 50 ml en cada frasco



Agregamos a cada muestra los reactivos necesarios para realizar la lectura de los parámetros físicos y químicos



1

Realizamos la titulación respectiva para cada muestra recolectada



2

Seguidamente anotamos los gastos al notar inmediatamente los cambios de contraste.

Anexo 24. Matriz de consistencia.

Título: “Fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayoc, distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019.”

Autora: PAREDES GOMEZ, Jackeline Janeth

Asesor: Dr. CARRASCO BADAJOZ, Carlos Emilio

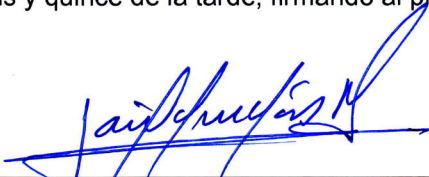
PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuáles son las características fisicoquímicas de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, del distrito de Paras?</p> <p>¿Provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de octubre del 2018 a julio del 2019?</p>	<p>Objetivos General Evaluar las características fisicoquímicas de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, del distrito de Paras. Provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho durante los meses de octubre del 2018 a julio del 2019.</p> <p>Objetivos Específicos - Estimar las características físicas del agua superficial del bofedal (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH) durante los meses de octubre del 2018 a julio del 2019. - Determinar las características químicas del agua superficial (dureza total, dureza cálcica, cloruros, alcalinidad) durante los meses de octubre del 2018 a julio del 2019.</p>	<p>La calidad fisicoquímica de los cuerpos de agua superficial de los bofedales determina la estructura y funcionalidad de estos ecosistemas, por ello requiere estudios, para ello se plantea el presente proyecto que contiene: Antecedentes Marco conceptual Fundamento teórico calidad del agua Calidad físico-químico del agua Parámetros físicos Parámetros químicos marco legal</p>	<p>Las características fisicoquímicas de las aguas superficiales del bofedal Guitarrachayoc, del distrito de Paras. Provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho, presentan variaciones significativas durante los meses de muestreo que abarca desde el mes de octubre del 2018 a julio del 2019.</p>	<p>VARIABLES. Variables e indicadores a. Variable Características fisicoquímicas del agua. Superficial del bofedal</p> <p>b. Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductividad eléctrica (µmhos/cm) • pH • Dureza total(mg/L) • Dureza cálcica(mg/L) • Alcalinidad (mg/L) • Temperatura (°C) • Solidos Disueltos Totales () • Oxígeno disuelto (ppm) 	<p>NIVEL INVESTIGACIÓN Básica NIVEL DE ESTUDIO Descriptiva comparativa MÉTODO: -Estadístico DISEÑO: - Descriptiva RÉGIMEN Libre MUESTREO Aleatorio, sistematizado TÉCNICAS Observación Determinación INSTRUMENTOS Multiparámetro Población: Aguas superficiales del bofedal Muestra: Se 136 muestras de agua (750 ml) colectados de ambientes lénticos y lóticos del bofedal</p> <p>Análisis estadístico Estadística descriptiva de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar) Estadística inferencial (paramétrica o no paramétrica) para comparar la calidad fisicoquímica según meses</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Jackeline Janeth PAREDES GÓMEZ
R.D. N° 048-2023-UNSCH-FCB-D


En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veinticuatro de febrero del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTINEZ (Presidente), Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI (Miembro Jurado), Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro Asesor), Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE (Miembro 4to Jurado); actuando como secretario docente (e) el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: "**Característica fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, distrito de Paras. Cangallo - Ayacucho 2018 - 2019**"; presentado por el Bach. **Jackeline Janeth PAREDES GÓMEZ**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente (e) dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones, cuyos resultados son los que se consignan a continuación.

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR	EXPOSICIÓN	RESPUESTA A PREGUNTAS	PROMEDIO
Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTINEZ	15	13	14
Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI	14	14	14
Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE	14	14	14
		Promedio final	14

El sustentante alcanzó el promedio de 14 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que, de este modo, se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis y quince de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.



Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTINEZ
Presidente




Mg. Walter Wilfredo OCHOA YUPANQUI
Miembro - Jurado



Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ
Miembro - Asesor



Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE
Miembro - 4to Jurado



Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR
Secretario - Docente (e)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

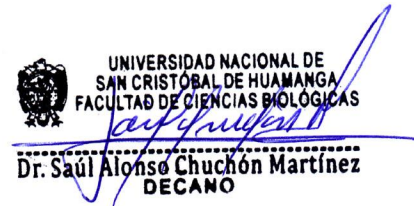
DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 13-
2023-FCB-D

Yo, SAÚL ALONSO CHUCHÓN MARTÍNEZ, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **“Característica fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, Distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 – 2019”** presentado por la Bach. JACKELINE JANETH PAREDES GÓMEZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 16%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

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

Ayacucho, 26 de junio de 2023.


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

Característica fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, Distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019

por Jackeline Janeth Paredes Gómez

Fecha de entrega: 26-jun-2023 06:14a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2122913880

Nombre del archivo: PAREDES-GOMEZ-Jakeline_-pregrado_Tesis-2023_-_TURNITIN.docx (1.55M)

Total de palabras: 6345

Total de caracteres: 34480

Característica fisicoquímica de las aguas superficiales del bofedal alto andino Guitarrachayocc, Distrito de Paras. Cangallo – Ayacucho. 2018 - 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	1%
5	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo