



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO**

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE INDICADORES  
FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE  
PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO TÉCNICO PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ECOTURISMO**

**MESIAS DAVID CASTILLO LEMA**

**Riobamba – Ecuador**  
**201**

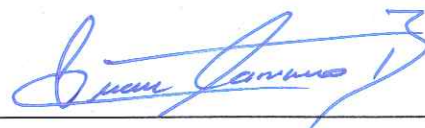
**©2019, Mesías David Castillo Lema**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO****FACULTAD DE RECURSOS NATURALES****ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO**

El Tribunal del Trabajo de Titulación, certifica que: la memoria de Tesis titulada “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO”, de responsabilidad del señor egresado Mesías David Castillo Lema, ha sido prolijamente revisada por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada la presentación y defensa.

**JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



**ANA CAROLA FLORES MANCHENO**  
**ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



Yo, Mesías David Castillo Lema soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis elaborados en su totalidad con fines académicos y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



**Mesías David Castillo Lema**



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mesías David Castillo Lema, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, octubre del 2019.



**Mesías David Castillo Lema**

Cédula de ciudadanía: 060487876-9

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a todos quienes han sido un apoyo y un motivo de superación en todas las etapas de mi vida estudiantil, principalmente a mi padre que estuvo al inicio de mi carrera universitaria y no pudo ver la culminación de la misma. Asimismo este trabajo de investigación va dedicado a quienes luchan cada día por conservar los recursos de nuestra madre Tierra como también a quienes a través de sus investigaciones aportan soluciones a los problemas ambientales de nuestro planeta.

## AGRADECIMIENTO

A Dios que lo ha sido todo y me ha dado todo; a mi familia especialmente a mis padres Gladys Lema y Mesías Castillo (+) que me han guiado y educado con confianza y se han esforzado siempre por darme lo mejor; a mis amigos, compañeros y profesores, mención especial a mi profesora de primaria Srta. Rosa Ramírez Garrido, quien me vio crecer, me copó de conocimientos y siempre creyó en mí; a la ESPOCH por toda la formación académica que he recibido, principalmente a quienes guiaron este trabajo con mucha paciencia y profesionalismo: mi tutor Ing. Juan Carlos Carrasco y mi asesora Ing. Carola Flores; así mismo infinitas gracias a los investigadores Fernando Cobo, Sandra Barca y Rufino Vieira de la Estación de Hidrobiología "Encoro do Con" – EHEC de Santiago de Compostela-España, por la inmensa ayuda y asesoramiento brindado para la realización del presente trabajo.

David Castillo

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>I.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE EL USO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>A.</b>	<b>IMPORTANCIA .....</b>	<b>1</b>
<b>B.</b>	<b>PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>C.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>A.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>5</b>
<b>B.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>6</b>
<b>A.</b>	<b>HIPÓTESIS ALTERNANTE .....</b>	<b>6</b>
<b>B.</b>	<b>HIPÓTESIS NULA.....</b>	<b>6</b>
<b>V.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
<b>A.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>7</b>
1.	Determinación .....	7
2.	Análisis .....	7
3.	Calidad.....	7
4.	Agua .....	7
5.	Parámetros.....	8
6.	Indicadores .....	8
7.	Bofedales .....	8
<b>B.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
1.	Calidad de Agua .....	9
2.	Parámetros físico-químicos.....	9
3.	PH.....	10
4.	Temperatura del agua .....	10
5.	Turbidez .....	10
6.	Conducción específica o conductividad eléctrica.....	11
7.	Sólidos Totales Disueltos.....	11
8.	Coliformes fecales .....	11
9.	Dureza.....	12
10.	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO5) .....	12

11.	Demanda química de oxígeno .....	12
12.	Parámetros biológicos.....	12
13.	Macroinvertebrados acuáticos.....	13
14.	Índices de calidad de agua .....	13
<b>VI.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>A.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....</b>	<b>15</b>
1.	Localización .....	15
2.	Ubicación geográfica.....	15
3.	Límites .....	15
4.	Características climáticas.....	15
5.	Clasificación ecológica .....	15
6.	Características del suelo.....	17
7.	Materiales y equipos .....	17
<b>B.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
1.	Inventariar a los macroinvertebrados existentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se realizaron las siguientes actividades: .....	18
2.	Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados existentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. ....	20
3.	Analizar los componentes físicos, químicos de los bofedales de la Reserva. ....	20
4.	Aplicar índices de medición de calidad de agua para evaluar el nivel de sensibilidad de los organismos presentes en los sitios de estudio. ....	25
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>A.</b>	<b>INVENTARIAR LOS MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO.....</b>	<b>29</b>
1.	Caracterización de 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. ....	29
2.	Inventario de abundancia y familias de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales de la RPFCH.....	29
3.	Inventario general de 8 bofedales RPFCH.....	38
<b>B.</b>	<b>DETERMINAR LA COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO .....</b>	<b>43</b>
1.	Descripción de las familias de macroinvertebrados de la RPFCH. ....	43
2.	Análisis de la Estructura Trófica .....	65
<b>C.</b>	<b>ANALIZAR LOS COMPONENTES FÍSICOS, QUÍMICOS DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA. ....</b>	<b>66</b>
1.	Resultados y análisis Físico-Químicos. ....	66
2.	Calidad del Agua por medio del Método ICA .....	95
<b>D.</b>	<b>APLICAR ÍNDICES DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA EVALUAR EL NIVEL DE SENSIBILIDAD DE LOS ORGANISMOS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO.</b>	
	<b>99</b>	
1.	Índices Biológicos .....	99

2.	Comparación de los índices biológicos EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCH. y el índice WQI. ....	109
3.	Comprobación de la Hipótesis. ....	110
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>113</b>
<b>IX.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>X.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>115</b>
<b>XI.</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>116</b>
<b>XII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>117</b>
<b>XIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>133</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI-1: Ubicación geográfica de los bofedales de la RPFCH.....	15
Tabla VI- 2: Clasificación ecológica de la RPFCH .....	16
Tabla VI-3: Caracterización de los bofedales de la RPFCH. ....	18
Tabla VI-4: Grupos Tróficos Funcionales.....	20
Tabla VI-5: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. ....	21
Tabla VI-6: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces. .....	22
Tabla VI-7: Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. ....	23
Tabla VI-8: Criterios de calidad de aguas para uso pecuario. ....	23
Tabla VI-9: Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS .....	24
Tabla VI-10: Categorías del ICA-NFS .....	25
Tabla VI-11: Categorías del Índice EPT .....	25
Tabla VI-12: Categorías del Índice Biótico Andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba). .....	25
Tabla VI-13: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003) y modificado por Roldán (2012)) .....	27
Tabla VI-14: Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003) y modificado por Roldán (2012)).....	27
Tabla VII-15: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Culebrillas AI. ....	30
Tabla VII-16: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI.....	31
Tabla VII-17: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Casa Cóndor BI. ....	32
Tabla VII-18: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Río Blanco AI. ....	33
Tabla VII-19: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Mechahuasca ANI. .....	34
Tabla VII-20: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Cruz del Arenal BNI. .....	36
Tabla VII-21: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Pampas Salasacas BI. ....	37
Tabla VII-22: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Cruz del Arenal ANI. ....	38
Tabla VII-23: Inventario de familias de macroinvertebrados bofedales RPFCH. ....	39
Tabla VII-24: Listado de macroinvertebrados y sus abundancias registrados en los 16 bofedales de la RPFCH. ....	42
Tabla VII-25: Composición trófica de macroinvertebrados de 8 bofedales de la RPFCH.....	65
Tabla VII-26: Composición trófica de los macroinvertebrados de 8 bofedales de la RPFCH. ....	65
Tabla VII-27: Resultados de pH en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	67
Tabla VII-28: Resultados de Temperatura del Agua en los 8 bofedales de la RPFCH.....	68
Tabla VII-29: Resultados de la Temperatura Ambiente en los 8 bofedales de la RPFCH.....	69
Tabla VII-30: Resultados del Amonio en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	71
Tabla VII-31: Resultados del Calcio en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	72
Tabla VII-32: Resultados de Conductividad en los 8 bofedales de la RPFCH.....	73
Tabla VII-33: Resultados del Demanda Bioquímica Biológica DBO5 en los 8 bofedales de la RPFCH.....	74
Tabla VII-34: Resultados de la Demanda Química del Oxígeno en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	76
Tabla VII-35: Resultados de Dureza Total en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	77
Tabla VII-36: Resultados de Fósforo Total en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	79
Tabla VII-37: Resultados de Coliformes Fecales en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	80
Tabla VII-38: Resultados de Turbidez en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	81

Tabla VII-39: Resultados de Magnesio en los 8 bofedales de la RPFCH.....	83
Tabla VII-40: Resultados de Turbidez en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	84
Tabla VII-41: Resultados de Nitritos en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	85
Tabla VII-42: Resultados de Oxígeno Disuelto en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	87
Tabla VII-43: Resultados de Oxígeno Disuelto % en los 8 bofedales de la RPFCH.....	88
Tabla VII-44: Resultados de Sólidos Totales Suspendidos en los 8 bofedales de la RPFCH. ....	89
Tabla VII-45: Resultados de Sulfatos en los 8 bofedales de la RPFCH.....	91
Tabla VII-46: Resultados de los parámetros físicos y químicos en los 8 bofedales de la RPFCH. ...	93
Tabla VII-47: Índice de calidad de agua ICA del Bofedal Río Blanco AI.....	95
Tabla VII-48: Índice de calidad de agua ICA del Pampas Salasacas.....	95
Tabla VII-49: Índice de calidad de agua ICA del Mechahuasca ANI.....	96
Tabla VII-50: Índice de calidad de agua ICA del Cruz del Arenal ANI. ....	96
Tabla VII-51: Índice de calidad de agua ICA del Cruz del Arenal BNI. ....	96
Tabla VII-52: Índice de calidad de agua ICA del Culebrillas AI. ....	97
Tabla VII-53: Índice de calidad de agua ICA del Casa Cóndor BI.....	97
Tabla VII-54: Índice de calidad de agua ICA del Coop. Santa Teresita BNI.....	97
Tabla VII-55: Resultados del Índice de Calidad de agua ICA obtenidos en los Bofedales de la RPFCH. .....	98
Tabla VII-56: Resultado del Índice EPT en los bofedales de la RPFCH. ....	100
Tabla VII-57: Resultado del Índice ABI/Ecu en los bofedales de la RPFCH. ....	102
Tabla VII-58: Resultado del Índice BMWP/Col en los bofedales de la RPFCH.....	104
Tabla VII-59: Puntajes de las familias de macroinvertebrados para el Índice Adaptado para los Bofedales de la RPFCH. ....	106
Tabla VII-60: Rango de calidad de Agua según los valores obtenidos.....	106
Tabla VII-61: Resultado del Índice Adaptado para los Bofedales de la RPFCH. ....	107
Tabla VII-62: Resultados del índice EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCH con el índice WQI. ....	109



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI-1. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para familias de ríos alto andinos del Ecuador. ....	26
Figura VII-2: Distribución geográfica de los bofedales de estudio en el territorio de la RPFCH. ...	29
Figura VII-3: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Culebrillas AI .....	30
Figura VII-4: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI.....	31
Figura VII-5: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Casa Cóndor BI. ....	32
Figura VII-6: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Río Blanco AI.....	34
Figura VII-7: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Mechahuasca ANI.....	35
Figura VII-8: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Cruz del Arenal BNI. ....	36
Figura VII-9: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Pampas Salasacas BI.....	37
Figura VII-10: Relación riqueza y abundancia en el bofedal Cruz del Arenal ANI. ....	38
Figura VII-11: Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	43
Figura VII-12: Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	43
Figura VII-13: Estructura trófica de los 8 Bofedales de la RPFCH.....	66
Figura VII-14: Resultados del pH en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	67
Figura VII-15: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para pH en las zonas de estudio. ....	67
Figura VII-16: Resultados de la Temperatura del Agua en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	68
Figura VII-17: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para temperatura del agua en las zonas de estudio. ....	69
Figura VII-18. Resultados de la Temperatura Ambiente en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	70
Figura VII-19: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para temperatura ambiente en las zonas de estudio. ....	70
Figura VII-20: Resultado del Amonio en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	71
Figura VII-21: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para amonio en las zonas de estudio. ....	71
Figura VII-22: Resultado del Calcio en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	72
Figura VII-23: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para calcio en las zonas de estudio. ....	73
Figura VII-24: Resultado de la Conductividad en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	73
Figura VII-25. Dendrograma de similitud de Bray Curtis para conductividad en las zonas de estudio. ....	74
Figura VII-26: Resultado de la DBO5 en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	75
Figura VI-27: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 en las zonas de estudio.....	75
Figura VII-28: Resultados de la DQO en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	76
Figura VII-29: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Demanda Química de Oxígeno en las zonas de estudio.....	77
Figura VII-30: Resultado de la Dureza Total en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	78
Figura VII-31: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para dureza total en las zonas de estudio. ....	78
Figura VII-32: Resultado del Fósforo Total en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	79
Figura VII-33: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para fósforo total en las zonas de estudio. ....	79
Figura VII-34: Resultado de Coliformes Fecales en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	80
Figura VII-35: Dendrograma de Similitud de Bray Curtis para Coliformes Fecales en las zonas de estudio. ....	81
Figura VII-36: Resultado de Turbidez en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	82
Figura VII-37: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para turbidez en las zonas de estudio....	82
Figura VII-38: Resultado de Magnesio en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	83
Figura VII-39: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para magnesio en las zonas de estudio. ....	84
Figura VII-40: Resultado de Nitratos en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	84

Figura VII-41: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para nitratos en las zonas de estudio.....	85
Figura VII-42: Resultado de Nitritos en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	86
Figura VII-43: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para nitritos en las zonas de estudio. ....	86
Figura VII-44: Resultado de Oxígeno Disuelto en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	87
Figura VII-45: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Oxígeno disuelto en las zonas de estudio. ....	88
Figura VII-46: Resultado de Oxígeno Disuelto % en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	88
Figura VII-47: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Oxígeno disuelto en porcentaje en las zonas de estudio. ....	89
Figura VII-48: Resultado de Sólidos Totales Suspendedos en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	90
Figura VII-49: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Sólidos Totales Suspendedos en las zonas de estudio. ....	90
Figura VII-50: Resultado de Sulfatos en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	91
Figura VII-51: Dendrograma de similitud de Bray Curtis para sulfatos en las zonas de estudio. ....	92
Figura VII-52: Resultado de los parámetros Físicos-químicos en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	94
Figura VII-53: Índice de Calidad de Agua (ICA) en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	98
Figura VII-54: Dendrograma de similitud del Índice de Calidad de Agua (ICA) en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	99
Figura VII-55: Resultados Índice EPT en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	101
Figura VII-56: Dendrograma de similitud del Índice EPT en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	101
Figura VII-57: Resultados Índice ABI en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	103
Figura VII-58: Dendrograma de similitud Índice ABI en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	103
Figura VII-59: Resultados Índice BMWP/Col en los 8 Bofedales de la RPFCH.....	105
Figura VII-60: Dendrograma de similitud del Índice BMWP/Col en los 8 Bofedales de la RPFCH. ....	105
Figura VII-61: Resultados del Índice Adaptado a los Bofedales de la RPFCH. ....	108
Figura VII-62: Dendrograma de similitud del Índice Adaptado a los Bofedales de la RPFCH. ....	108
Figura VII-63: Dendrograma de similitud Bray Curtis de los Índices aplicados a los Bofedales de la RPFCH. ....	110

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AI</b>	Alto Intervenido
<b>ABI</b>	Andean Biotic Index
<b>ANI</b>	Alto No Intervenido
<b>BI</b>	Bajo Intervenido
<b>BMWP/Col</b>	Biological Monitoring Working Party, de Colombia
<b>BNI</b>	Bajo No Intervenido
<b>CA</b>	Calcio
<b>CF</b>	Coliformes Fecales
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CR</b>	Colectores-Recolectores
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>DT</b>	Dureza Total
<b>EPT</b>	Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera
<b>ESPOCH</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>F</b>	Fragmentador
<b>IA</b>	Índice Adaptado
<b>ICA</b>	Índice de Calidad de Agua
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos
<b>MAE</b>	Ministerio del Ambiente de Ecuador
<b>Mg</b>	Magnesio
<b>NFS</b>	National Sanitation Foundation
<b>OD</b>	Oxígeno Disuelto
<b>OMS</b>	Organización Mundial de Salud
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>PT</b>	Fósforo Total
<b>PH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>R</b>	Raspador
<b>RPFCH</b>	Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo
<b>SENAGUA</b>	Secretaría Nacional del Agua
<b>SNAP</b>	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
<b>TDS</b>	Sólidos Disueltos Totales
<b>TU</b>	Turbidez
<b>TULSMA</b>	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente
<b>°C</b>	Grados centígrados

# **I. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE EL USO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

### **A. IMPORTANCIA**

El agua es un elemento fundamental e insustituible, para la vida (Del Valle, 2017), sin embargo, es un recurso finito que por lo tal en los últimos años se ha convertido en uno de los más grandes problemas de la humanidad (Fernández, 2012). Los vertidos incontrolados de las aguas residuales, la expansión e intensificación de la frontera agrícola, la minería, la destrucción de zonas pantanosas etc. han deteriorado las condiciones biológicas y fisicoquímicas del agua (Fernández, 2014); (Forero & Reinoso, 2013). La gran culpa indudablemente recae sobre el ser humano que por el desconocimiento de los posibles efectos de un mal aprovechamiento del recurso y principalmente por la insaciable y descontrolada búsqueda de los tesoros más íntimos que posee el planeta Tierra (Robledol, Vanegas, & García, 2014); (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2017), han obviado el inminente cuidado y conservación de los múltiples beneficios que brinda la madre naturaleza que todo lo soporta y lo sufre.

El 71% de la superficie del planeta Tierra está cubierta de agua. Los océanos ostentan el 97,5 % y únicamente un 2,5% es agua dulce distribuida en los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares con el 80%, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente posee sólo el 1% de la cual el 0.2% flota en la atmósfera y el 0,75% (8 millones de km<sup>3</sup>) se encuentra principalmente en lagos y humedales (Baque *et al.*, 2016); (Fernández, 2014). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU):

Debido al escaso porcentaje de agua accesible, se estima que en los próximos años, la insuficiencia de este líquido afectará a casi el 48% de la población mundial, es decir, al menos 3.5 mil millones de personas sufrirán por problemas de agua; en este contexto, el dilema por conseguir el vital líquido amenaza al mundo entero con conflictos y guerras (Nieto, 2011, pp. 157-176).

Los ecosistemas dulceacuícolas son considerados uno de los recursos naturales renovables más importantes para la vida, ya que son imprescindibles para la subsistencia y desarrollo de los pueblos tanto a nivel socioeconómico como en términos de servicios ecosistémicos (Rodríguez, Ríos, Espinosa, Cedeño, & Jiménez, 2016); (Quiroz, Izquierdo, & Menéndez, 2017). Además, éstos ecosistemas se destacan por contener una gran biodiversidad, especialmente de invertebrados, plantas y algas (Meza, Rubio, Dias, & Walteros, 2012). A pesar de su gran importancia, alrededor del mundo los lagos, ríos, canales y otros cuerpos de agua son contaminados química y biológicamente (Arango Á., 2013); (Gastañaga, 2018) por actividades agropecuarias, vertidos de aguas servidas y en mayor medida, por los desechos de los tratamientos industriales (Amado, Pérez, Ramírez, & Alarcón, 2016).

Frente a esta problemática, se presenta como primordial en nuestra sociedad, el manejo y la conservación del agua, que es motivo de gran preocupación para la sostenibilidad del Planeta (Ochoa, 2015) en cuanto a la protección de cuencas hidrográficas, la seguridad alimentaria, el equilibrio de los procesos ecológicos y el desarrollo de la vida en general (Varea, 2004). En consecuencia, como primer punto hacia la búsqueda de esa sostenibilidad, se deben realizar diagnósticos en los cuerpos

de agua, y así, posteriormente formular las alternativas endógenas que tiendan a corregir los problemas en aquellas que presenten contaminación y/o prevenir los mismos (Yumbo *et al.*, 2018).

Una de las actividades más significativas para la gestión, manejo y conservación del recurso hídrico es el monitoreo periódico de los cuerpos de agua ya que permite la detección temprana de los cambios en su diversidad biológica y por ende su calidad (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014). Debido a esto a lo largo de los años se ha venido realizando análisis y evaluaciones de los ecosistemas acuáticos a través de parámetros físicoquímicos y microbiológicos (Samboni *et al.*, 2017) por un lado; y por el otro, mediante componentes biológicos donde se usan macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad y biodiversidad acuática (Lucas, 2014); (Vásquez & Medina, 2015).

Los bofedales son una especie particular de humedales tipo turberas que se localizan principalmente en los cinturones alpinos y subalpinos a altitudes entre 3200 y 5000 m.s.n.m. (Meza & Díaz, 2014), sus fuentes están dadas en las aguas subterráneas frescas y ligeramente salinas que se originan en los arroyos de los glaciares, el deshielo y la lluvia (Squeo, Warner, Aravena, & Espinoza, 2006). La importancia de los bofedales a más de ser útil para almacenar carbono orgánico y regular las emisiones de CO<sub>2</sub> (Herrera *et al.*, 2015), radica en la alta capacidad de absorción de agua hasta la saturación, estos retienen agua durante la temporada lluviosa, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca; aportan agua a los acuíferos; surten agua a riachuelos; y al mismo tiempo mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora (Gil, 2011), a partir de esto grupos humanos se benefician social, económica y culturalmente, además, permite la presencia de una gran diversidad biológica tanto a nivel de riqueza específica como de endemismo (Herrera *et al.*, 2015).

Los páramos son ecosistemas frágiles dominados por una vegetación herbácea y arbustiva (Lozano, Armas, Machado, 2016), estos se definen como ecotonos entre la línea de bosque y la línea de nieve que se encuentran ubicados en zonas húmedas y de gran nubosidad, con precipitaciones anuales superiores a los 1000 mm y hasta 3000 mm (Fiallos, Herrera, & Velázquez, 2015). Están distribuidos en todas las montañas tropicales, pero en Sudamérica este ecosistema está mejor representado, formando parches discontinuos de vegetación en altitudes que oscilan entre 3000 y 5000 m.s.n.m. (Sabogal & Quinteros, 2013). La importancia de su conservación radica, además del valor intrínseco de su biodiversidad, en que son la fuente del agua que recibe una gran parte de las poblaciones rurales y urbanas del occidente de Venezuela, de Colombia y de Ecuador, son un reservorio de carbono y de materia orgánica, y ofrecen un espacio para el desarrollo de la vida de numerosas comunidades campesinas e indígenas depositarias de una rica herencia cultural (Moncada, León, & Calderón, 2009).

Ecuador posee una población estimada de 17,2 millones de habitantes (INEC, 2019). La Cordillera de los Andes, divide en tres zonas geográficas al territorio continental: la Costa y la Sierra presentan la mayor población en aproximadamente partes iguales mientras que el Oriente solo posee el 5%, sin embargo, en esta última se concentra el 88 % del abastecimiento de agua disponible de la nación (SENAGUA, 2012); (Yumbo *et al.*, 2018). En cuanto a la extensión, Ecuador tiene 256 370 km<sup>2</sup> donde los páramos ocupan aproximadamente el 6% del territorio nacional con 1'337.119 ha., distribuidos en comunidades indígenas (40%), áreas protegidas (40%), y haciendas (20%), donde viven unas 500.000 personas (Lozano *et al.*, 2016). La provincia de Chimborazo, tiene una extensión de 648.124 ha. y posee más de 236.000 ha. de ecosistema de páramo, es decir, el 36,9% de la superficie de la provincia (Caranqui *et al.*, 2016).

Al ser Ecuador rico en biodiversidad, se ha dado gran importancia a la conservación de sus recursos naturales, razón por la cual se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), en el año de 1959 (Columba, 2013), actualmente el territorio protegido representa al 20% de la superficie ecuatoriana (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2018).

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es parte de las 56 áreas que conforman el SNAP, fue creada el 2 de octubre de 1987 con acuerdo Ministerial No. 437, y presenta una extensión de 58569 ha., localizada en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015). Presenta un clima frío andino con temperaturas que van desde -4.80 C hasta los 11.40 C; su altitud varía desde los 3650 a 6268 m.s.n.m.; registra una precipitación de 809 mm en las zonas poco lluviosas y 1300 mm en las zonas más húmedas, y sus objetos de conservación son los páramos, sistemas hídricos y humedales, bosques y arbustales siempre verdes, sitios arqueológicos y precautelar y desarrollar el hábitat de camélidos nativos de los Andes (Caranqui *et al.*, 2016).

El presente trabajo se desarrolló bajo la línea de investigación; Gestión del turismo sustentable, y bajo la sub línea; Ambiente, Biodiversidad y Recursos naturales para el turismo sustentable de la Carrera de Ingeniería en Ecoturismo, con el fin de determinar la calidad del agua de los bofedales de la RPFCH. De esta forma se pretende primordialmente ayudar al desarrollo socio ambiental de las comunidades aledañas generando oportunidades de desarrollo sostenible para la gente del sector.

## **B. PROBLEMA**

Los páramos están amenazados por el esparcimiento de la agricultura, la ganadería y la deforestación; actividades en expansión debido a la necesidad de producir alimentos e ingresos para una población marginada y en constante aumento (Moncada, León, & Calderón, 2009).

En esta provincia, las áreas intervenidas, tanto para agricultura como ganadería intensiva y extensiva, representan más del 74% frente a apenas 18% de ecosistemas en estado natural. Esta situación no es ajena a la realidad del territorio de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo donde sus poblados han dado rienda suelta al sobrepastoreo de ganado vacuno y ovino; al avance desmedido de la frontera agrícola y tal vez por ignorancia, a la contaminación de las fuentes de agua con productos químicos, tóxicos y aguas residuales a los bofedales (Lozano *et al.*, 2016).

La poca importancia y el desconocimiento de las personas de la localidad, sobre la calidad del agua de los bofedales que consumen y suministran para las labores agropecuarias, ha denotado un profundo interés en los investigadores sobre las características físicas y químicas del agua que contienen dichos lugares (Garrido, 2016); (Lozano, 2017).

## **C. JUSTIFICACIÓN**

La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 411 del capítulo segundo del Régimen del Buen Vivir expresa:

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua (Asamblea Constituyente, 2008, p. 182).

A pesar de lo mencionado anteriormente en Ecuador se ha dado poca importancia a la contaminación de ríos, lagos, lagunas (Carrera & Karol, s.f.) y a la biodiversidad que poseen estos ecosistemas acuáticos, esto ha hecho que en nuestro país y específicamente en la provincia de Chimborazo existan muy pocos estudios sobre la calidad de agua en los bofedales y cuencas hidrográficas (Caranqui *et al.*, 2016), es por eso que, se pretende a través de parámetros físicos, químicos y biológicos determinar la calidad de agua en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo y así despertar el interés de autoridades que contribuyan a tomar las decisiones acertadas que garanticen la conservación de este recurso.

La Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo a lo largo de los años ha soportado la impía actividad humana como el pastoreo desmedido de ganado vacuno y ovino, el avance de la frontera agrícola, y vertido de aguas residuales, que de una forma u otra contaminan el agua de los bofedales con químicos, desechos tóxicos, etc. (Garrido, 2016). Estas aguas se distribuyen en tres cuencas hidrográficas: Guayas, Pastaza y Santiago y cuatro sub cuencas hidrográficas: Yaguachi, Patate, Chambo y Namangoza. La demarcación con mayor extensión corresponde a la Cuenca del Pastaza con 54% del total de la superficie, abasteciendo de esta forma a miles de personas en las distintas provincias del país (Bustamante, 2017), es por eso que se resalta su importancia y a través del presente estudio, se pretende determinar la calidad de agua que están consumiendo y motivar a los beneficiarios de este servicio ecosistémico a contribuir en la protección y cuidado de las fuentes de agua.

La RPFCH a pesar de contar con un enorme atractivo turístico de jerarquía internacional, no se caracteriza propiamente de ser el lugar que acoge más visitantes en la región, esto puede deberse a la pobre planta turística que presenta y a la calidad de vida que llevan sus habitantes (Muñoz & Torres, 2015), debido a esto, se procura a través del presente trabajo de investigación, asegurar la calidad de agua que permita un desarrollo armónico de los comuneros.

El presente estudio está vinculado al proyecto de Investigación Institucional denominado "Sistemas basados en las comunidades de macroinvertebrados en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo" que cuenta con el aval del Instituto de Investigaciones de la ESPOCH y que se ejecuta en convenio con la Universidad de Santiago de Compostela – España.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad de agua mediante el uso de parámetros físicos, químicos y biológicos en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Inventariar los macroinvertebrados de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
2. Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados existentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.
3. Analizar los componentes físicos, químicos de los bofedales de la Reserva.
4. Aplicar índices de medición de calidad de agua para evaluar el nivel de sensibilidad de los organismos en los sitios de estudio.



#### **IV. HIPÓTESIS**

##### **A. HIPÓTESIS ALTERNANTE**

Mediante el uso de indicadores físicos, químicos y biológicos, se determina que la calidad de agua está dentro de los parámetros permisibles para ser utilizada en actividades humanas, agrícolas y pecuarias.

##### **B. HIPÓTESIS NULA**

Mediante el uso de indicadores físicos, químicos y biológicos, se determina que la calidad de agua no está dentro de los parámetros permisibles para ser utilizada en actividades humanas, agrícolas y pecuarias.

## **V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **A. MARCO CONCEPTUAL**

#### **1. Determinación**

Se determina consultando, solo a la voluntad, se resuelve examinado a la razón, que hay para ello, se decide pensando dos o más razones opuestas. La voluntad determina, el entendimiento resuelve: el juicio decide (De Mora, s.f), en referencia a lo escrito Lopez (s.f), discrepa totalmente y expresa que en la determinación, se resuelven dudas o problemas; se deciden conflictos y contestaciones”. además añade que, determinar indica superioridad de autoridad o de poder. Para aclarar más este concepto el Diccionario de la Real Academia Española (s.f.), señala que determinación, es decidir algo, despejar la incertidumbre sobre ello, como también señalar o indicar algo con claridad o exactitud.

#### **2. Análisis**

De acuerdo a Morales (2013), sirve para el estudio de problemas, para lo cual se los separan en partes, hasta conocer los elementos básicos que los conforman y sus relaciones; este concepto concuerda con lo que expresa Guevara (2014): “el análisis es un método de investigación, en el cual se dividen dificultades de cada parte, de forma que permita llegar a elementos simples”. Ruiz (2006), coincide con los anteriores autores, añade y desarrolla una definición mas detallada sobre esto:

El analisis es la observación y examen de un hecho en particular. Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí y con el todo. La importancia del análisis reside en que para comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes (Ruiz, 2006, p. 2).

#### **3. Calidad**

Según Cubillos & Rozo (2012), la calidad, inicia en la etapa de la administración científica, específicamente con la aparición del control de calidad por inspección, en este punto es donde empiezan a definirse los criterios para catalogar si un producto es bueno o malo de acuerdo con las especificaciones previamente establecidas. En concordancia con esto Villafaña (s.f.), expresa que la calidad es una variable precisa y medible y es el resultado de las prácticas de ingeniería y manufactura. Sin desmerecer los anteriores conceptos y en acuerdo con los mismos, Garvín (s.f.), sugirió que la calidad puede tener cinco diferentes significados: Trascendental: como sinónimo de superioridad o excelencia; Basada en el Producto: viene definida por la cantidad en la que un atributo deseable está presente en un producto o servicio; Basado en el Usuario; se determina por lo que el consumidor desea; Basado en el Valor: hace relación entre la utilidad o satisfacción con el producto o servicio y su precio; Basado en la producción: se define como conformidad a las especificaciones determinadas para la manufactura o realización de un producto o servicio (Arias, 2008).

#### **4. Agua**

“El agua es un compuesto con características únicas, de gran significancia para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural” (García *et al.*, s.f., p.5), concuerda totalmente con lo expuesto Fernández (2012), y añade que el agua es un recurso renovable pero finito, esencial para la vida y para el desarrollo de las sociedades, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Además, expresa que el agua, es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la

propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima.

### **5. Parámetros**

“Un parámetro se considera esencial es un indicativo para lograr evaluar o valorar una situación particular. A partir de un parámetro, una determinada circunstancia puede ser entendida o colocada en perspectiva” (Yirda, 2018, p. 3). “Es una función de todas las observaciones de una población, Medida usada para describir una variable de una población El parámetro resume la información contenida en las observaciones que comprenden a una población, por lo que su valor es único y generalmente desconocido y por tato debe ser estimado” (Gonzales, 2006). “Un parámetro estadístico es un número que resume la ingente cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. El cálculo de este número está bien definido, usualmente mediante una fórmula aritmética obtenida a partir de datos de la población” (Martinez & Marí, s.f.). Todos estos conceptos concuerdan unos con otros y añaden un poco más de información, para aclarar y hacerlo de forma más sencilla el significado, Curvelo (2010), reúne todos estos y expresa:

Es un valor, medida o indicador representativo de la población que se selecciona para ser estudiado. Otra definición podría ser, función definida sobre valores numéricos de una población. Se llama parámetro a un valor representativo de una población, como la media aritmética, una proporción o su desviación típica (pp.2-10).

### **6. Indicadores**

“Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico” (ONU Mujeres, 2012, p. 1). Es un dato que pretende reflejar el estado de una situación, o de algún aspecto particular, en un momento y un espacio determinado. Habitualmente se trata de un dato estadístico (porcentajes, tasas, razones...) que pretende sintetizar la información que proporcionan los diversos parámetros o variables que afectan a la situación que se quiere analizar. El objetivo de los indicadores que aquí se muestran es presentar a la sociedad la información que se considera de más relevancia para el seguimiento y análisis de las condiciones del trabajo a nivel estatal (INSTT, s.f.).

Si uno de estos conceptos citados nos parece confusos, he aquí un concepto claro y fácil de comprender enunciado por la ONU:

Los indicadores son herramientas para clarificar y definir, de forma más precisa, objetivos e impactos, son medidas verificables de cambio o resultado, creadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso, con respecto a metas establecidas, hacen fácil el reparto de insumos, originando productos y alcanzando objetivos (Mondragón, 2002, pp. 52-54).

### **7. Bofedales**

De acuerdo a Gil (2011), los bofedales son ecosistemas altamente productivos para el desarrollo humano, albergan peces, son zonas de pasturas para camélidos andinos, refugio de gran cantidad de aves, importantes para ecoturismo y brindan servicios ambientales, a este enunciado Alzérreca, Luna, Prieto, Cardozo, & Céspedes (s.f.), concierta y añade que los bofedales son praderas nativas de comunidades vegetales hidromórficas, de excelente volumen y calidad de nutrientes, que crecen en aguas corrientes y límpidas, de pH ácido.

El autor hace un compendio de los conceptos y lo describen de esta forma:

Los bofedales son hábitats naturales húmedos con agua permanente alimentados de diferentes fuentes como manantiales, agua de deshielo, ríos y lluvia. Están ubicados y distribuidos en forma

dispersa en las ecoregiones Altiplano y Alto andino. Se caracterizan por ser extremadamente productivos, el forraje natural que producen es un recurso valioso básico que sirve de sustento permanente de importantes poblaciones ganaderas domésticas y silvestres (Buitrón & Fernández, 2012, p. 6).

## **B. MARCO TEÓRICO**

### **1. Calidad de Agua**

ONU (2014), expresa que la calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos.

En concordancia con este enunciado Bidault (2016), expresa y agrega que la calidad del agua se refiere también a las características biológicas y radiológicas del agua.

La calidad del agua es un factor que incurre directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar del ser humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un componente influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de una nación (IDICT&ONI, s.f.). De igual forma la OMS (2018), muestra preocupación, pero sobre todo por la salud del ser humano y opina que la calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo.

No podemos definir claramente la calidad de agua si es buena o mala, porque es muy amplio su alcance y en diversos factores lo que es bueno para unos seres puede ser perjudicial para otros, así lo expresa Bullón (2016):

El término calidad, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición. Por el contrario, es un concepto relativo que depende del destino final del recurso. De modo que, y a título de ejemplo, las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de calidad apropiada para la bebida, por los problemas sanitarios que conllevaría su uso. Sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica podrían resultar excelentes para el riego de plantas ornamentales o de plantaciones forestales. Del mismo modo aguas de alta montaña, que intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental (pp. 6-17).

### **2. Parámetros físico-químicos**

“Los parámetros físico-químicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática” (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007, pp. 172-181). Para ello se han desarrollado métodos analíticos, como los que detalla a continuación Serviche, Castillo, & Acevedo (2013):

Análisis básicos: Potencial de hidrógeno, color, olor, turbiedad, conductividad-salinidad, temperatura; Análisis Volumétricos: Alcalinidad, acidez, durezas, cloruros; Análisis

Gravimétricos: Sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos fijos y volátiles, sólidos sedimentales, sólidos disueltos totales; Análisis colorimétricos: aluminio, nitrato, sulfato, cromo hexavalente, fosfato y nitrito (pp. 6-10).

A lo expresado, Bidault (2016), concuerda y detalla por partes lo que se puede observar a través de cada parámetro:

Químicos: observa pH, dureza, sólidos disueltos y en suspensión, alcalinidad, coloides, acidez mineral, residuo seco, sulfatos, cloruros, nitratos, fluoruros, fosfatos, sílice, carbonatos y presencia de otros componentes como ácido sulfhídrico, ácido húmico, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, metales tóxicos y gases disueltos. Podemos medir la concentración de hidrógeno del agua (pH) para determinar el nivel de iones H<sup>+</sup> usando un medidor de pH o bandas de prueba especiales que indican el nivel de acidez o alcalinidad del agua que está siendo investigada.

Físicos: Incluyen el sabor, olor, color, turbidez y conductividad del agua (p. 1).

### **3. PH**

De acuerdo a Gonzáles (2011), el pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Ésta medida es necesaria porque muchas veces no es suficiente decir que el agua está caliente, o en ocasiones, no es suficiente decir que el jugo de limón es ácido, al saber que su pH es 2.3 nos dice el grado exacto de acidez. Además, marca la autora la necesidad de ser específicos. Y añade, que, por lo tanto, el pH presenta un rango que varía de 0,00 a 14,00 siendo 7,00 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7,00 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7,00 indica un rango básico. Aguas fuera del rango normal de 6,00 a 9,00 pueden ser dañinas para la vida acuática, estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática.

El pH puede verse afectado por componentes químicos en el agua, siendo un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente. Cabe mencionar también que el pH se reporta en "unidades logarítmicas," cada número representa un cambio de 10 veces su valor en la acidez/rango normal del agua. El agua con un pH de 5,00 es diez veces más ácida que el agua que tiene un pH de seis. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua (Bautista, 2012).

### **4. Temperatura del agua**

La temperatura, es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El agua es muy móvil por lo que la temperatura en las superficies de agua aumenta y disminuye más lentamente que la temperatura de las superficies de suelos. Cuando el agua se calienta, la convección distribuye el calor por el movimiento de grandes masas de agua. Se pueden producir cambios diarios de temperaturas hasta profundidades de 10 metros debajo de la superficie y cambios anuales hasta profundidades entre 200 - 600 metros, en los océanos y grandes lagos (Inzunza, 2006). Dependiendo del valor de la temperatura que posee un cuerpo de agua puede causar alteraciones a la química del mismo y a las funciones de los organismos acuáticos debido a que esta interviene en la cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de plantas y metabólica de organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, entre otras, lo que dará como resultado afectaciones a medidas de otros parámetros como pH o conductividad (Reinoso, 2016).

### **5. Turbidez**

Marcó, Azario, Metzler, & García (2004), expresan que la turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u

orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. La turbidez del agua se genera por la presencia de partículas en suspensión. La velocidad de sedimentación de las partículas pequeñas (menores al micrón de diámetro) es muy baja, por lo que requieren tratamiento para lograrla en tiempos útiles. Las mayores a un micrón sedimentan espontáneamente. Mientras algunas son de naturaleza inorgánica (arcillas, fangos y óxidos minerales), que provienen de la erosión del suelo, otras son de naturaleza orgánica (bacterias, parásitos, algas, zooplancton, y coloides húmicos). Además de las fuentes naturales, las actividades humanas generan efluentes cargados de estas partículas y el aporte de otras sustancias que pueden combinarse con ellas (virus entéricos, contaminantes químicos, cloro, etc...) tanto en el cuerpo de agua como en las plantas y redes de distribución.

#### **6. Conductividad específica o conductividad eléctrica**

Según Goyenola (2007), al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro. El agua destilada tiene una conductividad en el rango de 0,5 a 3  $\mu$ Siemens/cm (un  $\mu$ S es la millonésima parte de un Siemens). La conductividad de nuestros sistemas continentales generalmente es baja, variando entre 50 y 1.500  $\mu$ S/cm. En sistemas dulceacuícolas, conductividades por fuera de este rango pueden indicar que el agua no es adecuada para la vida de ciertas especies de peces o invertebrados. Algunos efluentes industriales pueden llegar a tener más de 10.000  $\mu$ S/cm.

#### **7. Sólidos Totales Disueltos**

Los TDS (Sólidos Disueltos Totales - Total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea la molécula de agua pura (H<sub>2</sub>O) y sólidos en suspensión. Los sólidos en suspensión son partículas o sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, como la pulpa de madera.

En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua”, expresa Panachlor (2015), y añade a esto que algunos sólidos disueltos provienen de fuentes orgánicas como hojas, sedimentos, plancton, y los desechos industriales y aguas residuales. Otras fuentes provienen de la escorrentía de las zonas urbanas de los fertilizantes y pesticidas usados en céspedes y granjas. Los sólidos disueltos también vienen a partir de materiales inorgánicos tales como rocas y de aire que puede contener bicarbonato de calcio, de nitrógeno, de fósforo de hierro, azufre, y otros minerales. Muchos de estos materiales forman sales, que son compuestos que contienen tanto un metal y un no metal. Las sales usualmente se disuelven en agua formando iones. Los iones son partículas que tienen una carga positiva o negativa.

#### **8. Coliformes fecales**

Los coliformes fecales y E. coli en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras. Ya que los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas (Díaz C. , 2003). Ramos, Vidal, Vilardey, & Saavedra (2008), concuerdan con lo expuesto anteriormente y además expresa que la presencia de bacterias coliformes

es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población.

### **9. Dureza**

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad. La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación. Las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio (Facsá, 2016).

### **10. Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO5)**

La oxidación microbiana o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar (Jaque & Potocí, 2015).

La DBO5 es un análisis empírico de tipo biológico que mide el oxígeno molecular utilizado por los microorganismos para la degradación de la materia orgánica al cabo de un periodo de incubación de 5 d. La muestra de agua o en una dilución apropiada es incubada por 5 d a 20°C en la oscuridad. El progreso de la descomposición o la estabilización de la materia orgánica en el agua se refleja en un lento agotamiento del oxígeno disuelto durante el período de incubación, es decir, que la DBO está satisfecha (INEN, 2013).

### **11. Demanda química de oxígeno**

Demanda química de oxígeno (DQO) del agua puede considerarse como una medida aproximada de la demanda teórica del oxígeno es decir la cantidad de oxígeno consumido, para la oxidación total de los constituyentes orgánicos a productos inorgánicos (MNCN, 2010).

La relación entre DBO y DQO nos indicará el tipo de vertido y su posibilidad de depuración:

$DBO/DQO > 0,6$ , es un vertido orgánico, fácilmente depurable de forma biológica.

$DBO/DQO < 0,2$ , es un vertido inorgánico, imposible de depurar de forma biológica (Jaque & Potocí, 2015).

### **12. Parámetros biológicos**

Evalúan la calidad del medio acuático, fundamentándose en los organismos que lo habitan, su presencia o ausencia nos informa del estado ecológico del medio; por este motivo, estos organismos se llaman bioindicadores. La sensibilidad propia de cada uno a la contaminación se utiliza para asignarle un valor de un índice biológico. Teniendo el problema de que los seres vivos se ven afectados por un sinnúmero de factores que son difíciles de medir y cuantificar se crean estos índices biológicos de fácil utilización, donde se han mostrado como buenas herramientas en el control de la calidad ecológica de los ecosistemas acuáticos. Éstos, a su vez, complementan la información aportada por los parámetros fisicoquímicos clásicos. Los índices biológicos son buenos integradores

de la calidad química de un determinado periodo de tiempo, como mínimo del necesario para desarrollar el ciclo biológico del organismo estudiado\_(Albiach, s.f.). Concierta con lo dicho anteriormente Seg (2009), y agrega que:

El rango de los organismos acuáticos en tamaño y complejidad va desde el muy pequeño o unicelular hasta el pez de mayor tamaño y estos miembros de la comunidad biológica son en algún sentido parámetros de la calidad del agua, dado que su presencia o ausencia pueden indicar la situación en que se encuentra un cuerpo de agua (Seg, 2009, p. 1).

“Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes, etc.” (Payeras, 2018, p. 1).

### **13. Macroinvertebrados acuáticos**

En referencia a los macroinvertebrados acuáticos el autor escribe:

El término "macroinvertebrado" acuático no responde a un concepto taxonómico. Es una delimitación artificial de grupos de animales invertebrados. En los cursos de agua, consideramos como macroinvertebrados a aquellos organismos que son lo suficientemente grandes como para ser retenidos por redes de luz de malla de 250µm. La gran mayoría (alrededor del 80%) corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos, y en especial sus formas larvianas, son las más abundantes (Alba, Poquet, Rodríguez, & Granja, s.f., p.1).

“Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente” (Roldán, 2016, p. 2). A esta definición Ladrera, Rieradevall, & Prat (2016), concuerda totalmente y añade que uno de los grupos de macroinvertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. Los adultos habitualmente no viven en el agua (excepto en algunos casos), pero los estados inmaduros (huevos y larvas) sí que son acuáticos en muchos grupos de insectos. En estos casos, los adultos salen del agua y completan su desarrollo en el medio aéreo, que suele durar pocas horas o días frente a los muchos meses que pasan en el agua.

Roldán (2016), concluye este tema expresando que lógicamente la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; debido a esto, los métodos de evaluación basados en dichos seres han sido ampliamente utilizados desde muchos años atrás como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua.

### **14. Índices de calidad de agua**

#### **a. ICA-WQI**

El índice de calidad de agua (ICA) de la National Sanitation Foundation (NSF), fue concebido con base en las características de los ríos norteamericanos. Las variables que involucra y los pesos que asigna a cada uno de los rasgos distintivos corresponde a la problemática específica de contaminación, propia de sus procesos productivos, la naturaleza de sus desechos, sus políticas públicas, sus normas y su idiosincrasia. Por estas razones tienen mucha vigencia los esfuerzos que se realicen por valorar su comportamiento y sugerir algunas modificaciones que lo adapten a nuestras condiciones específicas. Este Índice para su evaluación considera 9 parámetros: pH, cambio de temperatura, turbidez, DB05, SDT, %OD, nitratos, fosfatos, Coliformes fecales. Considera como puntaje máximo 100 y como mínimo 0 (Behar, Zuñiga, & Rojas, 1997).



Según Viteri (2017), entre las ventajas del índice ICA como herramienta para medir la calidad del agua se tienen las siguientes.

- Revelan cambios de la calidad del agua a través del tiempo.
- Es un método simple y eficaz para representar la información obtenida en el laboratorio.
- Evalúan la calidad del agua que tendrá diversos usos.
- Permiten una sencilla interpretación de los datos.
- Pueden identificar áreas problemáticas y con tendencia a contaminación ayudando en la definición de prioridades y toma de decisiones con fines de gestión.

b. Índice EPT

“Este Índice se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o moscas de piedra y Trichóptera” (Carrera & Fierro, 2001, pp. 30-33).

c. Índice ABI

Sobre el Índice ABI el autor expresa:

Es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos. Este índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Encalda, Rieradevall, Ríos, García, & Prat, 2011, p. 83).

d. Índice BMWP/Col

El índice BMWP/Col se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra. Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10. El 10 indica el grupo más sensible, la presencia de muchos organismos con valor 10 o valores altos, indica que el río tiene aguas limpias, y si por el contrario solo se encuentran organismos resistentes con valores bajos, esto indica que el río tiene aguas contaminadas (Roldán, 2012).

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los bofedales (Pampas Salasacas BI, Rio Blanco AI, Mechahuasca ANI, Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Culebrillas AI, Casa cóndor BI, Coop. Santa Teresita BNI) de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, localizada en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua.

#### **2. Ubicación geográfica**

Los bofedales se ubican dentro de las siguientes coordenadas proyectadas UTM en la Zona 17S, Datum WGS84, como se muestra a continuación.

**Tabla VI-1:** Ubicación geográfica de los bofedales de la RPFCH

<b>Bofedales</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
Pampas Salasacas BI	744328	9831962	4163
Rio Blanco AI	746179	9849003	3929
Mechahuasca ANI	743619	9844313	4288
Cruz del Arenal BNI	732639	9840364	4099
Cruz del Arenal ANI	730706	9844970	4312
Culebrillas AI	735387	9831875	4173
Casa cóndor BI	738999	9831887	4038
Coop. Santa Teresita BNI	744365	9831911	4042

Nota: Trabajo de campo, 2019.

#### **3. Límites**

Los límites de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo según MAE (2014), son:

Norte: Tisaleo y Simiatug

Sur: San Juan y Yacoto

Este: San Juan y Urbina

Oeste: Guanujo, Guaranda y Simiatug

#### **4. Características climáticas**

De acuerdo a Díaz (2015), las características climáticas del sector donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, son las siguientes:

Temperatura: oscila entre -3 a 14 °C

Precipitación: 1000 mm/año

Humedad: 70-85%

#### **5. Clasificación ecológica**

Según MAE (2014), la RPFCH cuenta con 8 zonas de vida, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla VI- 2:** Clasificación ecológica de la RPFCH

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ALTITUD</b>
<b>Herbazal del Páramo</b>	Herbazal denso dominado por gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; se extiende a lo largo de los Andes desde el Carchi hasta Loja. Es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre los 3400 m.s.n.m.	3400 – 4300 msnm
<b>Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo</b>	Son arbustales bajos y matorrales alto andinos paramunos. Herbazal mezclado con arbustos esclerófilos semiprostrados con una altura entre 0,5 a 1,5, ocurre en circos glaciares, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas. Este ecosistema se caracteriza por tener una vegetación fragmentada, los parches de vegetación que se localiza en las cumbres más altas de la cordillera formando un sistema insular restringido al norte del Ecuador.	4100 – 4500 msnm
<b>Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo</b>	Incluye al páramo de almohadillas, sector norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro. Arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m. Consideran un ecosistema diferente localizado sobre la línea de bosque.	3300 - 3900 msnm
<b>Herbazal inundable del Páramo</b>	Son herbazales inundables en los que existen especies que forman cojines o parches aislados de vegetación flotante; este ecosistema esazonal, en el que las condiciones edáficas o micro climáticas locales tienen una mayor influencia sobre la vegetación que los factores climáticos asociados al gradiente altitudinal.	3300 - 4500 msnm
<b>Herbazal ultra húmedo subnivel del Páramo</b>	Corresponde a vegetación dominada por arbustos prostrados o almohadillas dispersas. Se encuentra en laderas abruptas y escarpadas cubiertas por depósitos glaciares y con suelos geliturbados. Los patrones de humedad local y valores de precipitación mensual están determinados por una alta humedad, causada por su orientación hacia las zonas de formación de precipitación de la Amazonía.	4400 - 4900 msnm
<b>Bosque siempre verde del Páramo</b>	Son bosques densos siempre verdes, con alturas entre 5 y 7 m, que por efectos de las condiciones climáticas crecen de forma torcida y ramificada, confiriéndoles un aspecto muy particular. Este tipo de ecosistema se encuentra en formas de parches aislados en una matriz de vegetación herbácea o arbustiva. Estos parches tienden a ocurrir en sitios menos expuestos al viento y la desecación como laderas abruptas, fondo de los valles glaciares o en la base de grandes bloques de rocas de los circos glaciares.	3200 - 4100 msnm
<b>Herbazal húmedo subnival del Páramo</b>	Generalmente se ubica en laderas periglaciares en suelos clasificados como entisoles poco profundos, con un desarrollo exiguo, caracterizados por un contenido de materia orgánica extremadamente bajo con capacidad de retención de agua y regulación muy pobre. Este ecosistema se encuentra presente en los Illinizas, Pichincha, Cotopaxi y las vertientes occidentales del Chimborazo y Antisana.	3400 - 4300 msnm
<b>Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo</b>	Son herbazales abiertos, que se encuentran dominados por especies de los géneros Stipa, Senecio y Plantago; se encuentra en enclaves volcánicos localizados en fondos de valles glaciares llamados Glacis con litología de tipo: lapilli de pómez, toba y cenizas asociados a efectos de sombra de 27 lluvias, como en el flanco occidental del volcán Chimborazo. En este ecosistema son pocas las especies que resisten a las extremas condiciones climáticas. Debido a la humedad relativamente baja de estos ecosistemas la concentración de carbono orgánico en el suelo es menor que en los páramos más húmedos.	3500 - 4200 msnm

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014)

## **6. Características del suelo**

Los suelos de la reserva son de origen volcánico, formados de rocas, sedimentos y tobas volcánicas pliocénicas y más antiguas. Al sur del volcán Chimborazo, la serranía de la Calera, su prolongación austral y el páramo de Puyal, están desprovistos de andesitas pliocénicas. (...) Al norte del Chimborazo y Carihuairazo, los mantos volcánicos del plioceno, cubren en variable extensión, las alturas de la cordillera Occidental, originados por erupciones lineales a lo largo de una falla longitudinal, como en las demás regiones volcánicas de la cordillera. En el cruce de ambos sistemas rupturados, surgió con violencia la actividad volcánica del pleistoceno, creando este impresionante conjunto volcánico (MAE, 2015).

## **7. Materiales y equipos**

Para la recolección de muestras se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

### a. Materiales

- Botes de 21cm de diámetro con tapón hermético mínimo de 4 litros.
- Alcohol etílico 70%.
- Claves de identificación taxonómica para macroinvertebrados (Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004); Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); INVÉRTEBRÉS D'EAU DOUCE-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010); Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)).
- Etiquetas de papel vegetal.
- Viales de plástico o vidrio.
- Formaldehído al 10%
- Torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm.
- Tubos spondorf de 5ml
- Porta tubos spondorf de 5ml
- Bandeja plástica blanca de 30cm x 20cm x 3cm
- Termómetro portátil.
- Red de SURBER de 500µm de luz de malla y marco de 0,3m.
- Pinzas entomológicas.
- Envases de polietileno de alta densidad (HDPE)
- Caja cooler
- Placas de Petri.
- Viales de vidrio con tapones herméticos de 300 ml.
- Oxímetro portátil HANNA HI 9146-04

### b. Equipos

- Cámara fotográfica LEICA MC 1090
- Estereomicroscopio trilocular NIKON X20

- Nevera portátil.
- Computadora portátil.
- GPS GARMIN OREGON 650.
- Oxímetro portátil HANNA HI 9146-04.
- Phchímetro portátil PC-PH22.

## B. METODOLOGÍA

El presente estudio fue de tipo descriptivo, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, y se usaron técnicas de revisión bibliográfica, análisis de muestras en laboratorios especializados y salidas de campo a un nivel exploratorio, analítico, descriptivo y prospectivo; cuyos objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

### 1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Inventariar a los macroinvertebrados existentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, se realizaron las siguientes actividades:

- Se georreferenciaron mediante un GPS (Garmin Oregón 650) los 8 bofedales de estudio (Pampas Salasacas BI, Río Blanco AI, Mechahuasca ANI, Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Culebrillas AI, Casa cóndor BI, Coop. Santa Teresita BNI) dentro de la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo y se calculó la extensión de los mismos.
- Se caracterizaron los 8 bofedales, con datos específicos que se detallan a continuación:

**Tabla VI-3:** Caracterización de los bofedales de la RPFCH.

Nombre del Bofedal	Extensión	Provincia	Cantón	Localización Geográfica: Coordenadas			Ecosistema
				X	Y	Z	
Cruz del Arenal BNI	12.03 Ha	Bolívar	Guaranda	732639	9840364	4099 m.s.n.m.	Ultra húmedo subnival del páramo.
Cruz del Arenal ANI	56.02 Ha	Tungurahua	Ambato	730706	9844970	4312 m.s.n.m.	Herbazal del páramo, herbazal y arbustal siempre subnival del páramo.
Culebrillas AI	13.40 Ha	Bolívar	Guaranda	735387	9831875	4173 m.s.n.m.	Herbazal inundable del páramo.
Casa Cóndor BI	10.15 Ha	Chimborazo	Riobamba	738999	9831887	4038 m.s.n.m.	Intervención
Cooperativa Santa Teresita BNI	2.41 Ha	Chimborazo	Riobamba	744365	9831911	4042 m.s.n.m.	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo.
Río Blanco AI	73.67 Ha	Tungurahua	Ambato	746179	9849003	3929 m.s.n.m.	Arbustal siempre verde y herbazal del páramo.
Mechahuasca ANI	39.86 Ha	Tungurahua	Ambato	743619	9844313	4288 m.s.n.m.	Herbazal del páramo
Pampas Salasacas BI	2.41 Ha	Tungurahua	Tisaleo y Mocha	744328	9831962	4163 m.s.n.m.	Herbazal húmedo montano alto superior Páramo

Nota: Trabajo de campo, 2019.

- c. Inicialmente se identificaron 3 puntos de muestreo de acuerdo a la altitud (alto, medio y bajo) pero después de obtener los primeros datos se comprobó que no existe diferencia entre los puntos muestreados, por lo que se tomó la decisión de establecer un único punto de muestreo al final del cauce de cada bofedal en estudio. Una vez definido el sitio de muestreo, se tomaron datos *in situ* (pH y temperatura) para lo cual se utilizó un pHímetro portátil (PC-PH22) y un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04), posterior a esto, se realizó la recolección de macroinvertebrados mediante la aplicación de 2 métodos: Captura directa y Red de Surber tipo D (Ramírez, 2010); (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014); (Walteros, Rojas, & Marulanda, 2016) los cuales se detallan a continuación:
- Captura directa: consiste en levantar o remover, piedras, ramas sumergidas, macrófitas y troncos dentro del bofedal. Se realizan búsquedas intensivas de macroinvertebrados por un período de tiempo establecido (1 hora), y con un número de investigadores definidos (5 personas). Los macrobentos son tomados con pinzas entomológicas y depositados en frascos etiquetados con alcohol metílico al 70%. Éste método de recolección cualitativa se estableció en los últimos 100 m del bofedal antes del encauce.
  - Red de Surber, consiste en colocar este equipo de recolección (consta de un marco metálico de 30 x 30 cm<sup>2</sup>, al cual está sujeta una red de 80 cm de longitud y con una abertura de malla de 500 µm) en el fondo del bofedal y a contra corriente, con las manos se remueve el sedimento dentro del marco, quedando atrapados los organismos en la red. El material colectado se vacía en una bandeja blanca plástica para luego pasar por una torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm donde son separados los macrobentos del sedimento y otras partículas, finalmente se fijan los especímenes en alcohol al 70% en un recipiente etiquetado. Para este método de recolección cuantitativa se seleccionaron 3 puntos aleatoriamente, que mediante tres lances de la red surber tipo D se obtuvo una superficie de muestreo de 1 m<sup>2</sup> tratando de muestrear sustratos heterogéneos si fuere posible.
- d. Las muestras colectadas fueron transportadas al laboratorio de Entomología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH en botes estériles con alcohol metílico al 70%, luego las muestras se separaron e identificaron con la ayuda del estereomicroscopio LEICA MC1090. Una vez finalizado este proceso las muestras fueron conservadas en tubos ependorff de 5ml con alcohol metílico al 70% y su respectiva etiqueta interna y externa.
- e. La identificación de los individuos se realizó mediante el uso de claves dicotómicas (Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004); Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); INVÉRTEBRÉS D'EAU DOUCE-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010); Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)) con las cuales se logró identificar a un nivel taxonómico de familia, y se realizó el conteo de individuos.
- f. Cada familia fue fotografiada con ayuda de la cámara del estereomicroscopio LEICA MC 1090, en tres vistas (dorsal, ventral y lateral)
- g. Los datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo de Excel para su posterior análisis.

**2. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados existentes en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.**

Mediante un análisis bibliográfico se determinó el grupo funcional de alimentación a cada una de las familias de macroinvertebrados recolectadas, en base a la clasificación propuesta por Cummins, Merrit, & Andrade (2005), con las siguientes categorías:

**Tabla VI-4:** Grupos Tróficos Funcionales

CATEGORÍA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Fragmentadores	F	Se alimentan de materia orgánica particulada gruesa.
Colectores-filtradores	CF	Es un grupo especial de recolectores que filtran en la columna de agua.
Colectores-recolectores	CR	Consumen materia orgánica particulada fina (MOPF).
Raspadores	R	Son herbívoros y se alimentan de perifiton.
Predadores	P	Se alimentan de otros organismos vivos.

Nota: (Cummins, Merrit, & Andrade, 2005)

Luego se analizó las categorías de los grupos funcionales con sus respectivas familias en cada bofedal a través de un análisis estadístico descriptivo con el fin de determinar las acciones ecológicas de las familias presentes en cada bofedal para así determinar la relación entre los materiales exógenos y endógenos, y comprender las posibles alteraciones en la circulación normal de la energía producidas por aportes externos (Álvarez, 2007).

**3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Analizar los componentes físicos, químicos de los bofedales de la Reserva.**

Se tomaron muestras de agua por duplicado en cada sitio de muestreo, las muestras fueron recolectadas a un nivel superficial del caudal en envases de vidrio estéril de 1-l, que fueron lavados previamente con agua del mismo bofedal. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluentes Industriales LASA (Acreditación N° SAE LEN 06-002) en la ciudad de Quito en cajas cooler con hielo o neveras portátiles según disponibilidad, en el laboratorio se realizaron los análisis físico-químicos del agua para obtener los siguientes parámetros:

- 1) Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
- 2) Calcio (Ca)
- 3) Conductividad ( $\lambda$ )
- 4) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- 5) Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- 6) Dureza Total (DT)
- 7) Fósforo total (P)
- 8) Magnesio (Mg)
- 9) Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
- 10) Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)
- 11) Oxígeno Disuelto (OD)

- 12) Turbidez (TU)
- 13) Coliformes fecales (CF)(microbiológico)
- 14) Sólidos Totales Suspendidos (STD)
- 15) Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

*In situ* se registraron datos como: temperatura del agua y aire con termómetros análogos de agua y aire, el pH a través del pehachímetro (PC-PH22) y el oxígeno disuelto y la conductividad por medio de un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04). La toma, conservación y análisis de las muestras se realizaron mediante la metodología establecida en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de APHA (2005).

Los parámetros obtenidos fueron seleccionados en base al Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA), en su libro VI de Calidad de agua.

Los resultados se compararon con las tablas de: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (tabla VI-5); Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces (tabla VI-6); Criterios de calidad de aguas para riego agrícola (tabla VI-7) y Criterios de calidad de aguas para uso pecuario (tabla VI-8), las cuales están dentro del TULSMA emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015), mismos que se detallan a continuación:

**Tabla VI-5:** Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	<2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	400
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	10,0
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	1
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,01
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01



Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	400
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Temperatura		C°	Condición natural
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

**Tabla VI-6:** Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Clorofenoles		mg/l	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	µg/l	1
Oxígeno Disuelto	O.D.	% mg/l	>80% >6 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6,5-9
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	-
Aluminio	Al	mg/l	0,1
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuros	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03
Cloro residual total	Cl <sub>2</sub>	mg/l	0,01
Estaño	Sn	mg/l	-
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	0,001
Cobre	Cu	mg/l	0,005
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	100
Cromo total	Cr	mg/l	0,032
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante de origen antrópico	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01

Selenio	Se	mg/l	0,001
Temperatura		C°	Condición natural
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	13,0
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	40
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	20
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	1000

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

**Tabla VI-7:** Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Película Visible	mg/l	Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo total	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	3 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	250
Temperatura		C°	Condición natural
Vanadio	V	mg/l	0,1

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

**Tabla VI-8:** Criterios de calidad de aguas para uso pecuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,2
Boro	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05

Cinc	Zn	mg/l	25,0
Cobalto	Co	mg/l	1,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo total	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,01
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	0
Sólidos Disueltos Totales	SDT	mg/l	3000
Temperatura		C°	Condición natural
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

Con los resultados obtenidos, se determinó el Índice de Calidad de Agua (ICA), propuesto por la National Sanitation Foundation (NSF) (1970), el cual está basado en la estructura del índice de Horton y en el método Delphi (para definir los parámetros, pesos ponderados, subíndices, y su clasificación a ser empleados en el cálculo) (Pérez, Nardini, & Galindo, 2018). Por lo que su uso es considerado principalmente para consumo humano, este índice tiene en cuenta los valores de 9 parámetros que son: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua, fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales (Forrero & Reinoso, 2013). La asignación de pesos ponderados de cada parámetro (tabla VI-9) tiene relación con la importancia del uso que se le da al agua y la incidencia de cada variable en el índice, siendo los de mayor importancia, el oxígeno disuelto y los coliformes fecales (Viteri, 2017).

El cálculo del ICA-NSF se realizó a través del sistema online “Calculadora” del Water Research Center, desarrollado por Oram (2015), donde se calcula el valor Qi para cada parámetro, que es el valor mejorado obtenido por medio del arreglo polinómico y luego se realiza la sumatoria sacando el valor ponderado para cada parámetro (Guerrero & Herrera 2015); (Aguirre, Vanegas, & García, 2016).

Una vez determinado el valor numérico se asignó la categorización cualitativa (tabla VI-10), se analizó su calidad en base a la escala de valores que presenta el ICA-NFS y finalmente se compararon los resultados del ICA por bofedal calculando índices de similitud mediante la prueba de Bray Curtis (Zalazar, Elizabeth, & Oviedo, 2016).

**Tabla VI-9:** Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS

Calculo Global del Índice de Calidad de Agua		
PARÁMETROS	Unidades	Peso
PH		0,11
CAMBIO DE TEMPERATURA	C°	0,10
D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	0,11
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,10
TURBIDEZ	mg/l	0,08
N-NITRATOS	mg/l	0,10
OXÍGENO DISUELTO	%	0,17
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	0,07
COLIFORMES FECLAES	UFC/100ml	0,16

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VI-10:** Categorías del ICA-NFS

Valor del ICA	Categorías	Escala de color
91-100	Excelente calidad	Azul
71-90	Buena calidad	Verde
51-70	Mediana calida	Amarillo
26-50	Mala calidad	Naranja
0-25	Muy mala calidad	Rojo

Nota: (Oram, 2015)

#### **4. Para el cumplimiento del cuarto objetivo: Aplicar índices de medición de calidad de agua para evaluar el nivel de sensibilidad de los organismos presentes en los sitios de estudio.**

Con los datos obtenidos en el inventario de macroinvertebrados recolectados en los bofedales de la RPFCH y siguiendo la propuesta de Alomía *et al.* (2017), para cuencas alto andinas, se aplicaron 3 Índices bióticos (EPT (Ephemeroptera-Plecóptera-Trichóptera), BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia) y ABI (Andean Biotic Index)), los cuales evalúan la sensibilidad de los organismos presentes en estos bofedales y dan valores y categorías de calidad de agua (Forrero & Reinoso, 2013).

##### a. Índices Bióticos

###### 1) EPT (Ephemeroptera-Plecóptera-Trichóptera)

Establecido por Carrera & Fierro (2001), usa las tres clases de macroinvertebrados (Ephemeroptera-Plecóptera-Trichóptera) que son buenos indicadores de calidad de agua debido a que son muy sensibles a los contaminantes. Se evalúa la abundancia de estos tres grupos frente a la abundancia total de todas las familias de macroinvertebrados. Se clasifican en cuatro categorías (tabla VI-11) (Meza *et al.*, 2012).

**Tabla VI-11:** Categorías del Índice EPT

Valor EPT	Categoría	Escala de color
75-100	Muy buena	Azul
50-74	Buena	Verde
25-49	Regular	Amarillo
0-24	Mala	Naranja

Nota: (Carrera & Fierro, 2001)

###### 2) ABI (Andean Biotic Index)

Para este Índice se utilizó la asignación de valores para cada familia de macroinvertebrados (figura VI-1) y las categorías de calidad de agua (tabla VI-12) propuesta para Ecuador por Encalada *et al.*, 2011. El ABI consiste en evaluar la calidad biológica de los ríos alto andinos (> 2000 msnm) empleando macroinvertebrados. Los valores de tolerancia son asignados a cada familia de acuerdo a la contaminación orgánica y finalmente se suman las puntuaciones de todas las familias presentes en el sitio (Alomía *et al.*, 2017).

**Tabla VI-12:** Categorías del Índice Biótico Andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba).

ABI	Calidad
>96	Muy buena
59-96	Buena
35-58	Regular
<35	Mala

Nota: (Encalada *et al.*, 2011)

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION		ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION
		ABI	ABI			
TURBELARIOS	<i>Planariidae</i>		5	TRICÓPTEROS	<i>Anamalopsichidae</i>	10
HIRUDÍNEOS			3		<i>Calamoceratidae</i>	10
OLIGOQUETOS			1		<i>Glossosomatidae</i>	7
GASTRÓPODA	<i>Ancylidae</i>		6		<i>Helicopsychidae</i>	10
	<i>Hydrobiidae</i>		3		<i>Hydrobiosidae</i>	8
	<i>Lymnaeidae</i>		3		<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Physidae</i>		3		<i>Hydroptilidae</i>	6
	<i>Planorbidae</i>		3		<i>Leptoceridae</i>	8
VIVALVIA	<i>Sphaeriidae</i>		3		<i>Limnephilidae</i>	7
AMPHIPODA	<i>Hyallelidae</i>		6		<i>Odontoceridae</i>	10
OSTRACODA			3		<i>Philopotamidae</i>	8
HYDRACARINA			4		<i>Polycentropodidae</i>	8
EFEMERÓPTEROS	<i>Baetidae</i>		4		<i>Xiphocentronidae</i>	8
	<i>Leptophlebiidae</i>		10	DÍPTEROS	<i>Athericidae</i>	10
	<i>Leptohyphidae</i>		7		<i>Blephariceridae</i>	10
	<i>Oligoneuriidae</i>		10		<i>Ceratopogonidae</i>	4
ODONATOS	<i>Aeshnidae</i>		6		<i>Chironomidae</i>	2
	<i>Gomphidae</i>		8		<i>Culicidae</i>	2
	<i>Libellulidae</i>		6		<i>Dixidae</i>	4
	<i>Calopterygidae</i>		6		<i>Dolichopodidae</i>	4
	<i>Coenagrionidae</i>		8		<i>Empididae</i>	4
	<i>Polythoridae</i>		10		<i>Ephydriidae</i>	2
					<i>Limoniidae</i>	4
PLECÓPTEROS	<i>Gripopterygidae</i>		10		<i>Muscidae</i>	2
	<i>Perlidae</i>		10		<i>Psychodidae</i>	3
HETERÓPTEROS	<i>Belostomatidae</i>		4		<i>Simuliidae</i>	5
	<i>Corixidae</i>		5		<i>Stratiomyidae</i>	4
	<i>Gerridae</i>		5		<i>Syrphidae</i>	1
	<i>Naucoridae</i>		5		<i>Tabanidae</i>	4
	<i>Notonectidae</i>		5		<i>Tipulidae</i>	5
	<i>Veliidae</i>		5			
LEPIDÓPTEROS	<i>Pyrilidae</i>		4			
COLEÓPTEROS	<i>Dryopidae</i>		5			
	<i>Dytiscidae</i>		3			
	<i>Elmidae</i>		5			
	<i>Gyrinidae</i>		3			
	<i>Hydraenidae</i>		5			
	<i>Hydrophilidae</i>		3			
	<i>Lampyridae</i>		5			
	<i>Ptilodactylidae</i>		5			
	<i>Psephenidae</i>		5			
	<i>Scirtidae</i>		5			
	<i>Staphylinidae</i>		3			

Figura VI-1. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para familias de ríos alto andinos del Ecuador.

Nota: (Encalada *et al.*, 2011)

### 3) BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia)

Se analizaron los datos obtenidos de las familias de macroinvertebrados aplicando el índice BMWP/Col adaptado a Colombia por Roldán (2003), y modificado por Roldán (2012), que consiste en la presencia y ausencia de familias de macroinvertebrados. Los puntajes asignados para cada una de las familias van de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación orgánica del sistema hídrico con base en el conocimiento de la distribución y abundancia (tabla VI-13). La suma de la puntuación de cada familia encontrada en cada bofedal arrojó el puntaje total BMWP/Col y asignó categorías de calidad de agua (tabla VI-14) a cada bofedal (Meneses & Jaramillo, 2019); (Endara, 2012).

**Tabla VI-13:** Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003) y modificado por Roldán (2012))

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,	2
Tubificidae	1

Nota: (Roldán, 2012)

**Tabla VI-14:** Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003) y modificado por Roldán (2012))

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
<b>I</b>	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
<b>II</b>	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
<b>III</b>	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
<b>IV</b>	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
<b>V</b>	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota: (Roldán, 2012)

b. Análisis de los índices biológicos

Se analizó y se comparó los Índices biológicos EPT, ABI y BMWP/Col mediante el índice de similitud utilizando la prueba de Bray Curtis en cada uno de los bofedales, mostrando de esta manera las semejanzas respecto al nivel de sensibilidad que tienen los organismos encontrados en estos sitios (Arango, Álvarez, Arango, Torres, & Monsalved, 2008); (Alomía *et al.*, 2017); (Florero, 2017).

c. Índice adaptado (IA)

Para el cálculo de este índice se tomó como referencia los resultados de similitud obtenidos de la prueba de Bray Curtis de los índices EPT, ABI y BMWP/Col como también los resultados totales de cada Índice por bofedal. El índice adaptado consiste en evaluar la aparición de macrobentos, el número de individuos por familia y las afectaciones morfológicas que estos sufren por el impacto de los niveles de contaminación presentes en el cuerpo de agua. Una vez que se cuenta con la comparación de los criterios anteriormente mencionados se realiza el ajuste del puntaje de las familias (1 más tolerante, 10 más sensible) (Sánchez, 2005) dando como resultado el Índice Adaptado para los bofedales de la RPFCH. Además, para determinar el grado de contaminación de todos los sitios muestreados, se consideró las siguientes categorías: >100 y 91-100, calidad excelente; 66-90, calidad buena; 41-65, calidad regular; 21-40, calidad mala; <20, calidad muy mala; estos basados en el Índice BMWP/Col.

## VII. RESULTADOS

### A. INVENTARIAR LOS MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO.

#### 1. Caracterización de 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

La caracterización de los bofedales identificados en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es necesaria porque, permite una breve visualización de los sitios donde se realizó la recolección de muestras de macroinvertebrados.

a. Distribución geográfica-espacial de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y sus 8 bofedales.

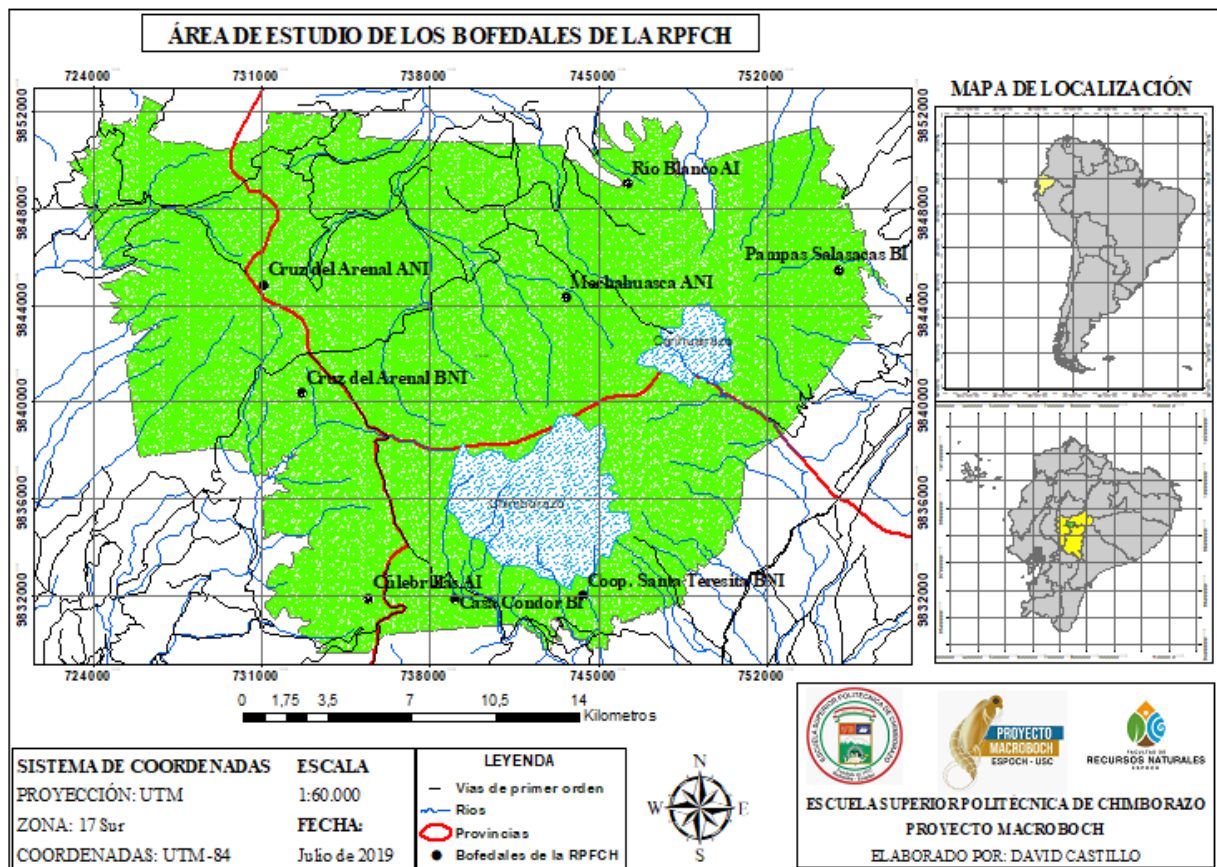


Figura VII-2: Distribución geográfica de los bofedales de estudio en el territorio de la RPFCH.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

#### 2. Inventario de abundancia y familias de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales de la RPFCH.

A continuación, se detalla la lista de macroinvertebrados bentónicos que fueron recolectados en cada uno de los bofedales de la RPFCH.



a. Inventario bofedal Culebrillas AI

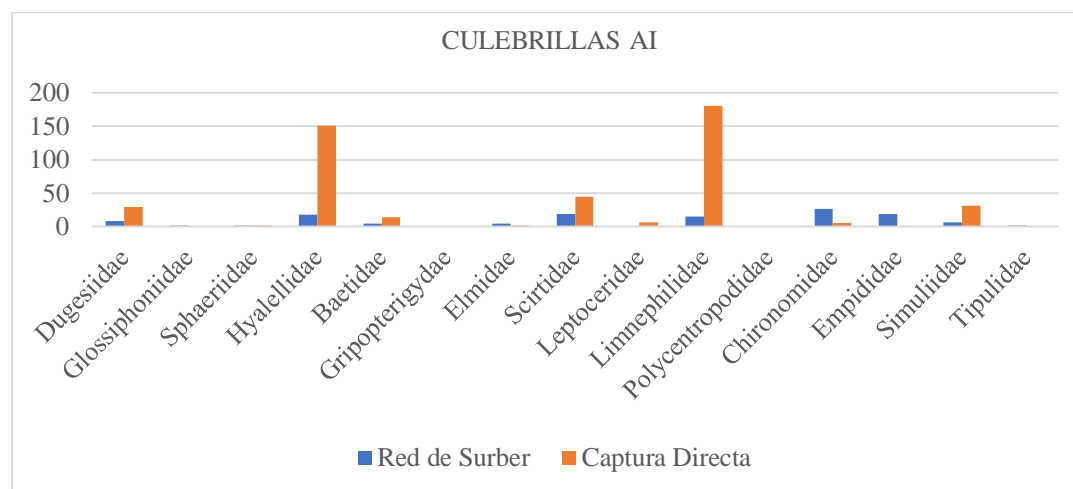
En este lugar, se registró una temperatura de 8.3 °C y un pH neutro de 7.7, además se observó que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de camélidos.

Las muestras de macroinvertebrados recolectadas; a través del método Red de surber tipo D, presentaron una abundancia de 127 individuos con una riqueza de 14 familias, en tanto que, mediante captura directa, la abundancia fue de 466 individuos con una riqueza de 11 familias. La recolección cuantitativa recolectó más familias que la cualitativa, sin embargo, esta última obtuvo un número mucho mayor de individuos recolectados que la primera, lo que evidencia la efectividad de este método, que se lo realiza en la superficie del bofedal, para coleccionar un mayor número de macroinvertebrados (Ramírez, 2010), lo que también revela que la mayoría de organismos del bofedal, prefieren como hábitat esta zona.

**Tabla VII-15:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Culebrillas AI.

CULEBRILLAS AI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura Directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesiidae</i>	8	29	37
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	2		2
Bivalvia	Veneroidea	<i>Sphaeriidae</i>	2	2	4
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	18	151	169
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	4	14	18
Insecta	Plecóptera	Gripopterygidae	1	1	2
Insecta	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	4	2	6
Insecta	Coleóptera	<i>Scirtidae</i>	19	45	64
Insecta	Trichóptera	<i>Leptoceridae</i>	0	6	6
Insecta	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	15	180	195
Insecta	Trichóptera	<i>Polycentropodidae</i>	1	0	1
Insecta	Díptera	<i>Chironomidae</i>	26	5	31
Insecta	Díptera	<i>Empididae</i>	19		19
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	6	31	37
Insecta	Díptera	<i>Tipulidae</i>	2		2
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>127</b>	<b>466</b>	<b>593</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>14</b>	<b>11</b>	<b>15</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-3:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Culebrillas AI

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Culebrillas AI muestra (figura VII-3) una riqueza de 15 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia Hyalellidae y Limnephilidae poseen mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de dos grupos en el bofedal, además de esto se puede observar el amplio dominio por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

b. Inventario bofedal Cooperativa Santa Teresita BNI

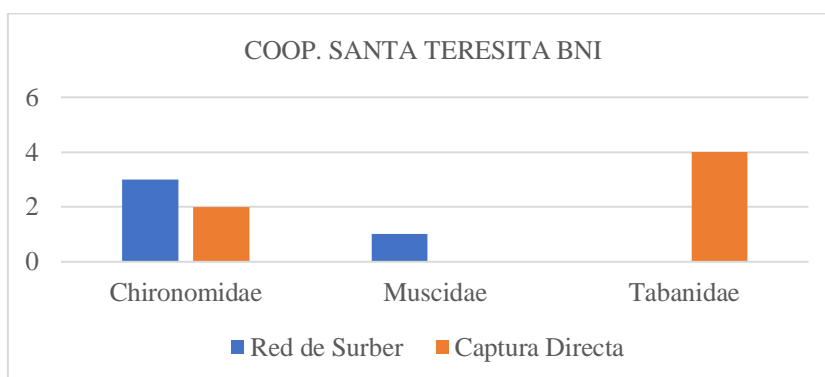
En este bofedal se registraron datos de temperatura de 5.3 °C y un pH neutro de 7.6, cabe destacar que en el lugar no se observó intervención antrópica.

Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Cooperativa Santa Teresita BNI; a través del método Red de surber presentaron una abundancia de 4 individuos con una riqueza de 2 familias, mientras que, por captura directa se detallaron 6 individuos distribuidos en 2 familias. En los 2 tipos de recolección se obtuvo el mismo número de familias, sin embargo, en la técnica cualitativa se obtuvo un porcentaje mayor de individuos recolectados frente a la recolección cuantitativa, esto indica que la mayoría de macrobentos recolectados, habitan en la superficie del bofedal, debido a que el procedimiento de captura directa se la realizó primordialmente en esta zona.

**Tabla VII-16:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI.

COOP. SANTA TERESITA BNI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura Directa	Total
Insecta	Díptera	<i>Chironomidae</i>	3	2	5
Insecta	Díptera	<i>Muscidae</i>	1	0	1
Insecta	Díptera	<i>Tabanidae</i>	0	4	4
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-4:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Cooperativa Santa Teresita BNI muestra (figura VII-4) una riqueza de 3 familias de macroinvertebrados bentónicos, las 3 familias presentan datos muy bajos en cuanto a individuos, de

modo que no se refleja una dominancia, además de esto y pese al paupérrimo número de especímenes encontrados se puede observar el mínimo dominio por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

### c. Inventario bofedal Casa Cóndor BI

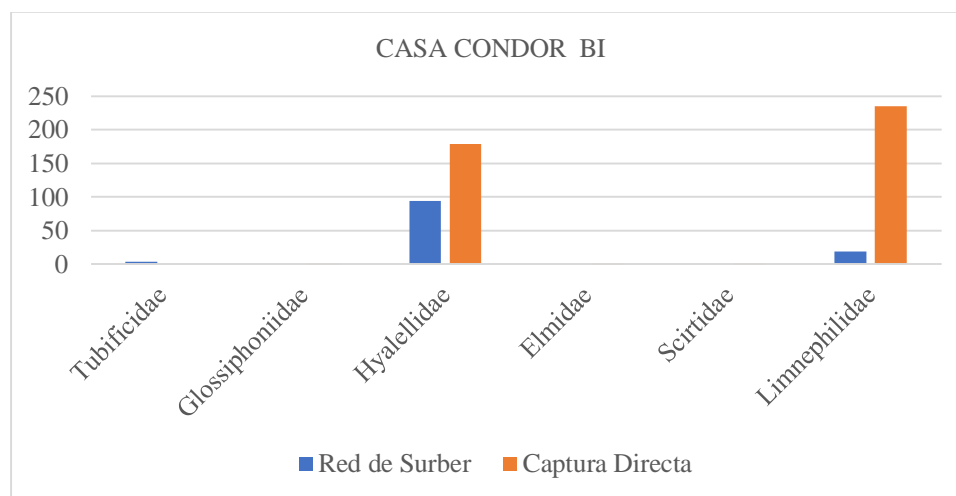
En este bofedal se registraron datos de temperatura de 8.5 °C y un pH neutro de 7.43, además, en el lugar se evidenció que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de ganado.

Las muestras identificadas de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Casa Cóndor BI, mediante Red de surber (recolección cuantitativa), mostró una abundancia de 117 individuos con una riqueza de 3 familias, por otro lado, a través de la captura directa (recolección cualitativa), se presenta una abundancia de 417 individuos con una riqueza de 4 familias. La recolección cualitativa obtuvo solamente 1 familia más que la recolección cuantitativa, pero en lo que a individuos recolectados se refiere esta primera presentó una diferencia notable con un alto porcentaje frente a su antagonista, lo que demuestra el porqué de su uso (permite coleccionar un mayor número de macroinvertebrados), por otro lado, evidencia que la mayoría de especímenes recolectados, prefieren como hábitat la superficie del bofedal, debido a que este método se lo efectuó principalmente en esta parte.

**Tabla VII-17:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Casa Cóndor BI.

CASA CONDOR BI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Tubificidae</i>	4	0	4
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	0	1	1
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	94	179	273
Insecta	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	0	1	1
Insecta	Coleóptera	<i>Scirtidae</i>	0	1	1
Insecta	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	19	235	254
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>117</b>	<b>417</b>	<b>534</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-5:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Casa Cóndor BI.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Casa Cóndor BI muestra (figura VII-5) una riqueza de 6 familias, de las cuales la familia Hyalellidae y Limnephilidae tienen mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de estos dos grupos en el bofedal, además de esto se puede observar el amplio dominio por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

d. Inventario bofedal Río Blanco AI.

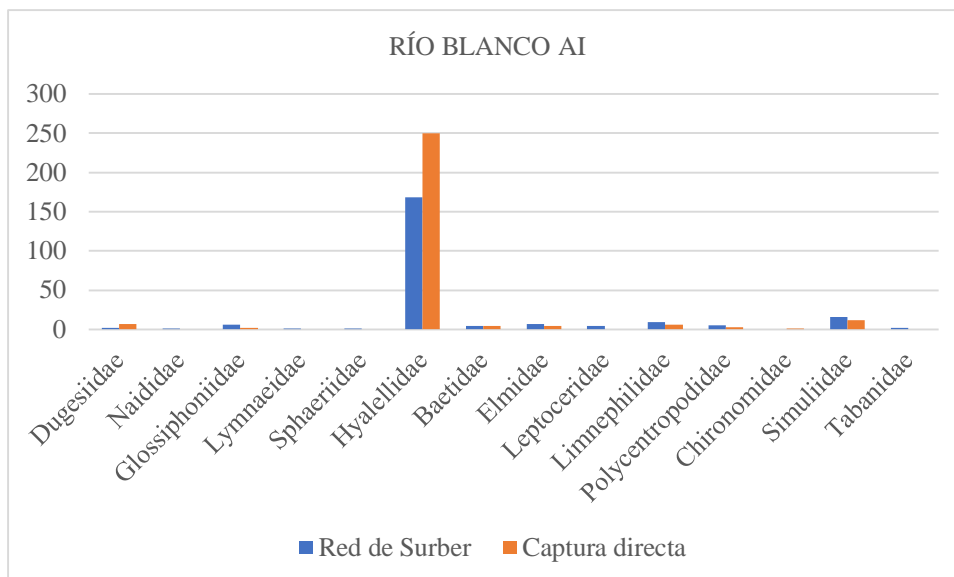
En éste bofedal se registró una temperatura de 7.5 °C y un pH neutro de 7.7, en este lugar se pudo evidenciar que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de ganado vacuno.

Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Río Blanco AI, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 226 individuos con una riqueza de 13 familias, en tanto que, mediante captura directa, se detallaron una abundancia de 289 individuos con una riqueza de 9 familias. En la recolección cuantitativa se obtuvieron más familias que en la recolección cualitativa, sin embargo, esta última obtuvo un porcentaje mayor de individuos recolectados que la primera, lo que evidencia su uso (permite coleccionar un mayor número de macroinvertebrados), por otro lado, refleja que la mayoría de taxones recolectados, prefieren como hábitat la superficie del bofedal, debido a que esta técnica se cumple primariamente en esta zona.

**Tabla VII-18:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Río Blanco AI.

RIO BLANCO AI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesiiidae</i>	2	7	9
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Naididae</i>	1	0	1
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	6	2	8
Gastropoda	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	1	0	1
Bivalvia	Veneroidea	<i>Sphaeriidae</i>	1	0	1
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	168	250	418
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	4	4	8
Insecta	Coleoptera	<i>Elmidae</i>	7	4	11
Insecta	Trichoptera	<i>Leptoceridae</i>	4	0	4
Insecta	Trichoptera	<i>Limnephilidae</i>	9	6	15
Insecta	Trichoptera	<i>Polycentropodidae</i>	5	3	8
Insecta	Diptera	<i>Chironomidae</i>	0	1	1
Insecta	Diptera	<i>Simuliidae</i>	16	12	28
Insecta	Diptera	<i>Tabanidae</i>	2	0	2
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>226</b>	<b>289</b>	<b>515</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>13</b>	<b>9</b>	<b>14</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-6:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Río Blanco AI.  
Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Río Blanco AI muestra (figura VII-6) una riqueza de 14 familias, de las cuales la familia Hyalellidae tiene mayor abundancia en los dos tipos de recolección, lo que significa una marcada dominancia de este grupo en el bofedal Río Blanco AI, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

#### e. Inventario bofedal Mechahuasca ANI.

En este bofedal se registró una temperatura de 3.4 °C y un pH neutro de 7.37, además se pudo observar que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de camélidos y construcciones con fines turísticos.

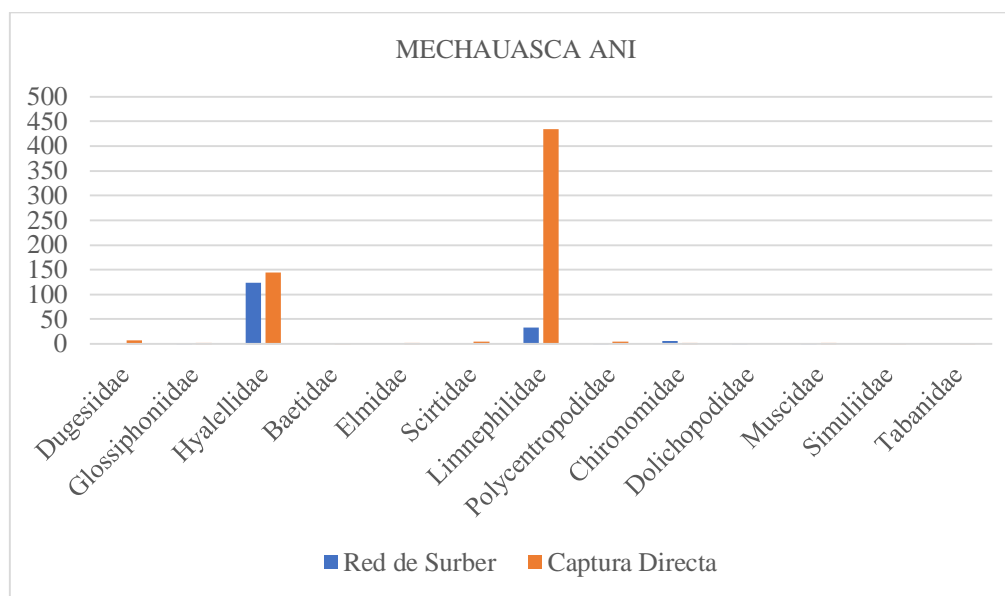
Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Mechahuasca ANI, mediante el método Red de surber (recolección cuantitativa), presentaron como resultado una abundancia de 167 individuos con una riqueza de 7 familias, en tanto que, a través del método de captura directa (recolección cualitativa), mostraron una abundancia de 604 individuos con una riqueza de 12 familias. En este bofedal la recolección cualitativa obtuvo números superiores tanto en riqueza como en abundancia frente a la recolección cuantitativa, lo que evidencia una vez más, que es efectivo su uso para obtener más especímenes, así mismo revela que la mayoría de macrobentos recolectados, prefieren como hábitat la superficie del bofedal, a consecuencia de que esta técnica se la realizó esencialmente en esta zona.

**Tabla VII-19:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Mechahuasca ANI.

MECHAUASCA ANI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesitidae</i>	0	7	7
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	1	2	3
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	124	144	268
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	0	1	1

Insecta	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	0	2	2
Insecta	Coleóptera	<i>Scirtidae</i>	0	4	4
Insecta	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	33	434	467
Insecta	Trichóptera	<i>Polycentropodidae</i>	1	4	5
Insecta	Díptera	<i>Chironomidae</i>	6	2	8
Insecta	Díptera	<i>Dolichopodidae</i>	1	0	1
Insecta	Díptera	<i>Muscidae</i>	1	2	3
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	0	1	1
Insecta	Díptera	<i>Tabanidae</i>	0	1	1
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>167</b>	<b>604</b>	<b>771</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>7</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-7:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Mechahuasca ANI.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Mechahuasca ANI muestra (figura VII-7) una riqueza de 3 familias de macroinvertebrados acuáticos, de las cuales la familia *Limnephilidae* tiene mayor abundancia, lo que se traduce en dominancia de un solo grupo en el bofedal, cabe añadir que se puede observar el amplio dominio por individuos y familias que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

#### f. Inventario bofedal Cruz del Arenal BNI.

En el bofedal se tomaron datos de temperatura de 4.2 °C y un pH neutro de 6.92, además, se evidenció que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de ganado vacuno y ovino.

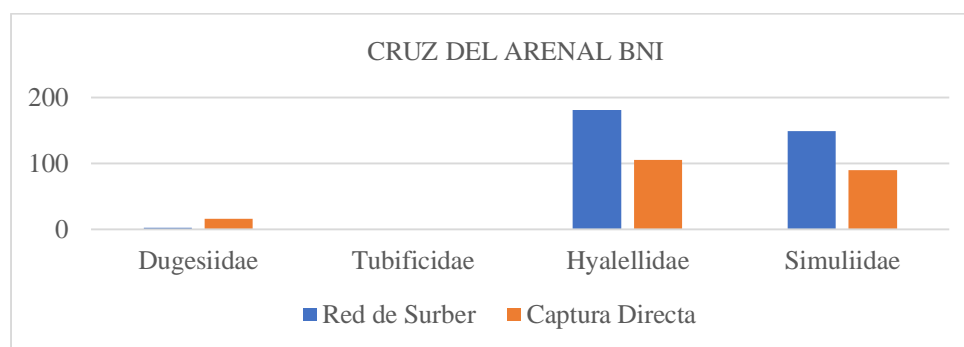
Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Arenal BNI, a través del método Red de surber, mostraron una abundancia de 333 individuos con una riqueza de 3 familias, mientras que, por medio del método de captura directa una abundancia de 212 individuos con una riqueza de 4 familias. La recolección cualitativa obtuvo 1 familia más que la recolección cuantitativa, sin embargo, este último

posee un número bastante superior de individuos recolectados que el primero, lo que evidencia que a pesar de la efectividad en los anteriores bofedales de la recolección cualitativa al obtener un mayor número de taxas, en este bofedal la recolección cuantitativa tuvo mayor éxito, esto puede deberse a que los organismos encontrados prefieren como hábitat el sedimento en la profundidad del bofedal, teniendo en cuenta que el método Red de Surber se lo realizó primariamente en esta zona.

**Tabla VII-20:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Cruz del Arenal BNI.

CRUZ DEL ARENAL BNI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesidae</i>	3	16	19
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Tubificidae</i>	0	1	1
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	181	105	286
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	149	90	239
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>333</b>	<b>212</b>	<b>545</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Nota: Elaborado por David Castillo (2019)



**Figura VII-8:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Cruz del Arenal BNI.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Cruz del Arenal BNI muestra (figura VII-8) una riqueza de 4 familias, de las cuales la familia Hyalellidae y Simuliidae tienen mayor abundancia, lo que se traduce como una dominancia compartida entre las 2 familias en este bofedal, además se puede observar la superioridad por individuos que posee el método de recolección cuantitativa (Red de Surber), frente al método de recolección cualitativa (Captura directa).

#### g. Inventario bofedal Pampas Salasacas BI.

En este bofedal se registró una temperatura de 3.6 °C y un pH neutro de 6.9, en el lugar se pudo evidenciar que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de ganado vacuno y equino.

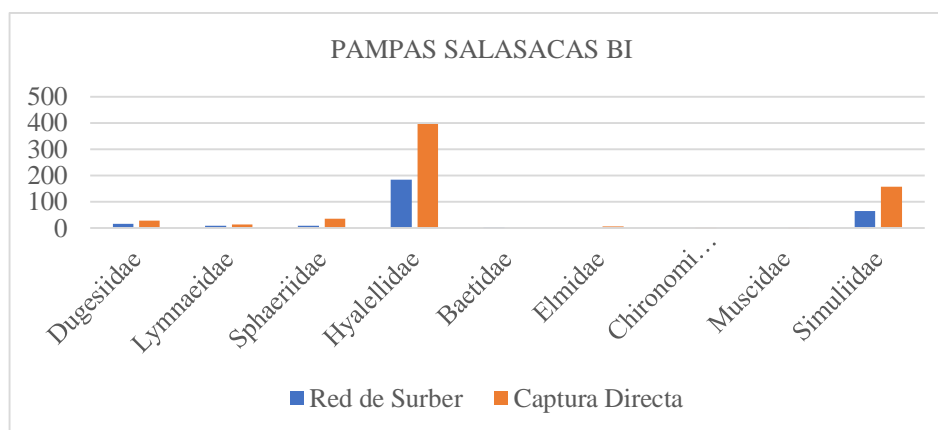
Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Salasacas BI, mediante el método Red de Surber (recolección cuantitativa), presentaron una abundancia de 290 individuos con una riqueza de 6 familias, en tanto que, a través del método de captura directa (recolección cualitativa), detallaron una abundancia de 643 individuos con una riqueza de 8 familias. En este bofedal la recolección cualitativa obtuvo números superiores tanto en riqueza como en abundancia frente a la recolección cuantitativa, lo que evidencia que es efectivo el uso del método de recolección directa para obtener más especímenes,

además, muestra la preferencia de hábitat de los macrobentos, en la superficie del bofedal, en consecuencia, de que este método se lo realizó en esta parte.

**Tabla VII-21:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Pampas Salasacas BI.

PAMPAS SALASACAS					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>DugesIIDae</i>	16	28	44
Gastropoda	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	10	14	24
Bivalvia	Veneroidea	<i>Sphaeriidae</i>	9	35	44
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	184	397	581
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	5	0	5
Insecta	Coleoptera	<i>Elmidae</i>	0	7	7
Insecta	Diptera	<i>Chironomidae</i>	0	3	3
Insecta	Diptera	<i>Muscidae</i>	0	1	1
Insecta	Diptera	<i>Simuliidae</i>	66	158	224
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>290</b>	<b>643</b>	<b>933</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-9:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Pampas Salasacas BI.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El bofedal Pampas Salasacas BI muestra (figura VII-9) una riqueza de 9 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia Hyaellidae posee mayor abundancia, lo que se convierte en dominancia de este grupo en el bofedal, al mismo tiempo se puede observar la superioridad por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

#### h. Inventario bofedal Cruz del Arenal ANI

En este bofedal se registraron datos de temperatura de 2.3 °C y un pH neutro de 7.47, en el lugar se pudo evidenciar que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de ganado vacuno y ovino.

Las muestras de macroinvertebrados recolectados en el bofedal Cruz del Arenal ANI, a través del método Red de Surber detallaron una abundancia de 128 individuos con una riqueza de 4 familias, en tanto que, mediante el método de captura directa, mostró una abundancia de 109 individuos con una riqueza de 6

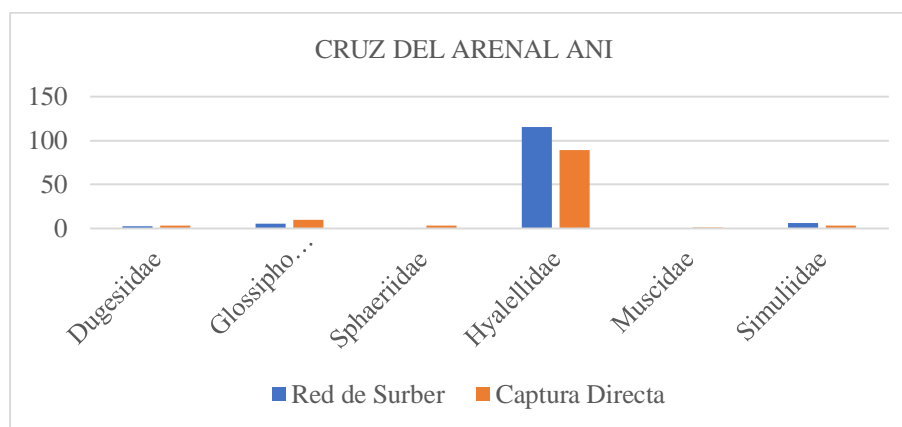


familias. La recolección cualitativa obtuvo 2 familias más que la recolección cuantitativa, sin embargo, este último poseyó un número superior de individuos recolectados que el primero, lo que evidencia que a pesar de la efectividad en la mayoría de bofedales de la recolección cualitativa al obtener un mayor número de taxas recolectadas, en este bofedal la recolección cuantitativa tuvo mayor éxito, esto se debe a que los organismos encontrados prefieren como hábitat el sedimento en la profundidad del bofedal, teniendo en cuenta que el método Red de Surber se lo realizó preponderantemente en esta zona.

**Tabla VII-22:** Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el bofedal Cruz del Arenal ANI.

CRUZ DEL ARENAL ANI					
Clase	Orden	Familia	Red de Surber	Captura directa	Total
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesiiidae</i>	2	3	5
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	5	10	15
Bivalvia	Veneroidea	<i>Sphaeriidae</i>	0	3	3
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	115	89	204
Insecta	Díptera	<i>Muscidae</i>	0	1	1
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	6	3	9
<b>Total Individuos (Abundancia)</b>			<b>128</b>	<b>109</b>	<b>237</b>
<b>Total Familias (Riqueza)</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-10:** Relación riqueza y abundancia en el bofedal Cruz del Arenal ANI.








Nota: Trabajo de campo, 2019.









El bofedal Cruz del Arenal ANI muestra (figura VII-10) una riqueza de 6 familias de las cuales la familia Hyaellidae tiene mayor abundancia, lo que se traduce en dominancia de un solo grupo, asimismo se puede observar la superioridad por individuos que posee el método de recolección cuantitativa (Red de Surber), frente al método de recolección cualitativa (Captura directa).







### 3. Inventario general de 8 bofedales RPFCH.

Durante la fase de separación e identificación de las muestras de macroinvertebrados colectados, se registró una abundancia de 4234 individuos y una riqueza de 21 familias, destacando una clara presencia de la familia Hyaellidae en la mayoría de bofedales poseyendo un gran número de organismos.

**Tabla VII-23:** Inventario de familias de macroinvertebrados bofedales RPFCH.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	LUGARES ENCONTRADOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<b>Turbellaria</b>	Tricladida	<i>DugesIIDae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Cruz del Arenal ANI Cruz del Arenal BNI Culebrillas AI	 1 mm
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxidae	<i>Tubificidae</i>	Cruz del Arenal BNI Casa Cóndor BI	 2 mm
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxidae	<i>Naididae</i>	Río Blanco AI	 2 mm
<b>Hirudinea</b>	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	Río Blanco AI Mechahuasca ANI Cruz del Arenal ANI Culebrillas AI Casa Cóndor BI	 2 mm
<b>Gastropoda</b>	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI	 1 mm
<b>Bivalvia</b>	Veneroida	<i>Sphaeriidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Cruz del Arenal ANI Culebrillas AI	 1 mm
<b>Malacostraca</b>	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Cruz del Arenal ANI Cruz del Arenal BNI Culebrillas AI Casa Cóndor BI	 1 mm

<b>Insecta</b>	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Culebrillas AI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Plecóptera	Gripopterygidae	Culebrillas AI	 2 mm
<b>Insecta</b>	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Culebrillas AI Casa Cóndor BI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Coleóptera	<i>Scirtidae</i>	Mechahuasca ANI Culebrillas AI Casa Cóndor BI	 0,5 mm
<b>Insecta</b>	Trichóptera	<i>Leptoceridae</i>	Río Blanco AI Culebrillas AI	 2 mm
<b>Insecta</b>	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Culebrillas AI Casa Cóndor BI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Trichóptera	<i>Polycentropodidae</i>	Río Blanco AI Mechahuasca ANI Culebrillas AI	 2 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Chironomidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Culebrillas AI Coop. Santa Teresita BNI	 1 mm

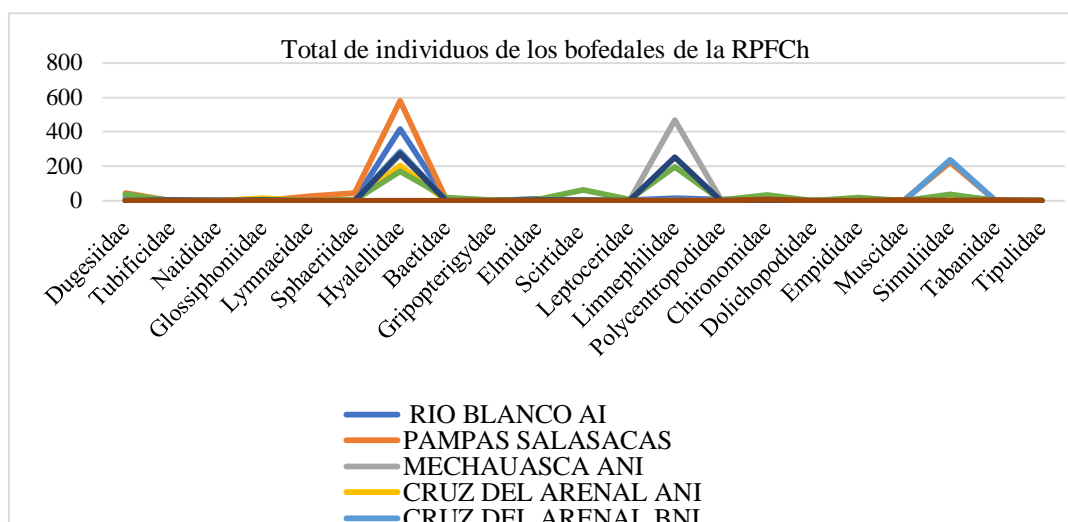
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Dolichopodidae</i>	Mechahuasca ANI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Empididae</i>	Culebrillas AI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Muscidae</i>	Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Cruz del Arenal ANI Coop. Santa Teresita BNI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Simuliidae</i>	Río Blanco AI Pampas Salasacas BI Mechahuasca ANI Cruz del Arenal ANI Cruz del Arenal BNI Culebrillas AI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Tabanidae</i>	Río Blanco AI Mechahuasca ANI Coop. Santa Teresita BNI	 1 mm
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Tipulidae</i>	Culebrillas AI	 1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

**Tabla VII-24:** Listado de macroinvertebrados y sus abundancias registrados en los 16 bofedales de la RPFCH.

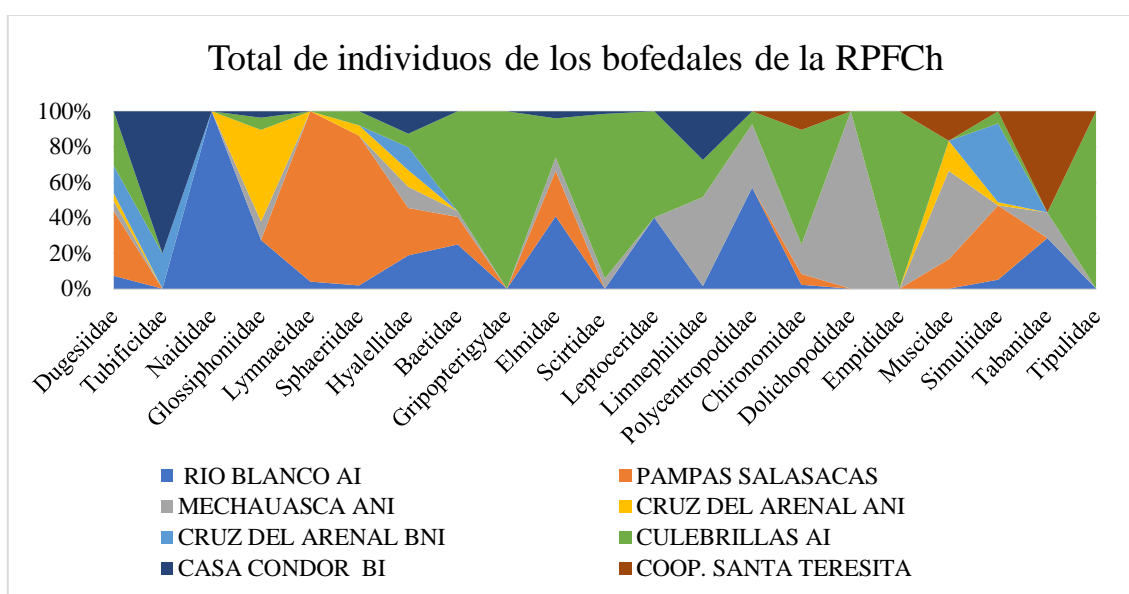
CLASE	ORDEN	FAMILIA	Rio Blanco AI	Pampas Salasacas BI	Mechahuasca ANI	Cruz del Arenal ANI	Cruz del Arenal BNI	Culebrillas AI	Casa Cóndor BI	Coop. Santa Teresita BNI	TOTAL
Turbellaria	Tricladida	<i>Dugesidae</i>	9	44	7	5	19	37	0	0	121
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	1	0	4	0	5
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Naididae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	8	0	3	15	0	2	1	0	29
Gastropoda	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	1	24	0	0	0	0	0	0	25
Bivalvia	Veneroida	<i>Sphaeriidae</i>	1	44	0	3	0	4	0	0	52
Malacostraca	Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	418	581	268	204	286	169	273	0	2199
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	8	5	1	0	0	18	0	0	32
Insecta	Plecóptera	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Insecta	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	11	7	2	0	0	6	1	0	27
Insecta	Coleóptera	<i>Scirtidae</i>	0	0	4	0	0	64	1	0	69
Insecta	Trichóptera	<i>Leptoceridae</i>	4	0	0	0	0	6	0	0	10
Insecta	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	15	0	467	0	0	195	254	0	931
Insecta	Trichóptera	<i>Polycentropodidae</i>	8	0	5	0	0	1	0	0	14
Insecta	Díptera	<i>Chironomidae</i>	1	3	8	0	0	31	0	5	48
Insecta	Díptera	<i>Dolichopodidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Insecta	Díptera	<i>Empididae</i>	0	0	0	0	0	19	0	0	19
Insecta	Díptera	<i>Muscidae</i>	0	1	3	1	0	0	0	1	6
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	28	24	1	9	239	37	0	0	538
Insecta	Díptera	<i>Tabanidae</i>	2	0	1	0	0	0	0	4	7
Insecta	Díptera	<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<b>Total de individuos (Abundancia)</b>			515	933	771	237	545	593	534	10	<b>4138</b>
<b>Total de familias (Riqueza)</b>			14	9	13	6	4	15	6	3	<b>21</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-11:** Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCh.

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-12:** Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCh.





Nota: Trabajo de campo, 2019.


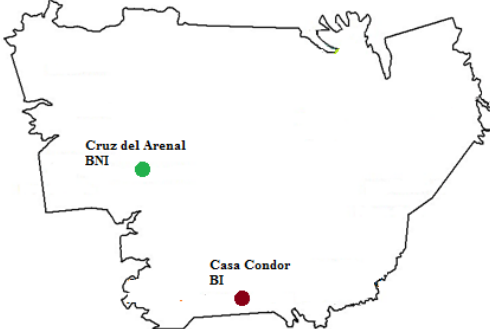
Al concluir el análisis de todas las muestras de macroinvertebrados que fueron recolectados en 8 bofedales de la RPFCH, se obtuvieron datos generales que muestran una riqueza total de 21 familias donde todas se lograron identificar, en relación a la abundancia total, se logró un resultado de 4138 individuos recolectados, de los cuales como se refleja claramente en la figura VII-11 la mayoría pertenece a 3 familias: Hyalellidae, Simuliidae y Limnephilidae, por otra parte, como se observa en la figura VII-12 el bofedal que presenta el mayor número de familias (15), es el bofedal Culebrillas AI, esto quiere decir que este bofedal presenta las mejores condiciones para el desarrollo de macroinvertebrados en la reserva.

## B. DETERMINAR LA COMPOSICIÓN TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO


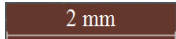



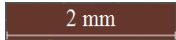

### 1. Descripción de las familias de macroinvertebrados de la RPFCH.

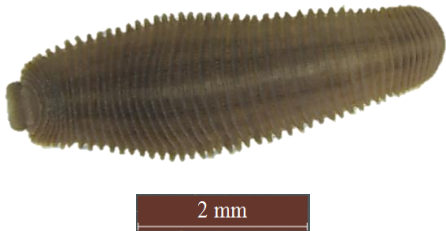


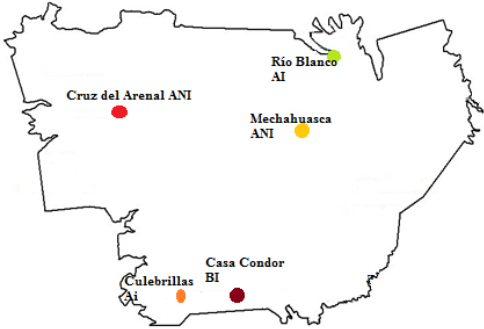
A continuación, se presentan las fichas que describen a las familias de macroinvertebrados bentónicos de la RPFCH.




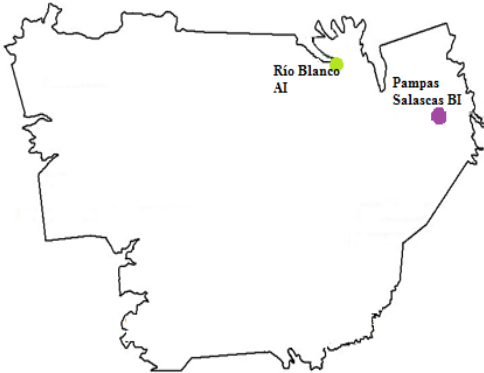
DUGESIIDAE			Registro fotográfico
<b>Clase:</b> Turbellaria	<b>Orden:</b> Tricladida	<b>Familia:</b> <i>Dugesiidae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Ejemplares de hasta 13 x 3mm. Su coloración dorsal es café claro con manchas café oscuro. Presencia de franja conspicua café claro a lo largo de la línea media, que atraviesa todo su cuerpo. Su región ventral es café pálido sin ningún tipo de manchas, el cuerpo presenta apariencia robusta y en toda su extensión se observan numerosas células glandulares con núcleos eritrófilos (Muñoz &amp; Vélez, 2007), faringe plegada. Cabeza con forma triangular (lanceolada o espatulada), sin tentáculos y con dos ojos (Jucar, s.f.).</p> <p><b>Hábitos:</b> Generalmente se encuentran desplazándose entre los intersticios del material vivo y no vivo en el agua. Papila peneal con pliegues laterales; bulbo peneal altamente muscular; vasos deferentes y vesículas seminales medianamente desarrollados; 2 cámaras bulbares muy características; testículos ventrales por toda la extensión del animal; una gran bolsa copuladora sacciforme; oviductos entrando dorso-ventralmente al canal de la bolsa copuladora, interrumpiendo su direccionalidad abruptamente (Muñoz &amp; Vélez, 2007). Pueden propagarse de dos maneras; es decir, la reproducción sexual por formación de capullo (cápsula de huevo) y asexualmente mediante fisión (Kawakatsu &amp; Mitchell, 2012).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predadores (Hamrsky, 2018); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col: -</b>  <b>Valor ABI: -</b>  <b>Valor Índice Adaptado: 5</b></p>			 <p>1 mm</p>
			Vista Ventral
			 <p>1 mm</p>
			Vista lateral
			 <p>1 mm</p>
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			





TUBIFICIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Oligochaeta	<b>Orden:</b> Haplotaxidae	<b>Familia:</b> <i>Tubificidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Llega a medir de 3 a 5 cm en estado adulto, aunque en algunos casos rebasa los 8 cm de largo su grosor, no es mucho, apenas unos milímetros (Contreras, 2014). El cuerpo se compone de segmentos corporales casi idénticos alineados en serie a lo largo del cuerpo. El número de segmentos varía, por lo general esta especie está compuesta por 200. En cada segmento se encuentran setas, estructuras similares a pelos, rígidas y pequeñas que sirven como agarres externos para la locomoción (Bembow, 2009).</p> <p><b>Hábitos:</b> Pueden ser muy abundantes en aguas ricas en materia orgánica, pero son muy sensibles a la contaminación química. Algunas familias pueden vivir en condiciones de anoxia, lo que hace no se les considere útiles como indicadores de alta calidad (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009). Son organismos oportunistas que se caracterizan por presentar dos estrategias reproductivas: asexual (la que en muchos casos se produce mediante una fisión transversa) y sexual, siendo la primera la más común en condiciones ambientales favorables y provocando un rápido crecimiento poblacional. La segunda estrategia, en cambio, es utilizada comúnmente en condiciones desfavorables (Armendáriz, 2008).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 1  <b>Valor ABI:</b> 1  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 1</p>						
			Vista Ventral			
			Vista lateral			
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						

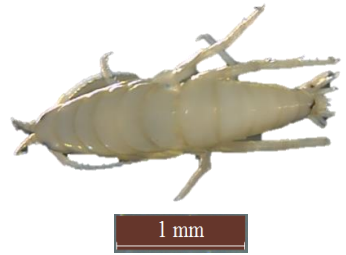


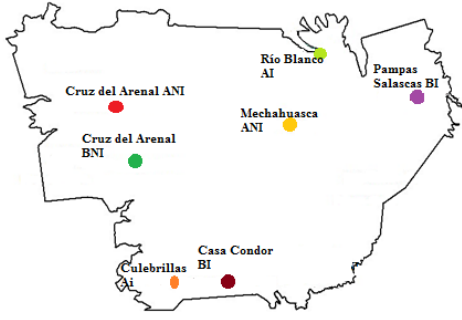





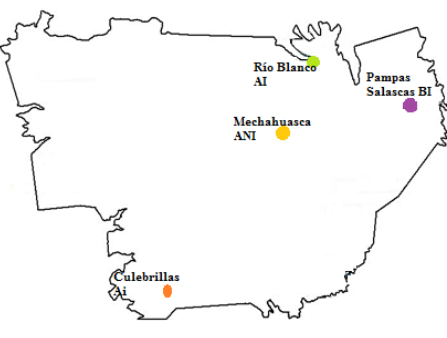
NAIDIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Oligochaeta	<b>Orden:</b> Haplotaxidae	<b>Familia:</b> <i>Naididae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Llega a medir de 3 a 5 cm en estado adulto, aunque en algunos casos rebasa los 8 cm de largo su grosor, no es mucho, apenas unos milímetros (Contreras, 2014). El cuerpo se compone de segmentos corporales casi idénticos alineados en serie a lo largo del cuerpo. El número de segmentos varía, por lo general esta especie está compuesta por 200. En cada segmento se encuentran setas, estructuras similares a pelos, rígidas y pequeñas que sirven como agarres externos para la locomoción (Bembow, 2009).</p> <p><b>Hábitos:</b> Suelen ser hermafroditas y la mayoría tienen reproducción sexual que implica la transferencia recíproca de espermatozoides y la fertilización que tiene lugar en un capullo que es secretado por el clitelo ; sin embargo, varios taxones de se reproducen asexualmente a través de la brotación (Bembow, 2009). Se encuentran en gran diversidad de ambientes, aunque se desarrollan preferentemente entre los macrófitos (Universidad de Vigo, 2018), pueden vivir en una amplia gama de sustratos, incluidos los moluscos, esponjas, musgos, hepáticas, y algas filamentosas (Gorni &amp; Alves, 2006).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> -  <b>Valor ABI:</b> 1  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 1</p>			 	
			Vista Ventral	 
			Vista lateral	 
			<b>Ubicación Geográfica</b>	

GLOSSIPHONIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Hirudinea	<b>Orden:</b> Glossiphoniiformes	<b>Familia:</b> <i>Glossiphoniidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Esta familia está caracterizada por la presencia de una ventosa anterior que rodea la boca y otra posterior o caudal, las cuales utiliza para fijarse fuertemente al sustrato, su cuerpo está formado por 34 segmentos, cada uno de los cuales posee un ganglio y un par de nervios (Gullo, 2014). Cuerpo aplanado dorso ventralmente y mucho más ancho que la cabeza; huevos en capullos membranosos y jóvenes incubados en la superficie ventral del progenitor; 1–4 pares de ojos; sin manchas oculiformes en la ventosa posterior; segmentos 3-anulados (Thorp &amp; Rogers, 2016).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los hirudíneos tienen su máxima concentración en la vegetación sumergida y son escasos a grandes profundidades debido a la falta de vegetación, sustratos adecuados y nutrientes. Sus limitaciones en el ambiente son: disponibilidad de nutrientes, naturaleza del sustrato, profundidad del agua, corriente tamaño y naturaleza del cuerpo de agua, dureza, pH, temperatura, mínima concentración de oxígeno disuelto, turbidez y salinidad. (Gullo, 2014).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 3  <b>Valor ABI:</b> 3  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 4</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	





LYMNAEIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Gastropoda	<b>Orden:</b> Basommatophora	<b>Familia:</b> <i>Lymnaeidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Molusco de concha cónica dextrógira (Roldán, 1996), de un tamaño de 5-9 x 2-4.5 mm, de color claro, amarillenta o de tonos cuerno, pardusca. Tiene entre 5 y 6 vueltas de espira, claramente separadas. Presenta una ornamentación a base de densas estrías regularmente dispuestas (Rubio, 2012). Apertura ovalada, con una altura menos de la mitad de la altura de la concha, con el margen anchamente reflejo en la parte de la columbela (Rubio, 2012). Poseen un canal entre el labio interno y la espiral del cuerpo (Brown &amp; Lydeard, 2010).</p> <p><b>Hábitos:</b> Típicamente viven en bosques pantanosos y prados húmedos. Aparece sobre plantas acuáticas y piedras de pequeños cursos de agua, como pequeños arroyos, pero también en depósitos de aguas artificiales, como lavaderos (Rubio, 2012). Viven prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación (Roldán, 1996). Son hermafroditas, con hábitos anfibios, están en las márgenes húmedas de la vegetación, o sobre el lodo del fondo acuático alimentándose de detritos vegetales y materia orgánica (Javitt, et al., 2012).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Raspador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 4  <b>Valor ABI:</b> 3  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 4</p>			 <p>1 mm</p>			
			Vista Ventral	 <p>1 mm</p>		
			Vista lateral	 <p>1 mm</p>		
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						




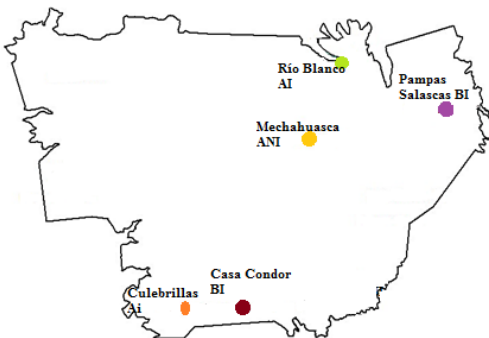
SPHAERIIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Bivalvia	<b>Orden:</b> Veneroida	<b>Familia:</b> <i>Sphaeriidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Se caracteriza por tener valvas frágiles y pequeñas (menos de 10 mm). Tiene forma redonda-ovalada (Soria, 2016). El contorno de la valva es más trapezoidal que cuadrangular con un margen dorsal muy extendido y tan largo como el ventral; levemente arqueado o recto y truncado en la región media, justo por debajo del umbo. El margen dorsal está conectado con los márgenes anterior y posterior por pronunciados ángulos. El extremo anterior se proyecta en un ángulo obtuso muy marcado o a veces redondeado. El extremo posterior truncado, ligeramente oblicuo y casi recto (Sobarzo, Jara, Peredo, &amp; Parada, 2002). Dientes laterales anteriores y posteriores presentes en el interior de las válvulas. Cáscara externa lisa o con estrías finas y concéntricas; cáscara delgada adultos en general &lt;2,5 cm (Thorp &amp; Rogers, 2016).</p> <p><b>Hábitos:</b> Se encuentran en los sustratos blandos en ríos, arroyos o lagunas. Otras especies se adhieren a superficies duras como piedras. Se alimentan filtrando agua. Es una especie hermafrodita de tipo simultáneo y presentan algún tipo de protección de los embriones en desarrollo (Soria, 2016), debido a que su reproducción es ovovivípara y vivípara, transportan los embriones durante el invierno y los liberan a fines de la primavera o principios del verano, además tienen capacidad para la fertilización y el nacimiento durante todo el año (Cummins &amp; Graf, 2015).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Filtrador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 4  <b>Valor ABI:</b> 3  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 5</p>			 <p>1 mm</p>			
			Vista Ventral	 <p>1 mm</p>		
			Vista lateral	 <p>1 mm</p>		
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						

HYALELLIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Malacostraca	<b>Orden:</b> Amphipoda	<b>Familia:</b> <i>Hyaellidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Cuerpo comprimido lateralmente, telson no fusionado al último somito abdominal, apéndices branquiales unidos a los apéndices torácicos, 3 pares de pleópodos y con ramas multiarticuladas, 3 pares de urópodos con 1 o 2 artejos, sin palpo mandibular, antena sin flagelo accesorio, tercer urópodo muy reducido unirramoso, ojos presentes (Fernandez &amp; Dominguez, 2001). Se los conoce comúnmente como camarones de agua dulce.</p> <p><b>Hábitos:</b> La mayoría de estos organismos se encuentran en el mar, aunque algunas especies son dulceacuícolas. En el mundo existen alrededor de 800 especies que viven en aguas dulces (Aguirre, 2011), se hallan también en ambientes semiterrestres (...). Como grupo están adaptados a distintos modos de vida, vagantes sobre el sustrato, cavadores, nadadores, tubícolas, unos pocos son comensales y parásitos en organismos hospedadores. La reproducción singámica es la regla, pero los machos son a menudo escasos (César, Armendáriz, Becerra, &amp; Liberto, 2004)</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentadores (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 7  <b>Valor ABI:</b> 6  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 5</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	

BAETIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Ephemeroptera	<b>Familia:</b> <i>Baetidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Ninfas de tamaño variable (2,0-22,0 mm). Cabeza hipognata, antenas cortas, ojos compuestos y ocelos laterales. Patas con tarsos de tres artejos. Tienen una forma hidrodinámica con abdomen plano. De color amarillo a amarillo parduzco (CORTOLIMA, 2008). Se les pueden reconocer fácilmente por sus cuerpos delgados y branquias como láminas en la zona abdominal en segmentos de 1 a 5 solamente; tienen un filamento terminal menos de un cuarto del largo de los cercos; y tergitos abdominales con proyecciones o tubérculos dorsales (Flowers &amp; De la Rosa, 2010).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los machos poseen ojos altamente desarrollados para reconocer visualmente a las hembras, los cuales se pueden apreciar inclusive en las ninfas maduras. En las ninfas la mayor parte de la respiración se hace por la piel. Las ninfas son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de una variedad de algas y detritus. La mayoría viven en la superficie de piedras, arena o barro. Son tolerantes amplios a la temperatura y, hasta cierto punto, a la contaminación. Las hembras adultas se arrastran dentro del agua para pegar sus huevos a las piedras del fondo (Flowers &amp; De la Rosa, 2010).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colectores-Recolectores (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 7  <b>Valor ABI:</b> 4  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 7</p>						
			Vista Ventral			
			Vista lateral			
						Ubicación Geográfica
						






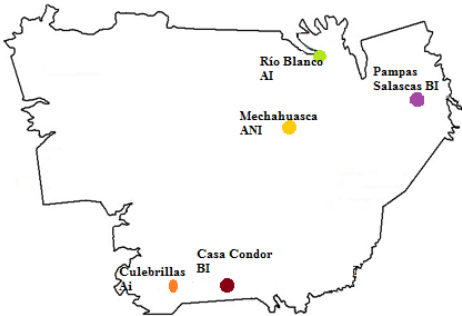
GRIPOPTERYGIDAE			Registro fotográfico
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Plecóptera	<b>Familia:</b> <i>Gripopterygidae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Las ninfas de plecópteros se caracterizan por tener dos cercos, largas antenas, agallas torácicas en posición ventral, su tamaño varía entre los 10 y 30 mm y su coloración puede ser amarillo pálido, pardusco hasta café oscuro o negro. La respiración la realiza por medio de agallas a través de la superficie corporal. Los huevos los ponen sobre al agua durante el vuelo (Roldán, 1996). Carece de placa subgenital y tiene apertura genital libre sobre el margen posterior de la octava tallita. Las branquias abdominales son mechones cortos de filamentos no segmentados ubicados entre el cerco anal (Heckman, 2003).</p> <p><b>Hábitos:</b> Se extiende por la parte oeste de América del Sur desde el Sur hasta Perú y Colombia y en el Este se encuentra en las montañas del Sur, Sureste y Centro de Brasil. Las ninfas se colectan asociadas a musgos en arroyos fríos y muy torrentosos, en sectores altos de la Cordillera de Los Andes (Vera, 2006).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentador (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> -  <b>Valor ABI:</b> 10  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 10</p>			
			Vista Ventral
			
			Vista lateral
			
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			

ELMIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Coleóptera	<b>Familia:</b> <i>Elmidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Las larvas son de cuerpo elongado, miden de 3-14 mm. El abdomen está dividido en 9 segmentos, el noveno segmento presenta en la superficie ventral un opérculo, el cual contiene las branquias a modo de finas pilosidades. Los adultos son de cuerpo endurecido, de forma oval-elongados. Miden entre 2,5-7,0 mm. Antenas largas y filiformes; tarsos con 5 tarsómeros, el 5to tarsómero tan largo como los 4 primeros combinados (Cortolima, 2008).</p> <p><b>Hábitos:</b> Son habitantes comunes en ambientes lóticos, con elevada velocidad de corriente y buena disponibilidad de oxígeno, donde son importantes constituyentes de la comunidad bentónica. También pueden ser encontrados en ambientes lénticos, donde solo serían transeúntes (Manzo, 2013). Se alimentan de algas y detritos. Tienen respiración por medio de plastrón y rara vez salen a la superficie, pero son comunes en trampas de luz ya que suelen realizar vuelos de dispersión en verano, el ciclo de vida de las larvas es lento (Roldán, 1996).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 6  <b>Valor ABI:</b> 5  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 4</p>						
			Vista Ventral			
			Vista lateral			
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						



SCIRTIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Coleóptera	<b>Familia:</b> <i>Scirtidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Son de cuerpo relativamente blando, con una longitud de 1,0 a 15,0 mm, ligeramente aplanados a muy convexos, casi subglobulares. El cuerpo suele ser de color marrón amarillento o marrón a negruzco. Varios taxones tienen patrones de contraste que consisten en manchas amarillas, y otros tienen un tono metálico. El cuerpo suele estar cubierto de pelos semi erectos, pero en raras ocasiones el dorso está desprovisto de sedación. Tienen antenas multisegmentadas y, a menudo, muy largas, que a veces superan la mitad de la longitud del cuerpo. Mandíbulas, maxilares, hipo faringe y epifaringe formando un complejo aparato de filtrado (TOLWEB, 2011).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los adultos son terrestres se encuentran sobre la vegetación cercana a los cuerpos de agua, y son comunes en trampas de luz. Solamente las larvas son acuáticas son comunes en hábitats lénticos, se alimentan de material vegetal en descomposición, son detritívoros y herbívoros; suelen pupar en el suelo o entre musgos; algunas especies pupan dentro del agua (Roldán, 1996).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Raspador (Ode, 2003).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 7  <b>Valor ABI:</b> 5  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 7</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	


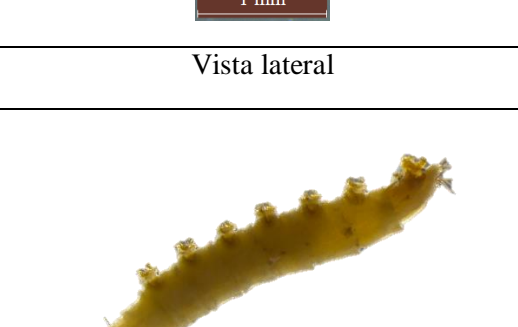
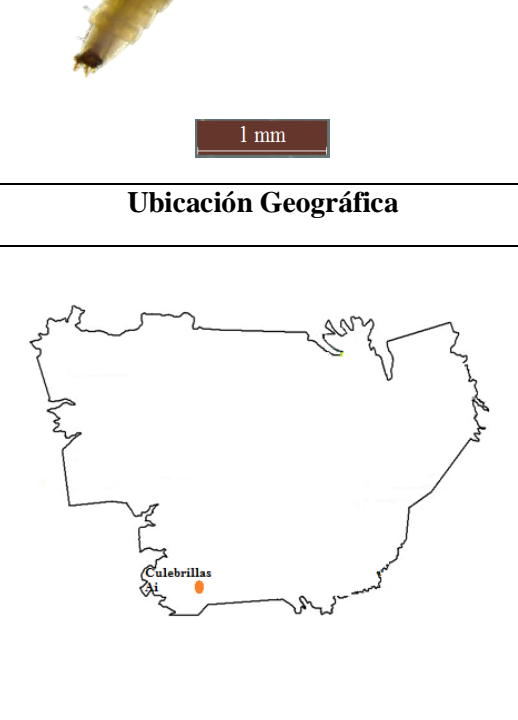
LEPTOCERIDAE			Registro fotográfico
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Trichóptera	<b>Familia:</b> <i>Leptoceridae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Los trichópteros son insectos holometábolos que están relacionados con los lepidópteros y los adultos asemejan pequeñas polillas. Sin embargo, sus piezas bucales no forman una proboscis, aunque poseen palpos bien desarrollados. Sus alas están cubiertas de pelos en lugar de escamas (aunque hay excepciones), característica que le da el nombre al orden (trichos: pelos; ptera: alas). Muchas especies de trichópteros poseen antenas sumamente largas y en reposo las alas se mantienen a menudo dobladas en forma de techo encima del cuerpo. El tamaño de los adultos varía entre 2 a 30mm, y la mayoría son de colores oscuros (café-negros) (Springer, 2010).</p> <p><b>Hábitos:</b> Las larvas viven en diversos ambientes acuáticos y construyen refugios fijados al sustrato o casitas portátiles de una variedad de formas y materiales. Para la construcción, las larvas utilizan seda producida por una glándula bucal (Springer, 2010). Se encuentran en una gran variedad de hábitats tanto lénticos como lóticos, construyen capullos cónicos con materiales diversos (Domínguez, 2009).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Filtrador (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 8  <b>Valor ABI:</b> 8  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 9</p>			
			Vista Ventral
			
			Vista lateral
			
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			

<b>LIMNEPHILIDAE</b>			<b>Registro fotográfico</b>
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Trichóptera	<b>Familia:</b> <i>Limnephilidae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Las larvas forman estuches tubulares de una gran variedad de materiales, mezclando piedritas y materia orgánica, alcanzando hasta 25mm, poseen cuerno prosternal (Springer, 2010). Pronoto enteramente esclerotizado. Mesonoto con un par de escleritos dorsales que ocupan casi toda la superficie dorsal del segundo segmento torácico. Metanoto con seis plaquitas esclerotizadas, excepcionalmente dos. Primer segmento abdominal con una protuberancia medio dorsal y dos laterales, utilizadas para sujetar el «canuto». Poseen traqueo branquias abdominales, exceptuando las larvas terrestres. Presencia de una placa esclerotizada de posición dorsal en el noveno segmento abdominal. Poseen una envoltura cilíndrica transportable o «canuto», construido con seda y, granos de arena, guijarritos, detritus, o fragmentos vegetales (Camargao &amp; García, 1988).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los Limnephilidae se encuentran en charcos, lagunas y ríos de zonas altas, generalmente por encima de los 2 000m (Springer, 2010). Se han observado larvas de Desmona que salen del agua por la noche para alimentarse de plantas costeras Las larvas Limnephilidae usan materiales tanto vegetales como minerales en sus casos; la tendencia general en la familia es que las larvas en aguas corrientes frescas usan material rocoso, mientras que las que se encuentran en hábitats lénticos más cálidos usan material vegetal (Holzenthal, Blahnik, Prather, &amp; Kjer, 2010).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentador (Ode, 2003).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> -  <b>Valor ABI:</b> 7  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 8</p>			
			Vista Ventral
			
			Vista lateral
			
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			


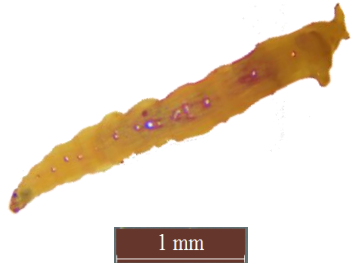

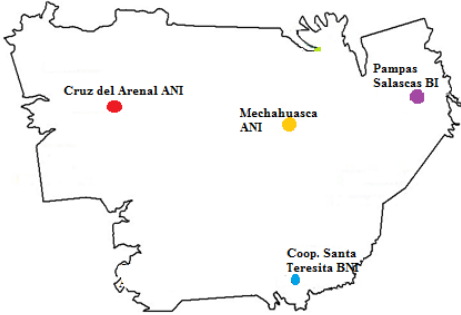
POLYCENTROPODIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Trichóptera	<b>Familia:</b> <i>Polycentropodidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Larvas con cabeza más o menos alargada y puntos negros donde se insertan los músculos; pronoto esclerotizado, con constricción antes del extremo posterior, o esta parte más angosta que la anterior; cuerpo en forma de coma, sin branquias abdominales, tienen una hilera de setas finas a los lados del abdomen. Las propatas anales son alargadas y poseen uñas terminales bien desarrolladas, frecuentemente con ganchos dorsales accesorios. Poseen labrum esclerotizado, semicircular o redondeado. Trocánter de la pata protorácica con ápice muy agudo, fusionado completamente con el episternon sin ninguna sutura de separación (Cortolima, 2008).</p> <p><b>Hábitos:</b> Se encuentra en América del Sur ampliamente distribuida a lo largo de la Cordillera de los Andes. Las larvas se hallan en ríos de tamaño mediano a pequeño, poco caudalosos, con baja velocidad de corriente, de fondos arenosos y aguas frías y claras (Gil, Garelis, &amp; Vallania, 2006), donde depredan sobre otros invertebrados. Se movilizan ágilmente, mediante el uso de propatas anales bien desarrolladas, construyen refugios fijados al sustrato y forman amplias redes de hilos de seda en áreas de poca corriente o tubitos de seda debajo de rocas en ríos (Springer, 2010).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Ode, 2003); (Chará <i>et al.</i>, 2010).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 9  <b>Valor ABI:</b> 8  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 9</p>						
			Vista Ventral			
			Vista lateral			
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						

CHIRONOMIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Chironomidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Poseen una cápsula craneal completa no retráctil sobre el tórax, bien quitinizada, con estructuras sensoriales y aparato bucal con estructuras de variada complejidad y característico para cada subfamilia, mandíbulas oponibles, poseen 12 segmentos corporales, los tres primeros torácicos constituirán el cefalotórax de la futura pupa., cuerpo generalmente provisto de setas o pelos ordenados en hilera, en mechones o irregularmente distribuidos, no poseen espiráculos funcionales y la respiración la realiza a través del tegumento, presentan un par de parápodos anteriores sobre el primer segmento torácico y un par de parápodos posteriores en el último segmento abdominal (Roldán, 1996).</p> <p><b>Hábitos:</b> Distribución amplia en todo tipo de ambientes dulceacuícolas y algunos hábitats semiacuáticos y marinos del mundo. Su presencia contribuye a la buena salud de los ecosistemas, debido a que son consumidores importantes de materia orgánica particulada; detritos, restos en descomposición de plantas, algas y animales, y además, enriquecen la dieta de los peces, crustáceos, odonatos, coleópteros y hemípteros que se alimentan de ellos (Sotelo, Leví, &amp; Rodríguez, 2014). Esta familia abarca especies con espectros ecológicos muy variados. Hay especies que viven en tubos de detritus, otras que excavan galerías y otras de vida libre (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 2  <b>Valor ABI:</b> 2  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 3</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	

DOLICHOPODIDAE			Registro fotográfico			
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Dolichopodidae</i>	Vista dorsal			
<p><b>Descripción:</b> Cuerpo blanquecino cilíndrico y relativamente delgadas, con hendiduras rastreras distintas en los segmentos 4 a 11. El extremo anterior está afilado y el extremo posterior está truncado con cuatro o más lóbulos en el segmento 12. La cabeza larvaria se modifica posteriormente en dos barras metacefálicas apáticas o expandidas apáticamente y dos brazos tentoriales, y la mandíbula larval está compuesta de cuatro componentes (Brooks, 2005). Endoesqueleto cefálico esclerosado, conformado por los escleritos mandíbulo-maxilares. Segmentos torácicos sencillo. Cada uno de los segmentos abdominales 1ero-7mo con un par de protuberancias en el margen anterior (Ibañez, Hernandez, &amp; Martin, 2004).</p> <p><b>Hábitos:</b> Habitan en el lodo, el suelo húmedo, la hojarasca, el musgo, las esteras de algas, las algas en descomposición, las heridas de la savia, la corteza, los desechos de los árboles y los tejidos de las plantas (Brooks, 2005), mientras que otras prefieren concretamente las rocas emergentes de los ríos o caídas de agua. Se encuentran en climas cálidos y son más comunes en la temporada de lluvias. Son predadoras de larvas de Culicidae (Ibañez, Hernandez, &amp; Martin, 2004).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 4  <b>Valor ABI:</b>  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 2</p>						
			Vista Ventral			
			Vista lateral			
						<b>Ubicación Geográfica</b>
						


EMPIDIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Empididae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Hay mucha variación, pero en general son de tamaño mediano a chico, de 1 a 15 mm. Son más bien oscuros de colores no metálicos y bastante peludos. Suelen ser delgados, de largas patas, de cuello definido y con una joroba en el tórax. Algunos tienen una larga probóscide. Los machos suelen tener ojos más grandes que las hembras y éstas tienen un abdomen más grueso (Moultona &amp; Wiegmannb, 2007).</p> <p><b>Hábitos:</b> Viven en corrientes lentas en áreas marginales adheridos a la vegetación. Sus estadios inmaduros se encuentran en el suelo y material vegetal en descomposición. Las larvas como los adultos suelen ser depredadores, son acuáticas e higropetrícolas, son indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán, 1996). Este grupo puede vivir en una gran variedad de hábitats, desde manantiales y ríos hasta embalses o charcas. Sin embargo, parecen ser más habituales en zonas de cabecera. Si bien son depredadores, puede complementar su dieta con detritus o trozos de hojas. Soportan niveles de contaminación moderados (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).  <b>Valor IBMWP/Col:</b> 4  <b>Valor ABI:</b> 4  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 6</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	







<b>MUSCIDAE</b>			<b>Registro fotográfico</b>
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Muscidae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Los múscidos incluyen especies de cuerpo robusto a delgado y de tamaño pequeño a grande (2-14 mm). Presentan coloración variada, desde gris, negro o amarillo a azul o verde metálico. Los machos son por lo general holópticos (con la frente estrecha y las placas frontoorbitales contiguas), pero pueden ser en algunos casos dicópticos (con la frente ancha). La hembra es siempre dicóptica, con o sin cerda interfrontal. En ambos sexos la arista es desnuda, pubescente o largamente plumosa y las vibrisas generalmente fuertes y acompañadas de cerdas menores (Perez &amp; Wolff, 2011).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los múscidos, no ocurren en regiones muy áridas o regiones extremadamente frías como picos nevados de alta montaña, pero son relativamente comunes en regiones de altitud, donde cumplen una importante función como polinizadores y visitantes florales. Las larvas se pueden encontrar en madrigueras de mamíferos, nidos de aves, pantanos y corrientes de agua (Perez &amp; Wolff, 2011), también son halladas en material orgánico en descomposición de origen vegetal más frecuentemente, pueden ser saprófagas, predatoras (Cortolima, 2008).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Ode, 2003).  <b>Valor IBMWP/Col:</b> 2  <b>Valor ABI:</b> 2  <b>Valor Índice Adaptado:</b> 3</p>			
			Vista Ventral
			
			Vista lateral
			
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			



SIMULIIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Simuliidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Miden entre 3.0-15.0mm; cabeza esclerotizada con manchas dorsales oscuras, pro pata torácica con pequeños dientes. Prolongaciones presentes en segmentos anteriores y posteriormente con un disco adhesivo, larva apneústica (Roldán, 1996). Color habano con pigmentación jaspeada verde oliva, con zonas dispersas color sepia. Tegumento del cuerpo glabro. Escotadura gular bastante angosta y profunda, mandíbulas con dos dientes marginales. Esclerito anal con 79 a 84 filas, cada una con 14-16 ganchos. Branquias anales con tres ramas primarias, respectivamente con ramas secundarias. Escamas rectales presentes (Muños, Bueno, &amp; Moncada, 1984).</p> <p><b>Hábitos:</b> Se desarrollan en aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos, se hallan desde el nivel del mar hasta aproximadamente 5000 m de altitud en el Neotrópico. Las larvas se alimentan por filtración de algas, bacterias, partículas orgánicas de organismos muertos y material inorgánico, mostrando una gran capacidad para metabolizar diferentes materiales. Estos insectos juegan un papel importante en el ciclo bioenergético de aguas continentales. Los <i>Imagoes</i> son voladores fuertes, y las hembras son bien conocidas por su mordedura. Los hábitos y la importancia de la salud pública son vectores de varios patógenos (Coscarón &amp; Coscarón, 2007). Su desplazamiento es pasivo producido por la corriente acuática y pueden evitar ser arrastradas manteniéndose por el hilo de seda o por la ventosa anal. Cuando llegan a su último estadio, construyen un capullo con la seda secretada por sus glándulas salivares, que servirá de refugio a la crisálida (Gobierno Regional de Arica y Parinacota, 2015).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Filtrador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 8</p> <p><b>Valor ABI:</b> 5</p> <p><b>Valor Índice Adaptado:</b> 6</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	

TABANIDAE			Registro fotográfico
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Tabanidae</i>	Vista dorsal
<p><b>Descripción:</b> Fácilmente reconocibles por la presencia de pseudópodos dispuestos en anillo alrededor de los segmentos del cuerpo (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009), son cilíndricas, fusiformes y en ellas se pueden diferenciar tres segmentos torácicos y ocho abdominales, el último con un sifón respiratorio. El primero con la cápsula cefálica esclerotizada y a veces pigmentada en la que destacan las mandíbulas fuertemente pigmentadas y recurvadas que se desplazan en un plano vertical. El segmento anal carece de pseudópodos y presenta en su extremo posterior el sifón retráctil (a veces con una espina). En su parte dorsal aparece una pequeña ampolla que puede verse por transparencia, es el órgano de Graber (Salom &amp; Vega, 1990).</p> <p><b>Hábitos:</b> Habitan en torrentes o zonas de corriente, sobre la arena y gravas del fondo, si bien hay especies que colonizan aguas estancadas viviendo sobre limos y lodos. Son predatoras, y pueden soportar cierto grado de polución orgánica (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i>, 2005).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 4</p> <p><b>Valor ABI:</b> 4</p> <p><b>Valor Índice Adaptado:</b> 2</p>			 <p>1 mm</p>
			Vista Ventral
			 <p>1 mm</p>
			Vista lateral
 <p>1 mm</p>			
			<b>Ubicación Geográfica</b>
			

TIPULIDAE			Registro fotográfico	
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> <i>Tipulidae</i>	Vista dorsal	
<p><b>Descripción:</b> Cabeza no fusionada con el tórax y primer segmento abdominal; discos ventrales ausentes. Disco espiracular en el último segmento abdominal (Roldán, 1996). Las larvas presentan la cutícula unida alrededor de mitad de la cabeza, permitiéndole retraerse y espiráculos abdominales terminales rodeados por 5 ó 6 lóbulos carnosos. Coloración, amarilla, beige, blanca y café, el tamaño varía de 2 a 28.5 mm de longitud (Cortolima, 2008).</p> <p><b>Hábitos:</b> Pueden vivir en un amplio espectro de ambientes, desde arroyos de corrientes rápidas a lagunas o charcas temporales. Suelen vivir enterrados en zonas de limos, lodos o arena en el fondo del cauce. La mayoría son detritívoros, aunque algunas especies raen los vegetales acuáticos. No está considerado como un grupo especialmente sensible. Se les encuentra en material en descomposición de otros animales (Contreras, 2014).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentador (Ode, 2003); (Chará <i>et al.</i>, 2010).</p> <p><b>Valor IBMWP/Col:</b> 3</p> <p><b>Valor ABI:</b> 5</p> <p><b>Valor Índice Adaptado:</b> 6</p>				
			Vista Ventral	
			Vista lateral	
			<b>Ubicación Geográfica</b>	

**Tabla VII-25:** Composición trófica de macroinvertebrados de 8 bofedales de la RPFCH.

FAMILIA	GRUPO TRÓFICO
Dugesidae	P= Predador (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Tubificidae	CR= Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Naididae	CR= Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Glossiphoniidae	P= Predador (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Lymnaeidae	R=Raspador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Sphaeriidae	CF=Colector-Filtrador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Hyalellidae	F= Fragmentador (Cummins <i>et al.</i> , 2005).
Baetidae	CR= Colector-Recolector (Cummins <i>et al.</i> , 2005).
Gripopterygidae	F=Fragmentador (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Elmidae	CR= Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Scirtidae	R=Raspador (Ode, 2003)
Leptoceridae	O= Colector-Filtrador (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Limnephilidae	F=Fragmentador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Polycentropodidae	P= Predador (Ode, 2003); (Chará <i>et al.</i> , 2010)
Chironomidae	CR= Colector-Recolector (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Dolichopodidae	P= Predador (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Empididae	P= Predador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Muscidae	P= Predador (Ode, 2003)
Simuliidae	CF=Colector-Filtrador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Tabanidae	P= Predador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)
Tipulidae	F=Fragmentador (Ode, 2003); (Cummins <i>et al.</i> , 2005)

Nota: Trabajo de campo, 2019.

**Tabla VII-26:** Composición trófica de los macroinvertebrados de 8 bofedales de la RPFCH.

Grupo Trófico Funcional	Río Blanco AI	Pampas Salasacas BI	Mechahuasca ANI	Cruz del Arenal ANI	Cruz del Arenal BNI	Culebrillas AI	Casa Cóndor BI	Coop. Santa Teresita BNI
Predador	4	2	6	3	1	4	1	2
Colector-Recolector	4	3	3	0	1	3	2	1
Raspador	1	1	1	0	0	1	1	0
Colector-Filtrador	3	2	1	2	1	3	0	0
Fragmentador	2	1	2	1	1	4	2	0

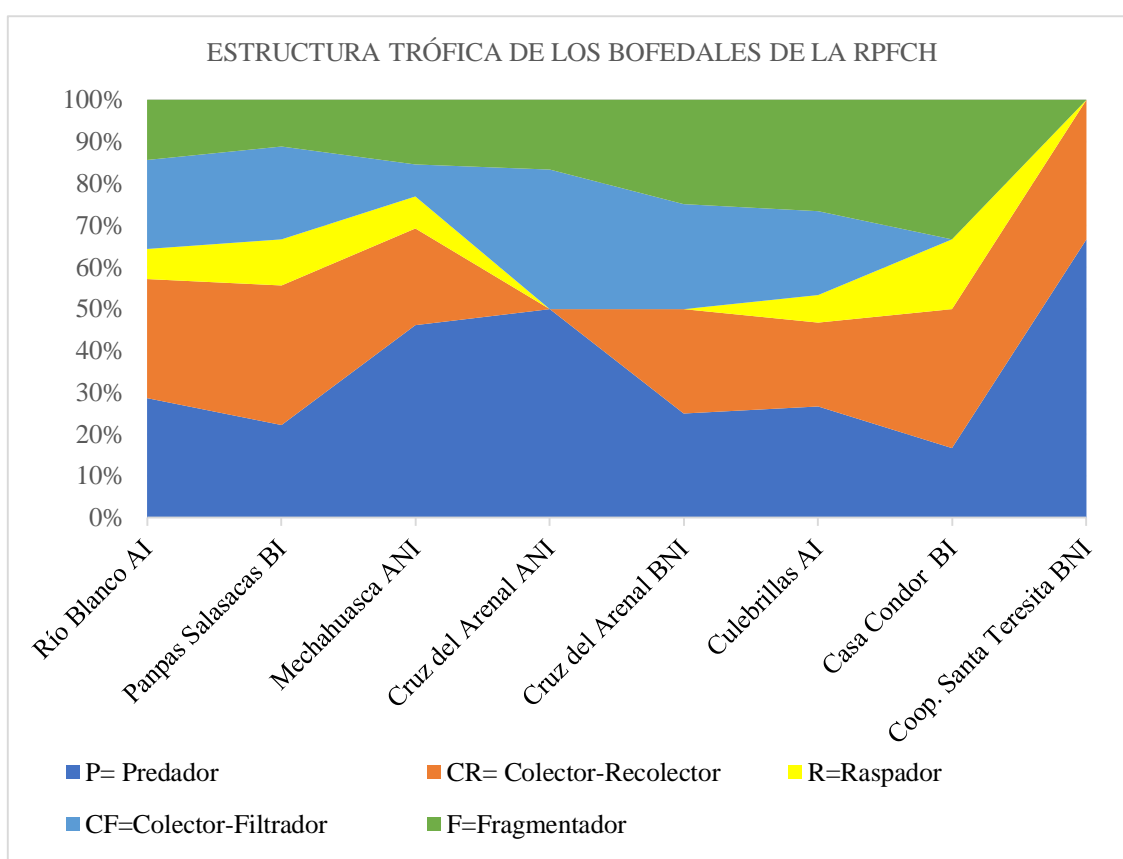
Nota: Trabajo de campo, 2019.

## 2. Análisis de la Estructura Trófica

De los 21 taxas identificados en las muestras, 7 correspondieron a predadores, 5 a colectores-recolectores, 4 a fragmentadores, 3 a colectores-filtradores y 2 a raspadores.

El grupo funcional dominante en la mayoría de bofedales y con presencia en todos estos puntos, fue el predador, el cual se alimenta de la mayor cantidad de presas disponibles, en este caso, el grupo de los colectores, los mismos que tiene una gran presencia en todos los bofedales y se presta como alimento para este grupo de organismos (Bernal, García, Novoa, & Pinzón, 2015).

El grupo de los colectores (colectores-recolectores y colectores-filtradores) los cuales se alimentan de materia orgánica particulada fina (MOPF), está presente en todos los bofedales muestreados, sin embargo, se presenta con mayor porcentaje en los bofedales donde se evidenció una alta actividad agrícola y ganadera muy cercana a su cauce (Río Blanco AI, Pampas Salasacas BI, Mechahuasca, Casa Cóndor y Culebrillas AI); así mismo en estos bofedales debidos a las actividades antes mencionadas, se presentan los fragmentadores los cuales consumen materia orgánica gruesa, con un alto porcentaje en todos los bofedales a excepción de Pampas Salasacas, que se muestra inferior en contraste con el grupo de colectores, esta particularidad puede atribuirse a que en este bofedal hay una gran presencia de microorganismos descomponedores de materia orgánica gruesa, los mismos que son también aprovechados por los recolectores y filtradores, aumentando en este bofedal su abundancia. Por otro lado, en los bofedales Río Blanco AI, Pampas Salasacas BI, Mechahuasca, Casa Cóndor y Culebrillas AI, se encontró al grupo de los raspadores, pero en un bajo porcentaje en relación a los demás grupos, lo que se relaciona con una baja presencia de perifiton; este hecho se muestra sorprendente debido a que estos bofedales están involucrados directamente con las actividades agropecuarias (Figura VII-13).



**Figura VII-13:** Estructura trófica de los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

## C. ANALIZAR LOS COMPONENTES FÍSICOS, QUÍMICOS DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA.

### 1. Resultados y análisis Físico-Químicos.

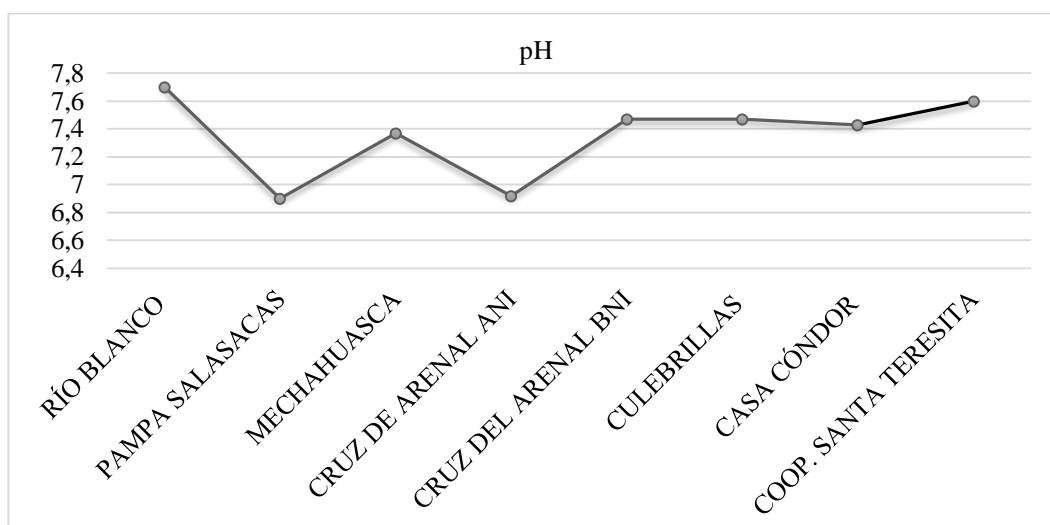
Los resultados de los componentes físicos y químicos de las muestras de agua analizadas en el Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluente Industriales LASA en Quito y datos tomados in situ en cada uno de los 8 bofedales se muestran en las siguientes tablas:

## a. PH

**Tabla VII-27:** Resultados de pH en los 8 bofedales de la RPFCH.

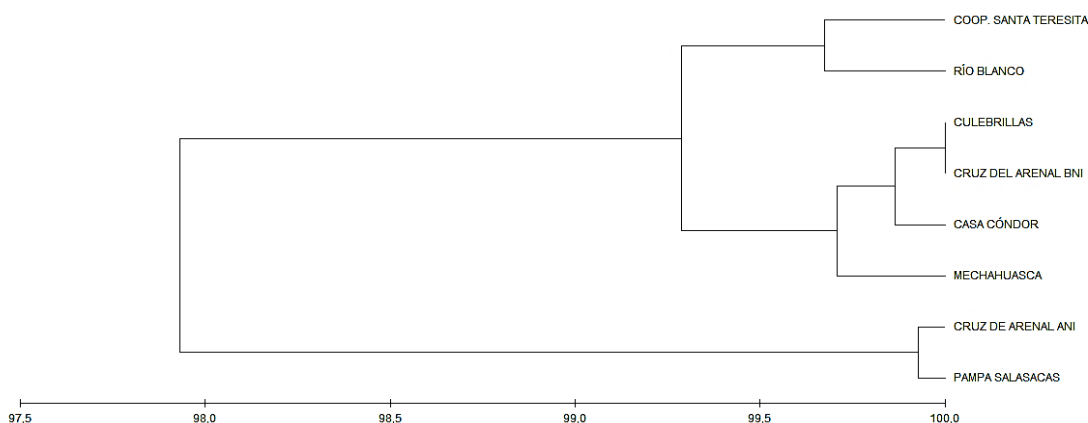
BOFEDALES	pH
RÍO BLANCO AI	7,7
PAMPA SALASACAS BI	6,9
MECHAHUASCA ANI	7,37
CRUZ DE ARENAL ANI	6,92
CRUZ DEL ARENAL BNI	7,47
CULEBRILLAS AI	7,47
CASA CÓNDOR BI	7,43
COOP. SANTA TERESITA BNI	7,6

Nota: LASA, 2019.

**Figura VII-14:** Resultados del pH en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado del pH (figura VII-14) es neutro, con variaciones mínimas en dos bofedales Cruz del Arenal ANI y Pampas Salasacas BI, siendo éste último su valor más bajo (6,90) y su valor más alto (7,70) en Río Blanco AI. Mediante esto, y de acuerdo a lo que estipula la ley ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio, Ambiente (TULSMA), se determinó que los valores de pH en el agua están dentro de los parámetros admisibles para consumo humano y uso doméstico; conservación de la vida silvestre y para riego agrícola.

**Figura VII-15:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para pH en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos del pH (figura VII-15), el valor de similitud es siempre superior al 97,5% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

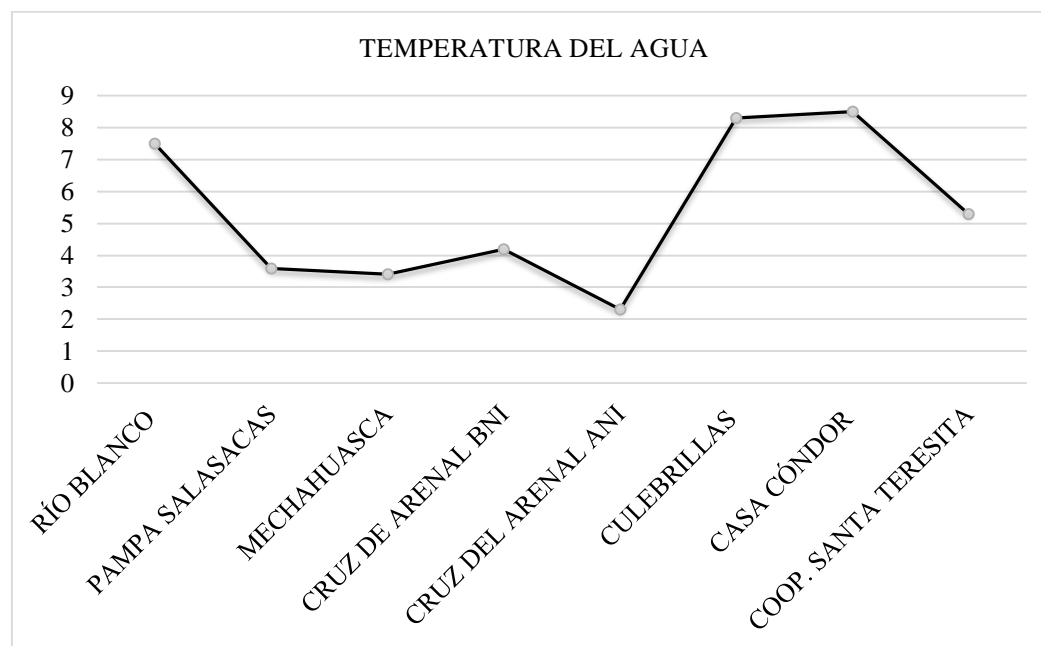
En el primer grupo se observa a 2 bofedales (Cruz del Arenal ANI y Pampas Salasacas BI) claramente alejados del resto, pero similares entre sí, mostrando el valor más bajo que conjuntamente tienen, en el segundo grupo el bofedal Culebrillas AI y Cruz del Arenal BNI muestran tener semejanza con los bofedales Casa Cóndor BI y Mechahuasca ANI, siendo los 2 primeros los totalmente similares entre sí. para terminar, en el tercer grupo son semejantes los bofedales Culebrillas y Coop. Santa Teresita BNI.

#### b. Temperatura del agua

**Tabla VII-28:** Resultados de Temperatura del Agua en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	TEMPERATURA DEL AGUA	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	7,5	C°
PAMPA SALASACAS BI	3,6	C°
MECHAHUASCA ANI	3,4	C°
CRUZ DE ARENAL ANI	4,2	C°
CRUZ DEL ARENAL BNI	2,3	C°
CULEBRILLAS AI	8,3	C°
CASA CÓNDOR BI	8,5	C°
COOP. SANTA TERESITA BNI	5,3	C°

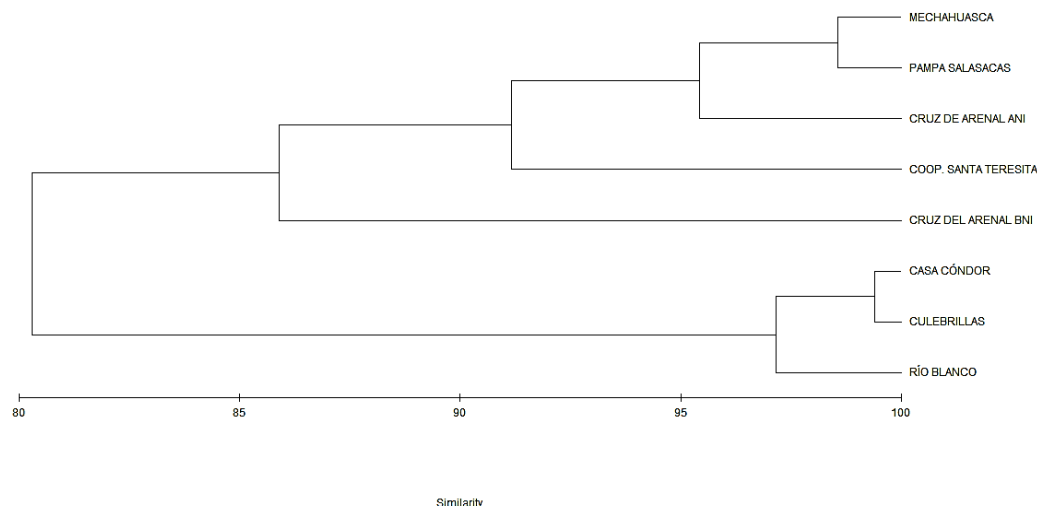
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-16:** Resultados de la Temperatura del Agua en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de la temperatura del agua (figura VII-16) es variado en todos los bofedales debido a que las condiciones climáticas fueron totalmente diferentes al momento de la toma de este parámetro, además cada bofedal se encuentra en un rango altitudinal distinto, es así que se obtuvo el valor más bajo de temperatura en el bofedal Cruz del Arenal BNI con 2,3 °C y el valor más alto en Casa Cóndor BI con 8,5 °C, por lo que se determinó según el TULSMA, que el agua bajo este parámetro es apta para consumo humano y uso doméstico, preservación de la vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario.



**Figura VII-17:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para temperatura del agua en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de la Temperatura (figura VII-17), el valor de similitud es siempre superior al 80% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo se observa a los bofedales Casa Cóndor BI, Culebrillas AI, teniendo gran similitud con Río Blanco AI, estos tres se notan claramente alejados del resto debido a su alto valor obtenido, en el segundo grupo el bofedal Cruz del Arenal BNI muestra semejanza con Cooperativa Santa Teresita BNI y finalmente en el tercer grupo, los bofedales Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI comparten una gran similitud con el bofedal Cruz del Arenal ANI por su distintivo de baja temperatura.

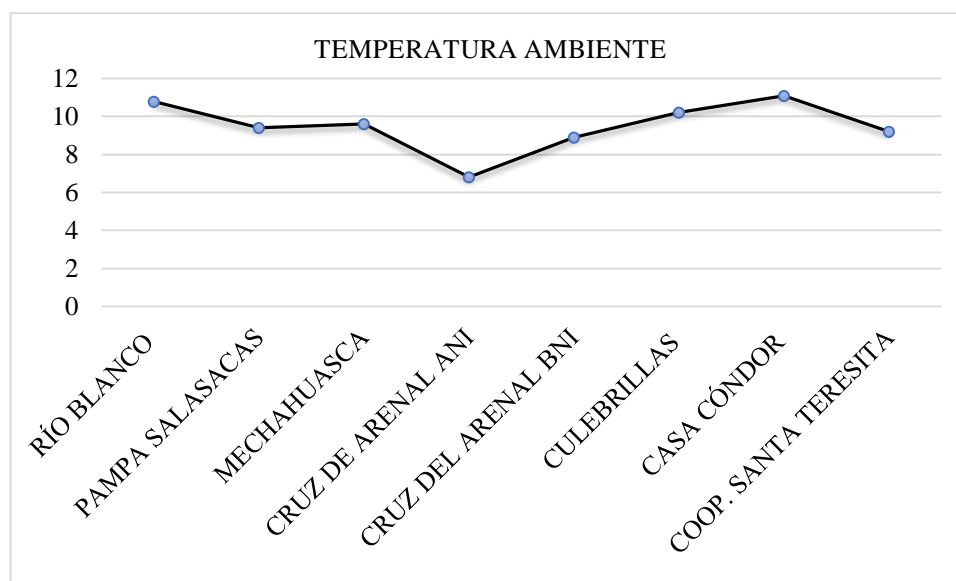
### c. Temperatura Ambiente

**Tabla VII-29:** Resultados de la Temperatura Ambiente en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	TEMPERATURA AMBIENTE	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	10,8	°C
PAMPA SALASACAS BI	9,4	°C
MECHAHUASCA ANI	9,6	°C
CRUZ DE ARENAL ANI	6,8	°C
CRUZ DEL ARENAL BNI	8,9	°C
CULEBRILLAS AI	10,2	°C
CASA CÓNDOR BI	11,1	°C
COOP. SANTA TERESITA BNI	9,2	°C

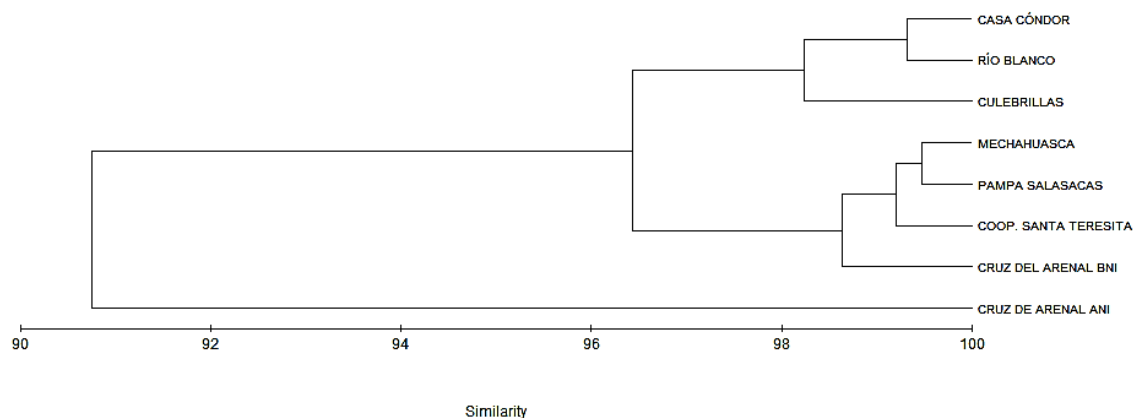
Nota: LASA, 2019.





**Figura VII-18.** Resultados de la Temperatura Ambiente en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: LASA, 2019.

El resultado de la temperatura ambiente (figura VII-18) varía en todos los bofedales porque al momento de tomar los datos de este parámetro las condiciones climáticas fueron totalmente diferentes, a más de esto cada bofedal se encuentra en un rango altitudinal distinto, es así que obtuvimos los siguientes resultados: con el valor más bajo el bofedal Cruz del BNI con 6,8 °C y con el valor más alto de 11.1 °C Casa Cóndor BI, con lo que de acuerdo al TULSMA se determinó que los valores de la temperatura ambiente están dentro de los parámetros permisibles.



**Figura VII-19:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para temperatura ambiente en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de la Temperatura (figura VII-19), el valor de similitud es siempre superior al 90% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

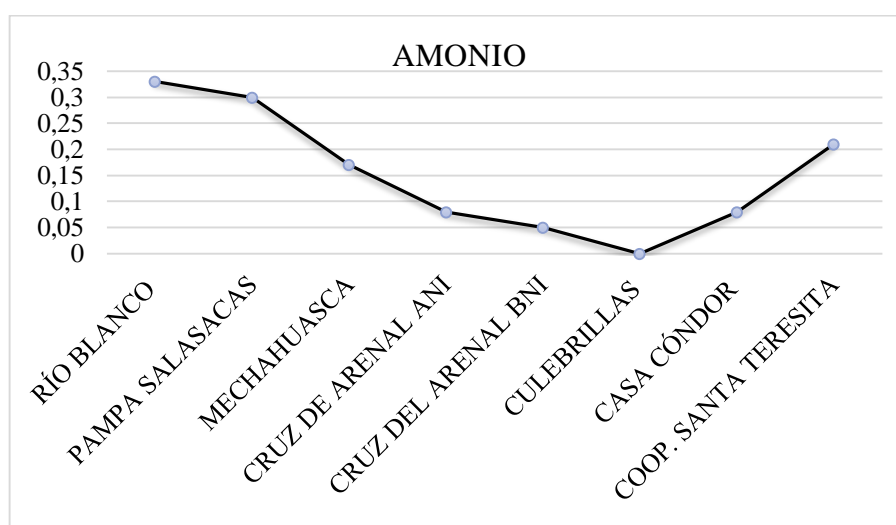
En el primer grupo se presenta el bofedal Cruz del Arenal ANI claramente separado del resto en consecuencia a su bajo valor frente a estos, en el segundo grupo el bofedal Cruz del Arenal BNI muestra semejanza superior al 98% con Cooperativa Santa Teresita BNI, Pampas Salasacas BI y Mechahuasca ANI. En el tercer grupo, observamos a los bofedales Casa Cóndor BI, Culebrillas AI teniendo gran similitud con Río Blanco AI, estos tres presentan los valores más altos obtenidos en relación a los demás.

d. Amonio

**Tabla VII-30:** Resultados del Amonio en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	AMONIO	UNIDADES
RÍO BLANCO AI	0,33	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	0,30	mg/l
MECHAHUASCA ANI	0,17	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	0,08	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	0,05	mg/l
CULEBRILLAS AI	0	mg/l
CASA CÓNDOR BI	0,08	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	0,21	mg/l

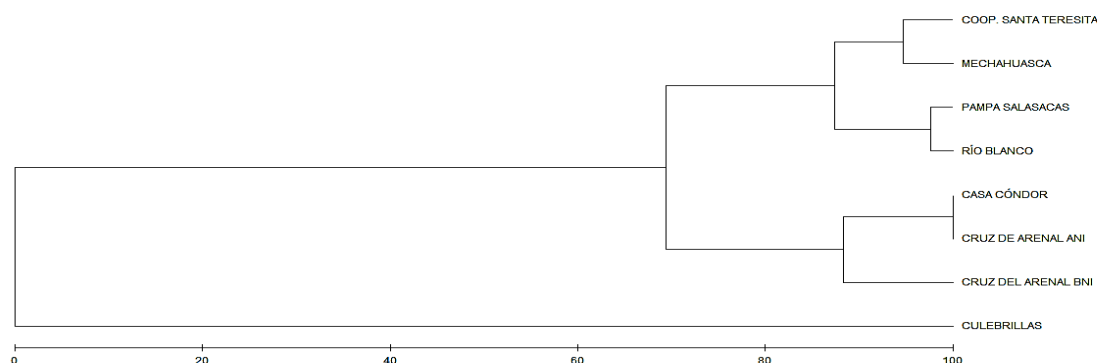
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-20:** Resultado del Amonio en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado del Amonio (figura VII-20) en los bofedales Río Blanco AI, Pampas Salasacas BI, Mechahuasca ANI, Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Casa Cóndor BI, Coop. Santa Teresita BNI, sobrepasa el valor del límite máximo permisible para consumo humano y uso doméstico según el Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA), en el libro VI, de Calidad de agua; que es 0,05 mg/l, por otro lado, los bofedales que están dentro de este rango son Culebrillas AI y Cruz de Arenal BNI, con 0 mg/l y 0,05 mg/l respectivamente, por lo que se determinó según el TULSMA que, a excepción de estos 2 últimos sitios, todos los bofedales contienen aguas que no están dentro de los parámetros permisibles para el consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.



**Figura VII-21:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para amonio en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos del Amonio (figura VII-21), el valor de similitud se muestra desde un 0% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

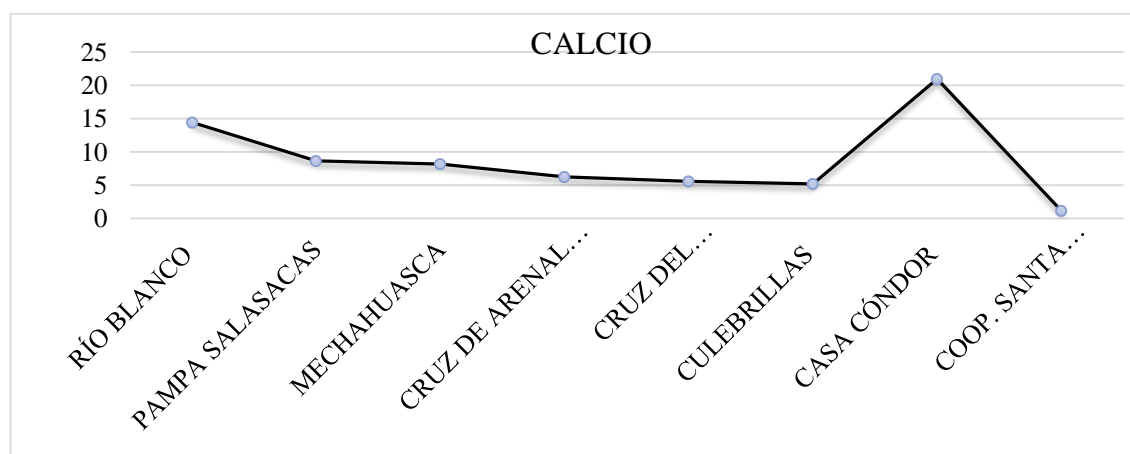
En el primer grupo se observa al bofedal Culebrillas AI totalmente alejado del resto, debido a su nulo contenido de Amonio, en el segundo grupo se observa al bofedal Casa Cóndor BI y Cruz del Arenal ANI tener una gran similitud con Cruz del Arenal BNI, finalmente en el tercer grupo, los bofedales Mechahuasca ANI y Cooperativa Santa Teresita BNI similares entre sí, muestran ser semejantes con Pampas Salasacas BI y Río Blanco AI siendo estos ultimo los poseedores de los más altos valores de Amonio.

#### e. Calcio

**Tabla VII-31:** Resultados del Calcio en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	CALCIO	UNIDADES
RÍO BLANCO AI	14,48	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	8,69	mg/l
MECHAHUASCA ANI	8,23	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	6,31	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	5,64	mg/l
CULEBRILLAS AI	5,18	mg/l
CASA CÓNDOR BI	20,95	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	1,22	mg/l

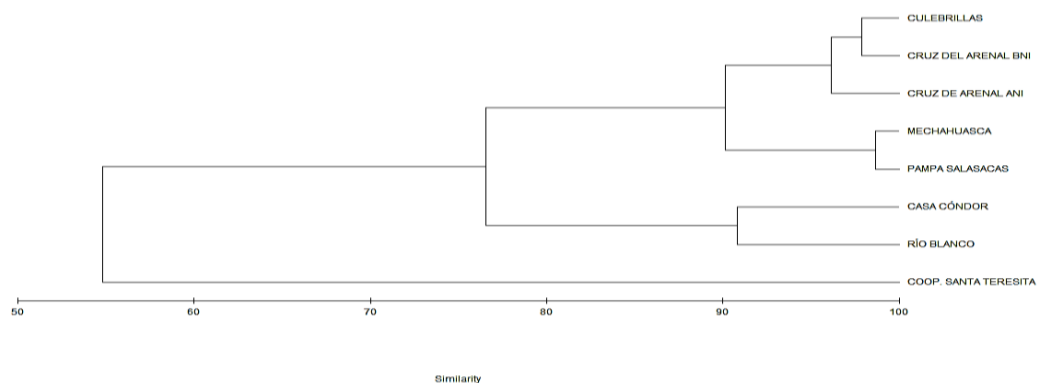
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-22:** Resultado del Calcio en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado del Calcio (figura VII-22) está asociado al nivel de mineralización, de este modo varía en todos los bofedales, siendo sus valores más altos 20,95 mg/l y 14,48 mg/l, en los bofedales Casa Cóndor BI y Río Blanco AI respectivamente y su valor más bajo se encuentra en Coop. Santa Teresita BNI con 1,22 mg/l, por lo que se determinó que bajo este parámetro el agua está dentro de lo admisible para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario.



**Figura VII-23:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para calcio en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos del Calcio (figura VII-27), el valor de similitud se muestra desde un 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

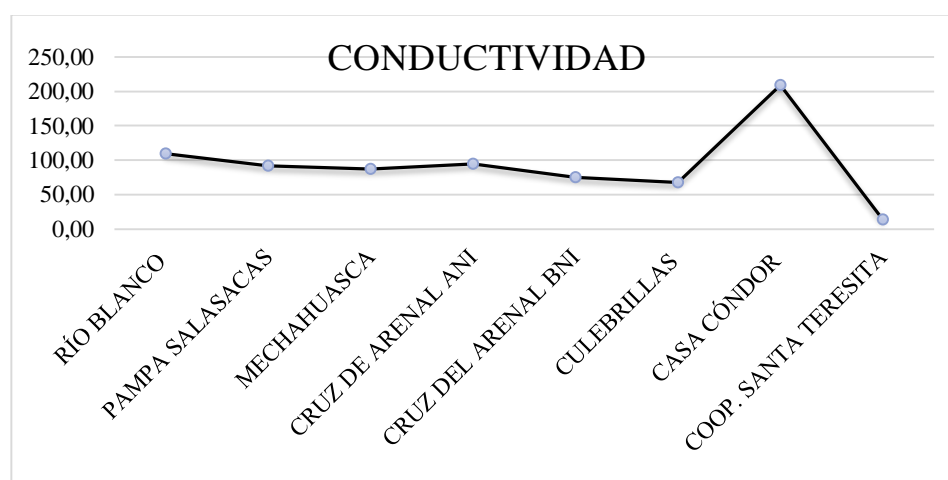
En el primer grupo se observa al bofedal Coop. Santa Teresita BNI totalmente alejado del resto, debido a su bajo contenido de Calcio, en el segundo grupo se presenta al bofedal Casa Cóndor BI y Río Blanco AI mostrando una similitud superior al 90% entre sí, a consecuencia de sus altos contenidos de Calcio, en el tercer grupo, los bofedales Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI, se muestran similares a los bofedales Cruz del Arenal ANI, Cruz del Arenal BNI y Culebrillas AI.

#### f. Conductividad

**Tabla VII-32:** Resultados de Conductividad en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	CONDUCTIVIDAD	UNIDADES
RÍO BLANCO AI	109,70	<i>uS/cm</i>
PAMPA SALASACAS BI	91,60	<i>uS/cm</i>
MECHAHUASCA ANI	87,00	<i>uS/cm</i>
CRUZ DE ARENAL ANI	94,50	<i>uS/cm</i>
CRUZ DEL ARENAL BNI	75,60	<i>uS/cm</i>
CULEBRILLAS AI	67,60	<i>uS/cm</i>
CASA CÓNDOR BI	209,00	<i>uS/cm</i>
COOP. SANTA TERESITA BNI	14,32	<i>uS/cm</i>

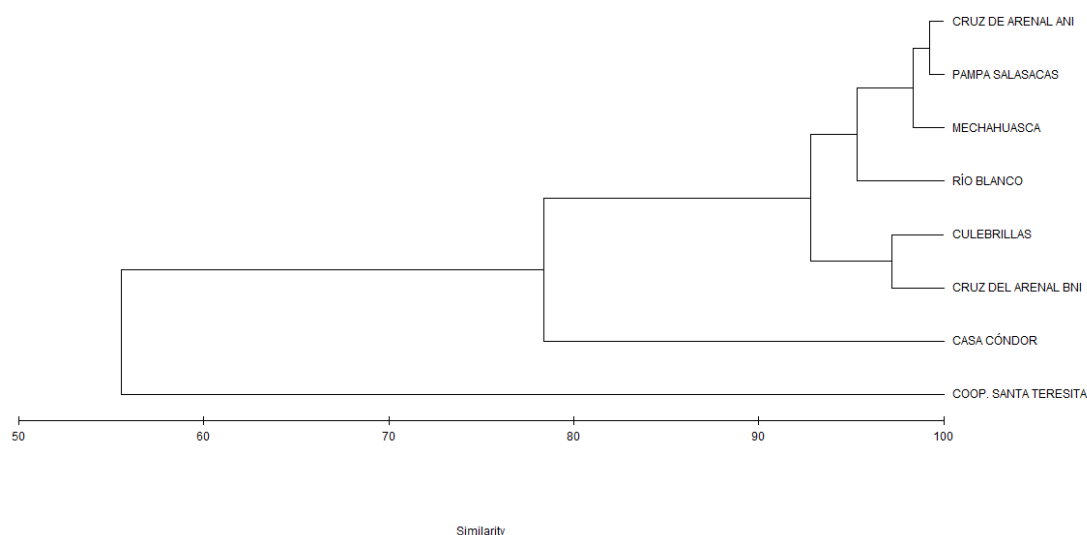
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-24:** Resultado de la Conductividad en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

Los resultados de la Conductividad se encuentran expresados en microsiemens por centímetro, y varía en todos los bofedales (figura VII-24), mostrando claramente el valor más alto en el bofedal Casa Cóndor BI con 209,00  $\mu S/cm$ , que puede deberse a la temperatura que el agua presentó en este monitoreo, que fue la mayor temperatura registrada con 8.5 °C, en contraste a esto se muestra el valor más bajo en Coop. Santa Teresita con 14,32  $\mu S/cm$ , por otro lado, los bofedales Culebrillas AI, Pampas Salasacas BI, Mechahuasca ANI, Río Blanco AI, Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI poseen un valor que va de 67,60  $\mu S/cm$  a 109,70  $\mu S/cm$ . En la mayoría de bofedales se aprecia un alto contenido de sólidos disueltos, sin embargo, según el TULSMA estos valores están dentro de los criterios de calidad para riego agrícola.



**Figura VII-25.** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para conductividad en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos del Calcio (figura VII-25), el valor de similitud se muestra superior al 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

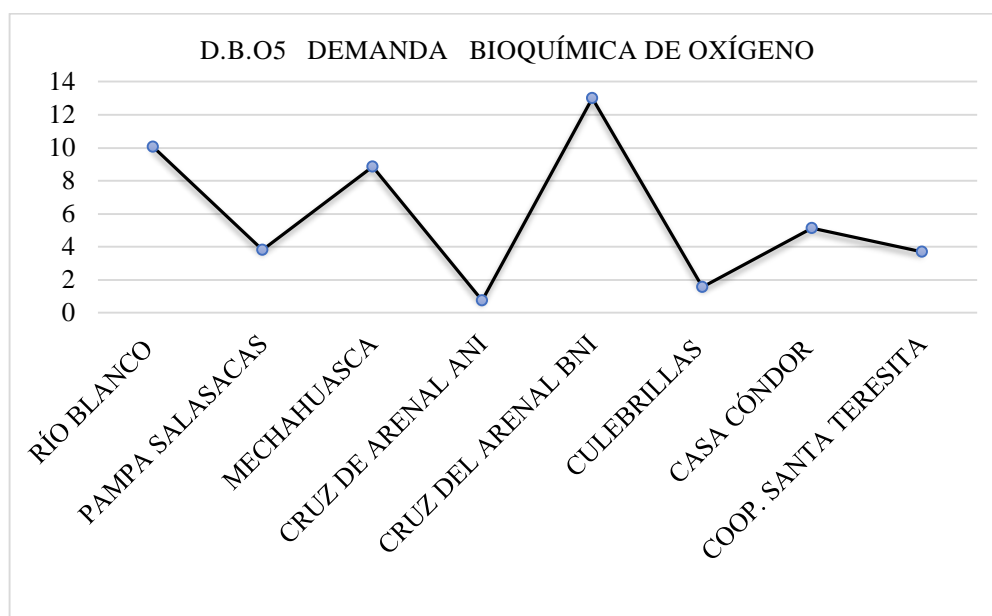
En el primer grupo se observa al bofedal Coop. Santa Teresita BNI totalmente alejado del resto, debido a su bajo valor obtenido, en el segundo grupo se observa a los bofedales Culebrillas AI y Cruz del Arenal BNI teniendo similitud con Casa Cóndor por tener los valores más altos, en el tercer grupo, los bofedales Pampas Salasacas BI y Cruz del Arenal BNI, se muestran similares a Mechahuasca ANI y Río Blanco AI.

g. DBO5

**Tabla VII-33:** Resultados del Demanda Bioquímica Biológica DBO5 en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	D.B.O5 BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	DEMANDA UNIDADES
RÍO BLANCO AI	10,05	$mg/l$
PAMPA SALASACAS BI	3,80	$mg/l$
MECHAHUASCA ANI	8,85	$mg/l$
CRUZ DE ARENAL ANI	0,74	$mg/l$
CRUZ DEL ARENAL BNI	13	$mg/l$
CULEBRILLAS AI	1,56	$mg/l$
CASA CÓNDOR BI	5,15	$mg/l$
COOP. SANTA TERESITA BNI	3,7	$mg/l$

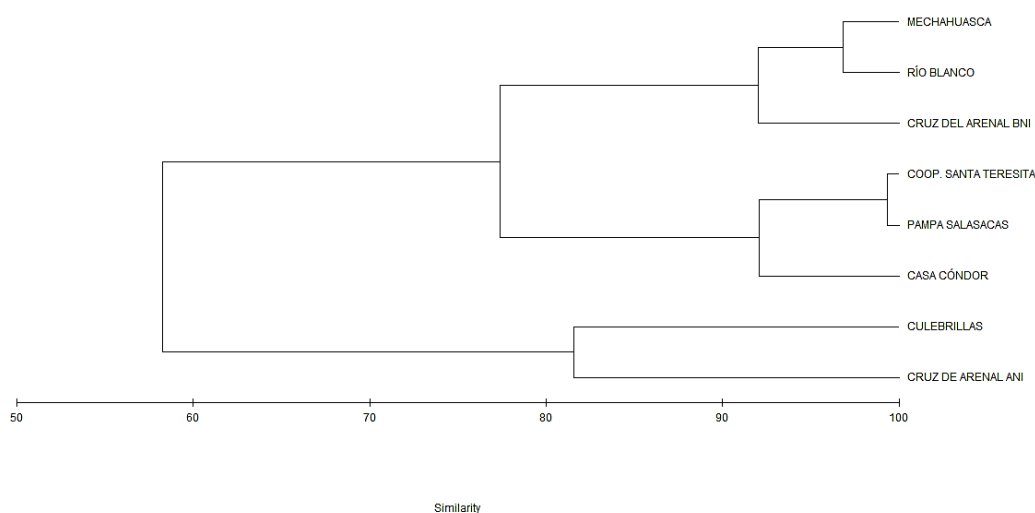
**Nota:** LASA, 2019.



**Figura VII-26:** Resultado de la DBO5 en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno 5, muestra (figura 7.32) su valor más alto en el bofedal Cruz del Arenal BNI con 13 mg/l, en contraste a esto se expone el valor más bajo en Cruz del Arenal ANI con 0,74 mg/l, Los demás bofedales presentan valores que van desde 3,80 mg/l a 8,85 mg/l. La demanda bioquímica de oxígeno es uno de los parámetros más importantes dentro de la calidad del agua es por esto que al ver que su valor en cada uno de los bofedales a excepción de Cruz del Arenal ANI y Culebrillas AI, es mayor a 2,0 mg/l se determinó que sus aguas se encuentran fuera de límite máximo permisible para el consumo humano y uso doméstico según indica TULSMA y en contraste se encuentra dentro de lo permisible para la conservación de la vida silvestre.



**Figura VI-27:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (figura VII-27), el valor de similitud se muestra superior al 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

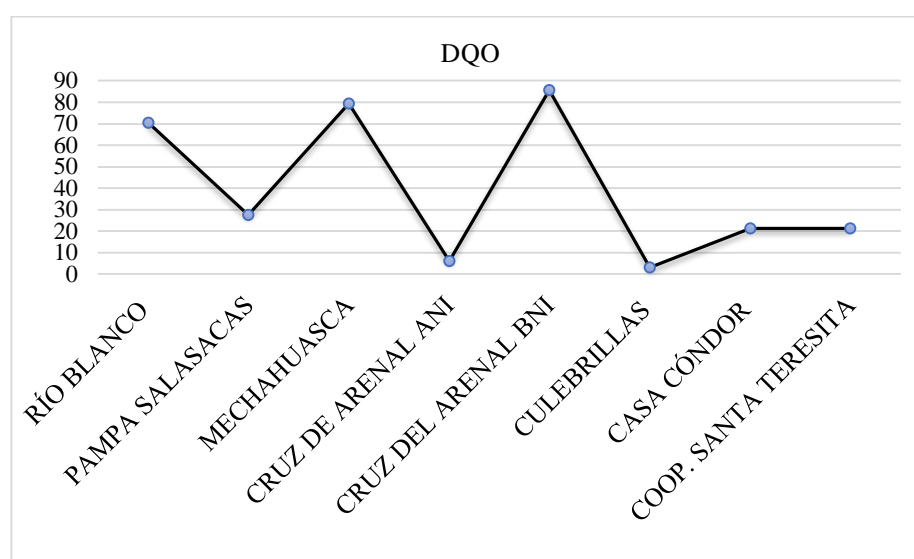
En el primer grupo se observa a los bofedales Culebrillas AI y Cruz del Arenal BNI similares en más de un 80%, esto debido a presentar los valores más bajos en este parámetro. Coop. Santa Teresita BNI y Pampas Salasacas BI muestran una gran similitud con Casa Cóndor BI, y es así que forman el segundo grupo. En el tercer grupo, los bofedales Mechahuasca ANI y Río Blanco AI se muestran similares a Cruz del Arenal BNI presentándose conjuntamente como los más altos valores obtenidos.

h. DQO

**Tabla VII-34:** Resultados de la Demanda Química del Oxígeno en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	DQO	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	70,31	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	27,69	mg/l
MECHAHUASCA ANI	79,48	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	6,11	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	85,60	mg/l
CULEBRILLAS AI	3,05	mg/l
CASA CÓNDOR BI	21,40	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	21,40	mg/l

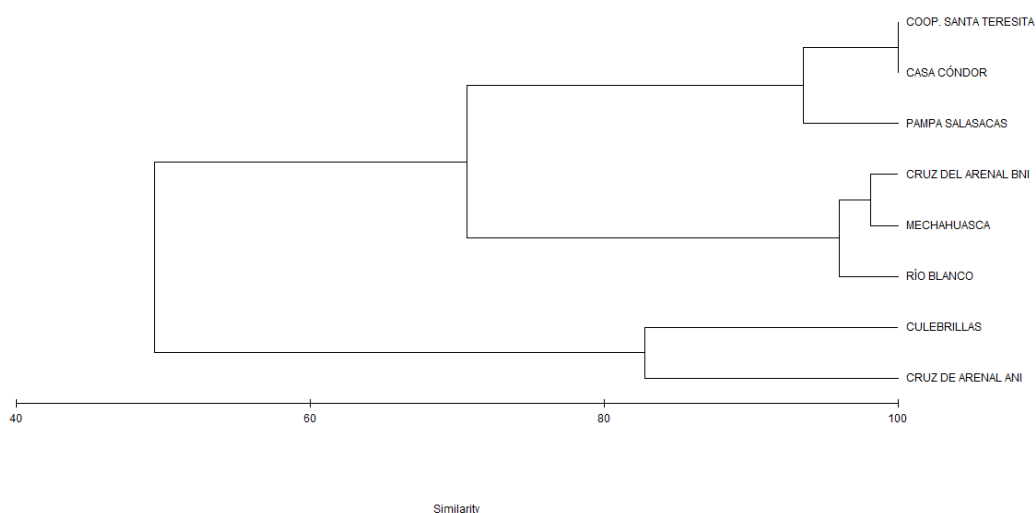
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-28:** Resultados de la DQO en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Demanda Química de Oxígeno, varía en todos los bofedales (figura VII-28), mostrando los valores más altos en los bofedales Cruz del Arenal BNI, Río Blanco AI y Mechahuasca ANI con 85,60 mg/l, 70,31 mg/l, 79,48 mg/l, respectivamente, en contraste a esto el valor más bajo se encuentra en Culebrillas AI con 3,05 mg/l. Los valores obtenidos en cada bofedral se contemplan dentro de los parámetros permisibles según el TULSMA, por lo que se determinó que el agua no es apta para el consumo humano y uso doméstico en todos los bofedales excepto en Culebrillas, por otro lado, para la preservación de vida silvestre estos valores no están dentro de los criterios de calidad en los bofedales Cruz del Arenal ANI, Mechahuasca ANI y Río Blanco AI.



**Figura VII-29:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Demanda Química de Oxígeno en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Demanda Química de Oxígeno (figura 7.35), el valor de similitud se muestra superior al 40% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo se observa a los bofedales Culebrillas AI y Cruz del Arenal BNI similares en más de un 80% esto debido a presentar los valores más bajos en este parámetro, en el segundo grupo encontramos a los bofedales Mechahuasca ANI y Río Blanco AI que se muestran similares a Cruz del Arenal BNI presentándose conjuntamente como los más altos valores obtenidos. Coop. Santa Teresita BNI y Pampas Salasacas BI muestran una gran similitud con Casa Cóndor BI, y es así que se forman el tercer grupo de similitud.

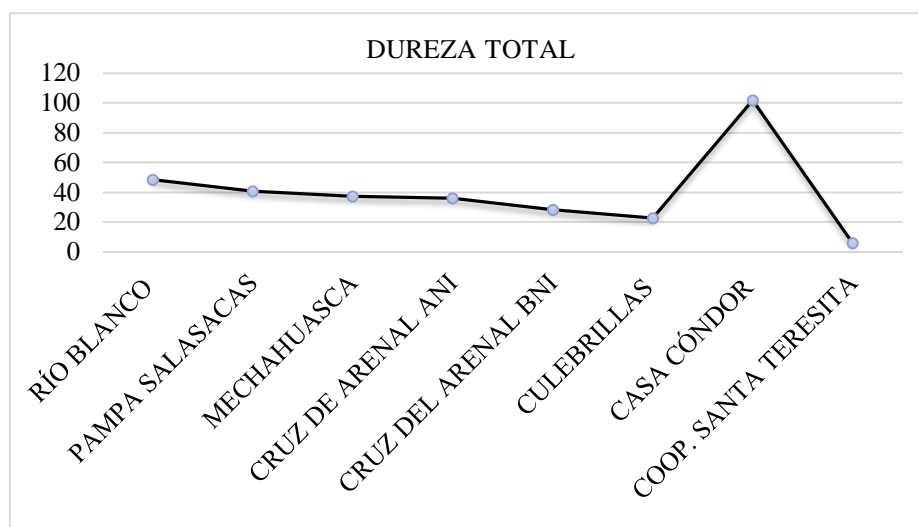
#### i. Dureza Total

**Tabla VII-35:** Resultados de Dureza Total en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	DUREZA TOTAL	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	48,48	mg CaCO <sub>3</sub> /l
PAMPA SALASACAS BI	40,68	mg CaCO <sub>3</sub> /l
MECHAHUASCA ANI	37,26	mg CaCO <sub>3</sub> /l
CRUZ DE ARENAL ANI	36,08	mg CaCO <sub>3</sub> /l
CRUZ DEL ARENAL BNI	28,13	mg CaCO <sub>3</sub> /l
CULEBRILLAS AI	22,81	mg CaCO <sub>3</sub> /l
CASA CÓNDOR BI	101,70	mg CaCO <sub>3</sub> /l
COOP. SANTA TERESITA BNI	5,70	mg CaCO <sub>3</sub> /l

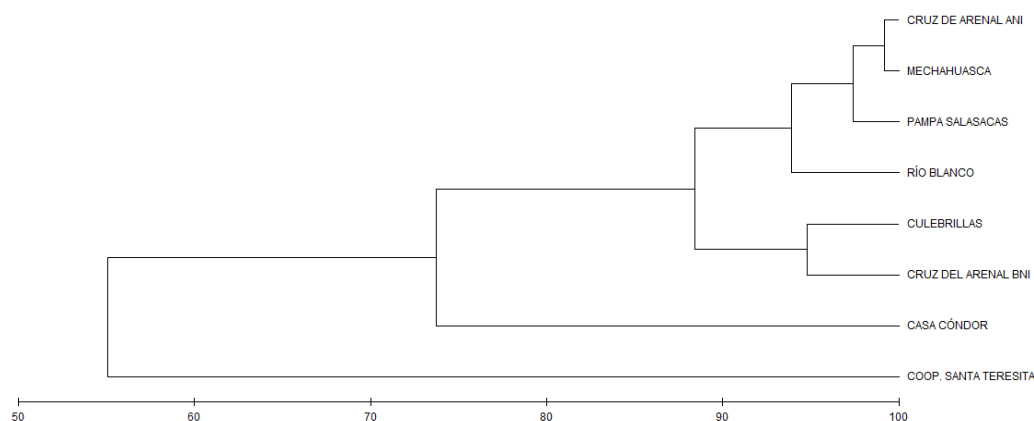
Nota: LASA, 2019.





**Figura VII-30:** Resultado de la Dureza Total en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: LASA, 2019.

El resultado de Dureza Total, muestra (figura VII-30) los valores más altos en el bofedal Casa Cóndor BI con un valor de  $101,70 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ , por otro lado, el valor más bajo se visualiza en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI con  $5,70 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ . Los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, Culebrillas AI y Pampas Salasacas BI contemplan valores que van desde  $22,81 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$  a  $48,48 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ . La dureza del agua de todos los bofedales, se encuentra dentro de la norma teniendo un valor menor a  $101 \text{ mg/L}$ , No presenta una cantidad alta de sales de magnesio y calcio por lo que se determinó según el TULSMA que el agua bajo este parámetro es admisible para el consumo humano y uso doméstico.



**Figura VII-31:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para dureza total en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Dureza Total (figura VII-31), el valor de similitud se muestra siempre superior al 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo se observa al bofedal Coop. Santa Teresita BNI claramente distinta al resto en consecuencia a su bajo valor, en el segundo grupo Casa Cóndor BI presenta una gran similitud con Culebrillas AI y Cruz del Arenal BNI, finalmente encontramos a los bofedales Mechahuasca ANI y

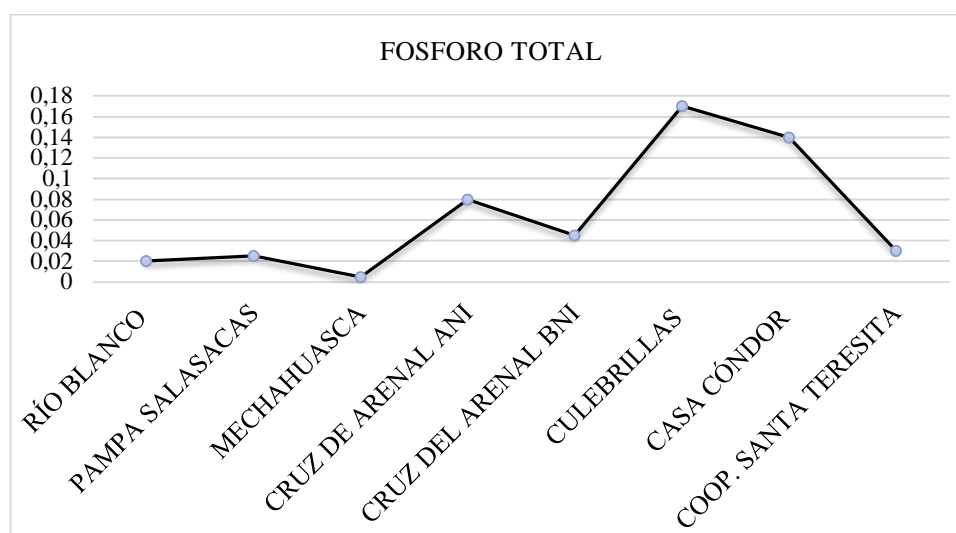
Cruz del Arenal ANI similares entre sí en más de un 90% y teniendo semejanza con los bofedales Río Blanco AI y Pampas Salasacas BNI lo que forma un nuevo grupo.

j. Fósforo Total

**Tabla VII-36:** Resultados de Fósforo Total en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	FÓSFORO TOTAL	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	0,02	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	0,025	mg/l
MECHAHUASCA ANI	0,005	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	0,08	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	0,045	mg/l
CULEBRILLAS AI	0,17	mg/l
CASA CÓNDOR BI	0,14	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	0,03	mg/l

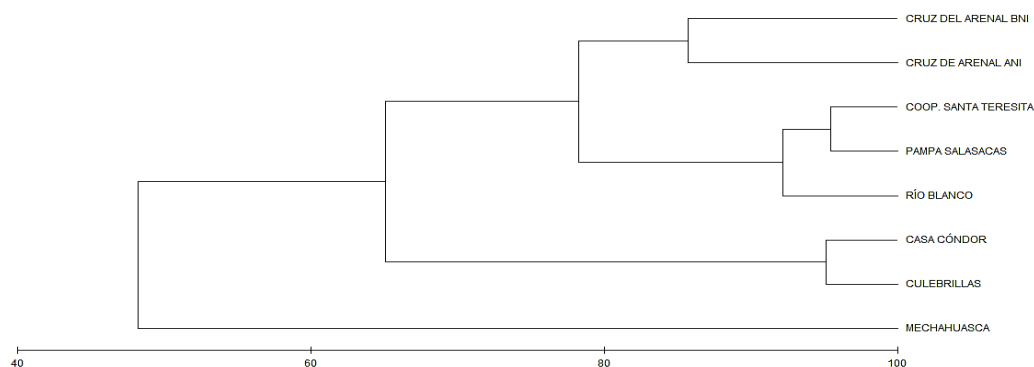
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-32:** Resultado del Fósforo Total en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Fósforo Total (figura VII-32), tiene su punto más alto en el bofedal Culebrillas AI con un valor de 0,17 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se presenta en el bofedal Mechahuasca ANI con 0,005 mg/l. Los valores de fosfatos totales en todos los bofedales no sobrepasan de 0,17 mg/l, por lo que se determinó, que el agua bajo este parámetro es apta para el consumo humano y uso doméstico.



**Figura VII-33:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para fósforo total en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Fósforos Totales (figura VII-33), el valor de similitud se muestra siempre superior al 40% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

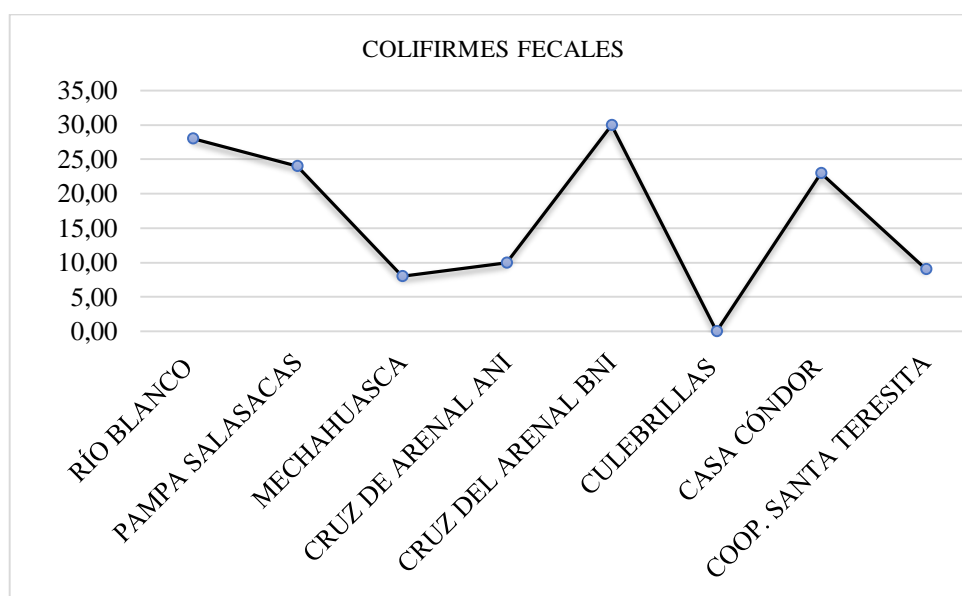
En el primer grupo se observa al bofedal Mechahuasca ANI claramente alejada del resto en consecuencia a su bajo valor, en el segundo grupo se muestra a Casa Cóndor BI con una similitud de un poco menos del 100% con Culebrillas AI debido a sus altos valores obtenidos, finalmente encontramos a los bofedales Coop. Santa Teresita BNI y Pampas Salasacas BI tener una gran semejanza con Río Blanco AI, y en conjunto estas muestran una cercana condición a Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI formando de esta manera un tercer grupo.

#### k. Coliformes Fecales

**Tabla VII-37:** Resultados de Coliformes Fecales en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	COLIFIRMES FECALES	UNIDADES
RÍO BLANCO AI	28,00	NMP/100ml
PAMPA SALASACAS BI	24,00	NMP/100ml
MECHAHUASCA ANI	8,00	NMP/100ml
CRUZ DE ARENAL ANI	10	NMP/100ml
CRUZ DEL ARENAL BNI	30,00	NMP/100ml
CULEBRILLAS AI	0,00	NMP/100ml
CASA CÓNDOR BI	23,00	NMP/100ml
COOP. SANTA TERESITA BNI	9,00	NMP/100ml

Nota: LASA, 2019.

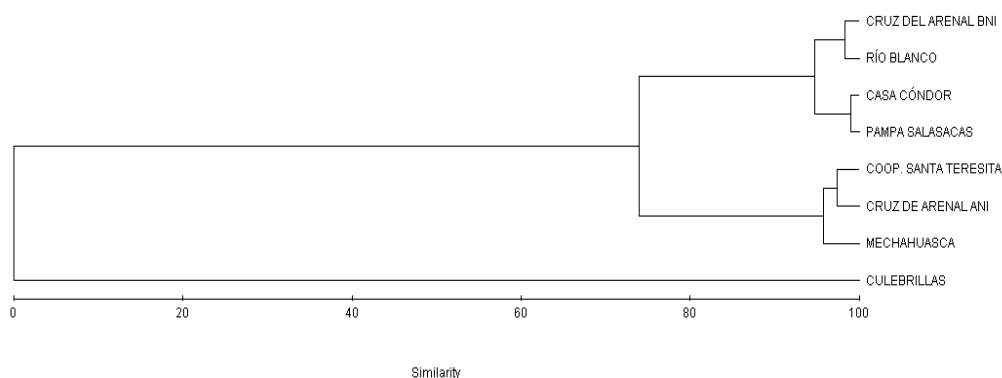


**Figura VII-34:** Resultado de Coliformes Fecales en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Coliformes Fecales presenta variaciones en todos los puntos (figura VII-34), evidenciándose la existencia de valores elevados en los bofedales, Cruz del Arenal BNI, Río Blanco AI, Pampas Salasacas BI y Casa Cóndor BI, esto debido a que existe una fuerte intervención

antrópica, como la agricultura y la alta actividad ganadera muy próxima al bofedal lo que podría ser la causa del incremento microbiano, por otro lado se observa una nula presencia de coliformes fecales en el bofedal Culebrillas AI, reflejando así la poca intervención humana. En los resultados presentados, ninguno es mayor a 30 UFC/100ml, por lo tanto, de acuerdo con lo que establece el TULSMA se determinó que el agua está dentro de los parámetros permisibles para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario, bajo este parámetro.



**Figura VII-35:** Dendrograma de Similitud de Bray Curtis para Coliformes Fecales en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Coliformes Fecales (figura VII-35), el valor de similitud se muestra desde el 0% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

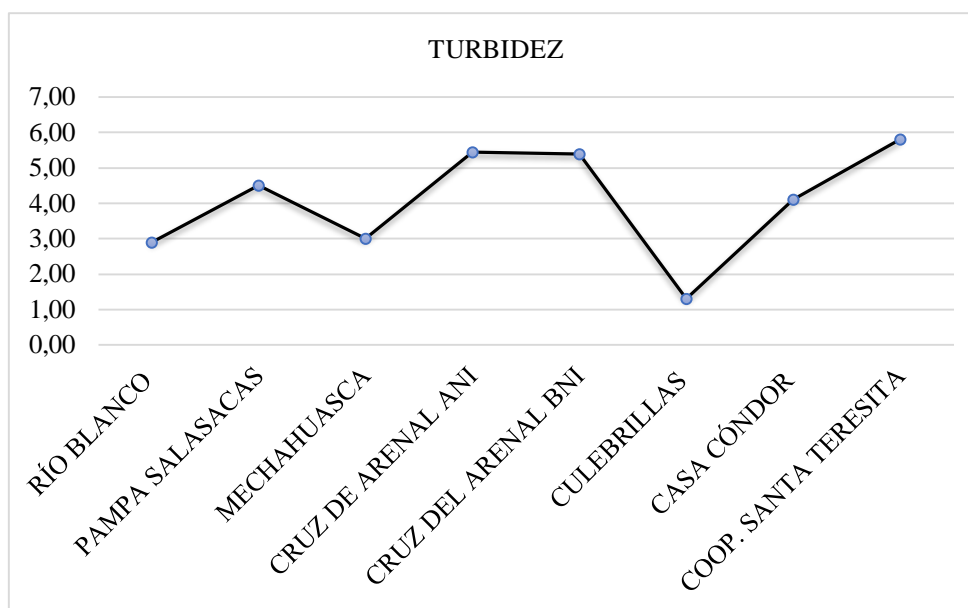
En el primer grupo se observa al bofedal Culebrillas AI claramente aislada del resto debido a su nulo valor, en el segundo grupo se muestra a los bofedales Coop. Santa Teresita BNI y Cruz del Arenal ANI teniendo una gran similitud con Mechahuasca ANI, finalmente en el tercer grupo encontramos a Cruz del Arenal BNI y Río Blanco AI similares entre sí y conjuntamente semejantes a Casa Cóndor BI y Pampas Salasacas BI al tener los más altos valores en este parámetro.

#### 1. Turbidez

**Tabla VII-38:** Resultados de Turbidez en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	TURBIDEZ	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	2,90	UNT
PAMPA SALASACAS BI	4,50	UNT
MECHAHUASCA ANI	3,00	UNT
CRUZ DE ARENAL ANI	5,45	UNT
CRUZ DEL ARENAL BNI	5,40	UNT
CULEBRILLAS AI	1,30	UNT
CASA CÓNDOR BI	4,10	UNT
COOP. SANTA TERESITA BNI	5,80	UNT

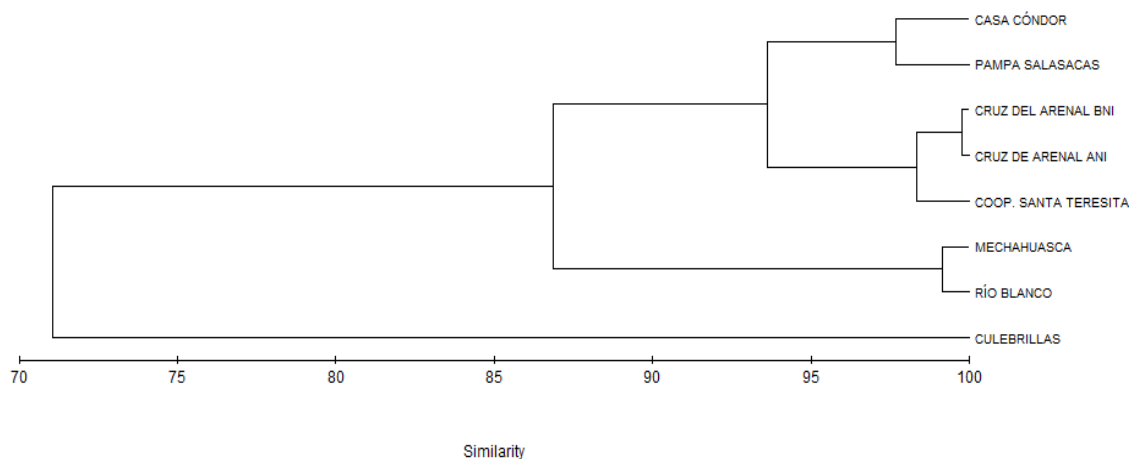
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-36:** Resultado de Turbidez en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de la Turbidez (figura VII-36), ostenta su puntuación más alta en el bofedal Coop. Santa Teresita con 5,80 UNT, por otro lado, el valor más bajo se presenta en el bofedal Culebrillas AI con un valor de 1,30 UNT, los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Río Blanco AI, Mechahuasca ANI, Casa Cóndor BI y Pampas Salasacas BI exhiben valores que van desde 2,90 UNT a 4,45 UNT. La turbidez en los bofedales es mínima, y según los parámetros permisibles que establece el TULSMA se determinó, que el agua es apta para el consumo humano y uso doméstico.



**Figura VII-37:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para turbidez en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Turbidez (figura VII-37), el valor de similitud se muestra siempre superior al 70% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo se observa al bofedal Culebrillas AI claramente apartada del resto en consecuencia a su bajo valor. En el segundo grupo se muestra a Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, teniendo una similitud entre sí un poco menos del 100%, finalmente en el tercer grupo encontramos a el bofedal

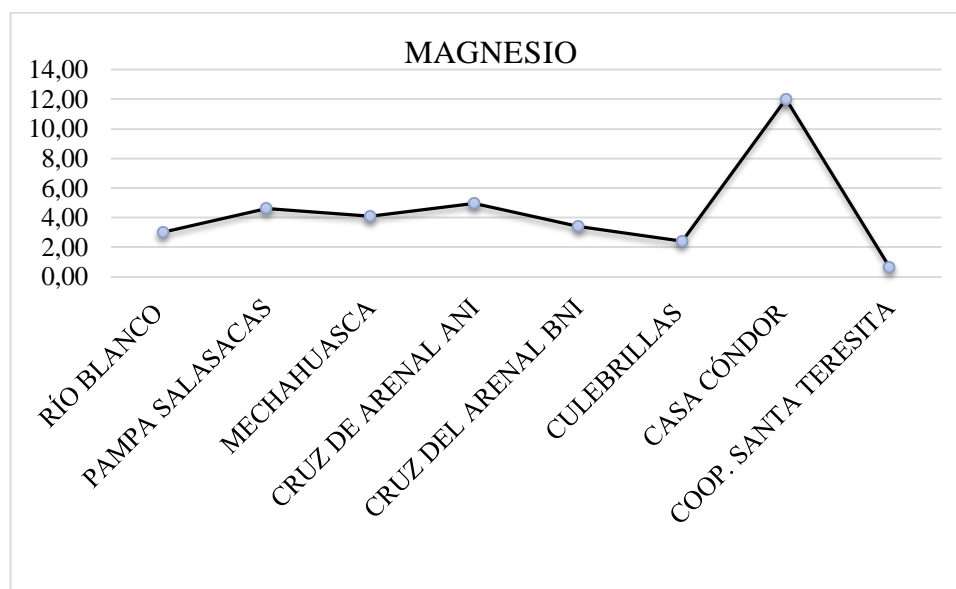
Pampas Salasacas BI semejante a Casa Cóndor BI y en conjunto, estas presentan una gran semejanza con los bofedales Coop. Santa Teresita BNI, Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI.

m. Magnesio

**Tabla VII-39:** Resultados de Magnesio en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	MAGNESIO	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	3,00	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	4,62	mg/l
MECHAHUASCA ANI	4,08	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	4,94	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	3,42	mg/l
CULEBRILLAS AI	2,40	mg/l
CASA CÓNDOR BI	12,01	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	0,65	mg/l

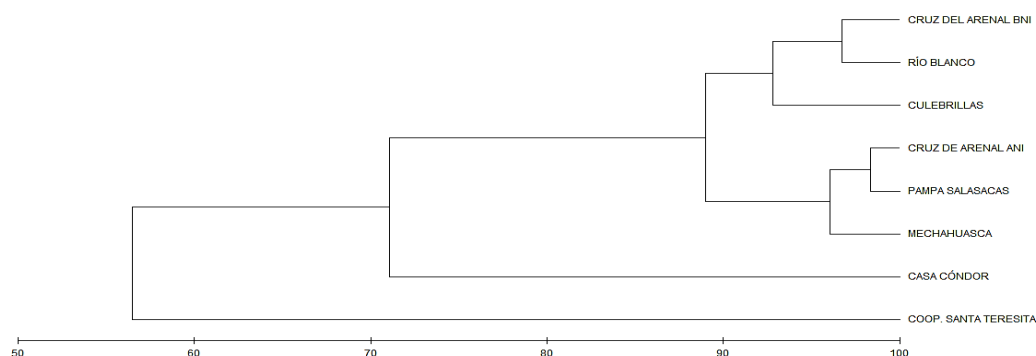
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-38:** Resultado de Magnesio en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Magnesio en el agua, varía en todos los bofedales (figura VII-38), y muestra notoriamente el valor más alto en el bofedal Casa Cóndor BI con un valor de 12,01 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se observa en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI con 0,65 mg/l, de por medio encontramos a los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Río Blanco AI, Mechahuasca ANI, Culebrillas AI y Pampas Salasacas BI con valores que van desde 2,40 mg/l a 4,94 mg/l. A nivel general estos valores definen al agua como muy blanda y blanda por lo que no presenta una cantidad alta de sales de magnesio, en consecuencia, se determinó que está dentro de los parámetros permisibles para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario.



**Figura VII-39:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para magnesio en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Magnesio (figura VII-39), el valor de similitud se muestra siempre superior al 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

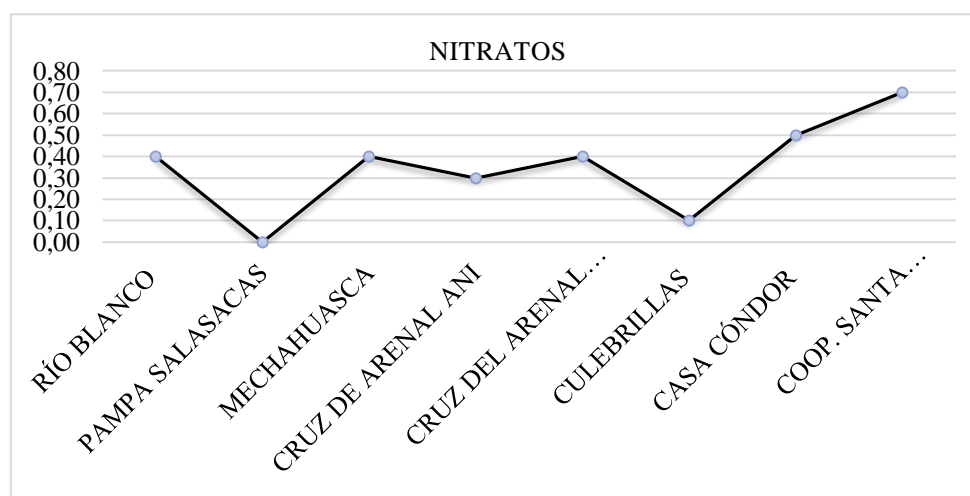
En el primer grupo se observa al bofedal Coop. Santa Teresita BNI claramente alejada del resto en consecuencia a su bajo valor. En el segundo grupo se muestra a Casa Cónдор BI en solitario debido a su alta puntuación, finalmente encontramos en el último grupo se puede apreciar a los bofedales Mechahuasca ANI, Pampas Salasacas BI, Río Blanco AI, Culebrillas AI, Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI teniendo una gran semejanza.

#### n. Nitratos

**Tabla VII-40:** Resultados de Turbidez en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	N-NITRATOS	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	0,40	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	0	mg/l
MECHAHUASCA ANI	0,40	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	0,30	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	0,40	mg/l
CULEBRILLAS AI	0,10	mg/l
CASA CÓNDROR BI	0,50	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	0,70	mg/l

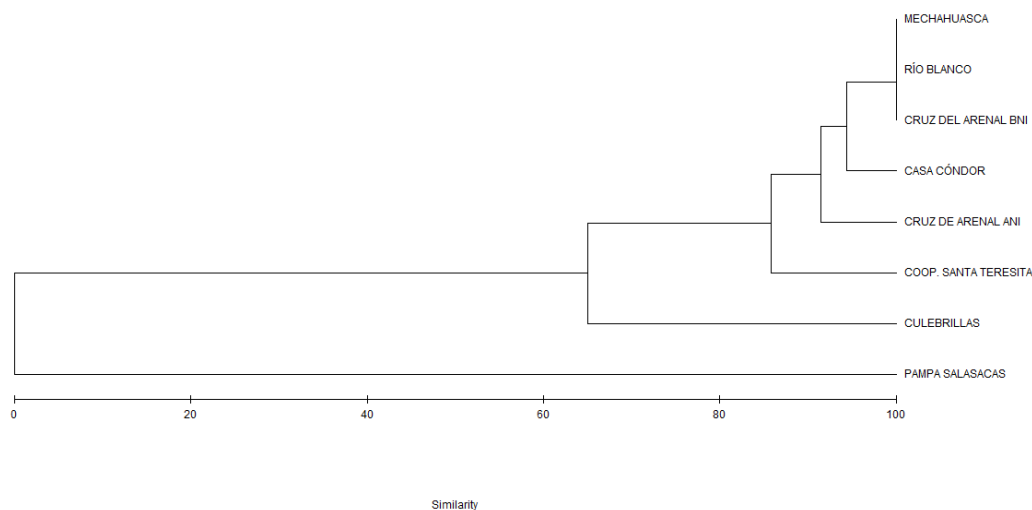
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-40:** Resultado de Nitratos en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

Los resultados de Nitratos (figura VII-40), muestra que el bofedal Coop. Santa Teresita BNI con un valor de  $0,70 \text{ mg/l}$  es el más alto, por otro lado, el valor más bajo se presenta en el bofedal Pampas Salasacas BI con  $0,0 \text{ mg/l}$ , de por medio encontramos a los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Mechahuasca ANI, Culebrillas AI, Río Blanco AI, y Casa Cóndor BI con valores que van desde  $0,10 \text{ mg/l}$  a  $0,50 \text{ mg/l}$ . Los valores de Nitratos no superan  $0,70 \text{ mg/l}$ , y se encuentran dentro de límite máximo permisible para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario, de acuerdo a lo que establece el TULSMA.



**Figura VII-41:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para nitratos en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Nitratos (figura VII-41), el valor de similitud se muestra desde el 0% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo se observa al bofedal Pampas Salasacas BI claramente alejada del resto en consecuencia a su valor nulo mostrando su invalidada similitud con los demás bofedales, en el segundo grupo se muestra a Casa Cóndor BI tener similitud con Cruz del Arenal ANI y estas a su vez son semejantes con Coop. Santa Teresita BNI y Culebrillas AI, finalmente encontramos formando un tercer grupo a los bofedales Mechahuasca ANI, Cruz del Arenal BNI y Río Blanco AI llegando a ser símiles entre sí en un 100%.

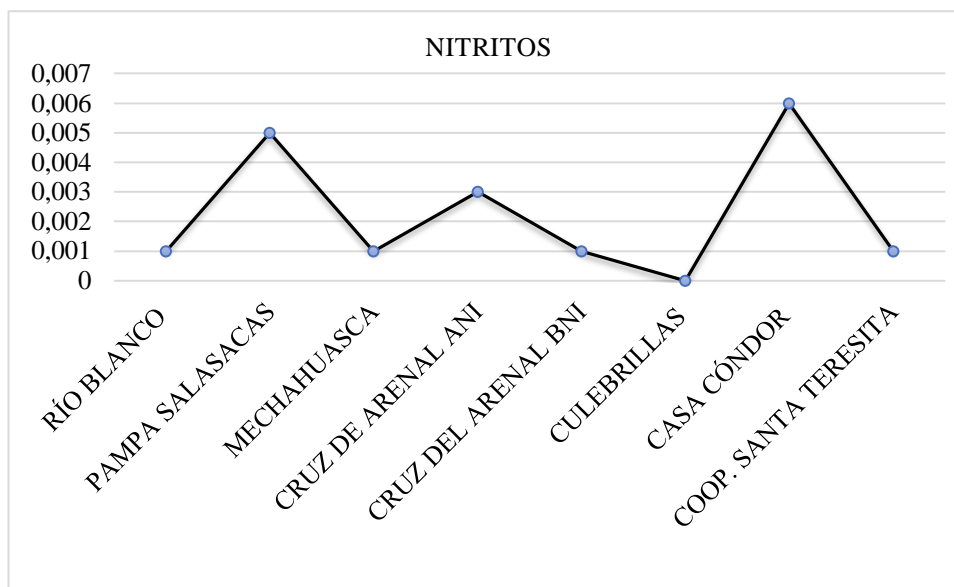
#### o. Nitritos

**Tabla VII-41:** Resultados de Nitritos en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	N-NITRITOS	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	0,001	<i>mg/l</i>
PAMPA SALASACAS BI	0,005	<i>mg/l</i>
MECHAHUASCA ANI	0,001	<i>mg/l</i>
CRUZ DE ARENAL ANI	0,003	<i>mg/l</i>
CRUZ DEL ARENAL BNI	0,001	<i>mg/l</i>
CULEBRILLAS AI	0	<i>mg/l</i>
CASA CÓNDOR BI	0,006	<i>mg/l</i>
COOP. SANTA TERESITA BNI	0,001	<i>mg/l</i>

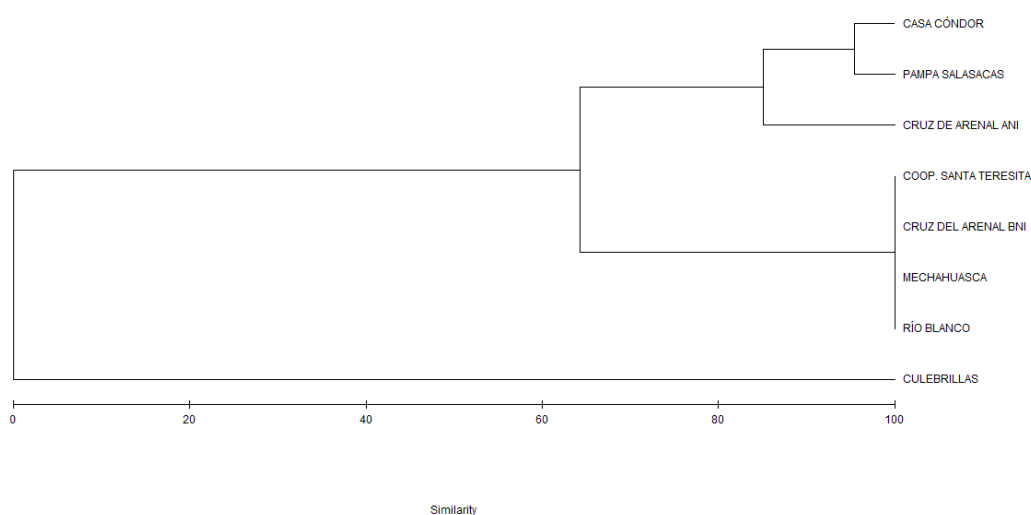
Nota: LASA, 2019.





**Figura VII-42:** Resultado de Nitritos en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: LASA, 2019.

Los resultados de los valores de Nitritos (figura VII-42), se presentan con valores altos en los bofedales Casa Cóndor BI con 0,006 mg/l y Pampa Salasacas BI con 0,005 mg/l, en contraste a esto se muestra el valor más bajo en el bofedal Culebrillas con 0,0 mg/l, también encontramos a los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Río Blanco BI, Coop. Santa Teresita BNI y Mechahuasca ANI con valores que van desde 0,001 mg/l a 0,003 mg/l. Al no sobrepasar el valor de 1,0 mg/l, se determinó que el agua se encuentra según el TULSMA dentro de los valores permisibles para el consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario.



**Figura VII-43:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para nitritos en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Nitritos (figura VII-43), el valor de similitud se muestra desde 0% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

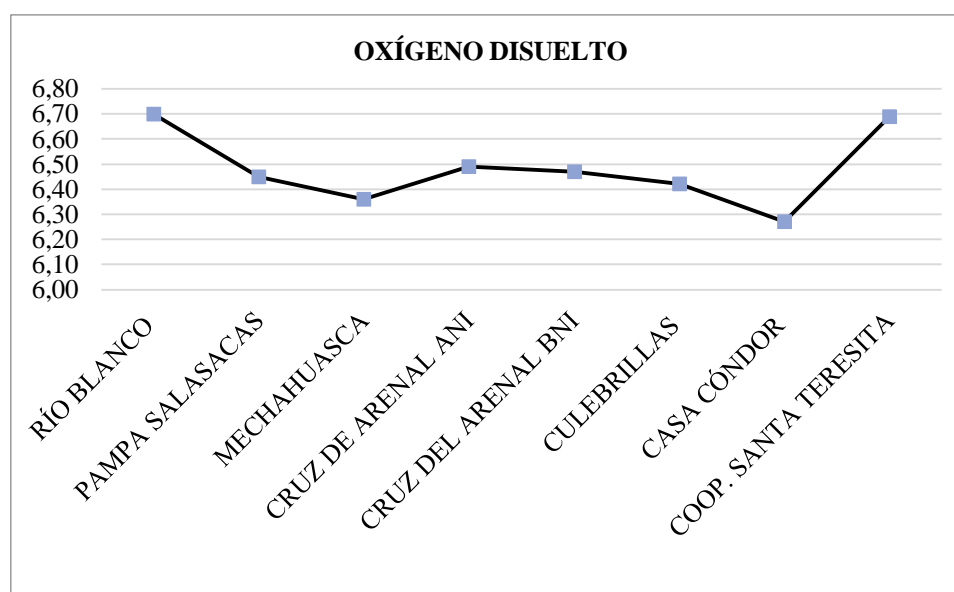
En el primer grupo se observa al bofedal Culebrillas AI con una similitud del 0% frente a los demás bofedales en consecuencia a su bajo valor, en el segundo grupo se muestra los bofedales Coop. Santa Teresita, Mechahuasca ANI, Río Blanco AI y Cruz del Arenal BNI siendo símiles entre sí en un 100%, finalmente encontramos a los bofedales Casa Cóndor BI y Pampas Salasacas BI tener una gran semejanza con Cruz del Arenal ANI y formando de esta manera un tercer grupo.

p. Oxígeno Disuelto

**Tabla VII-42:** Resultados de Oxígeno Disuelto en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	OXÍGENO DISUELTO	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	6,70	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	6,45	mg/l
MECHAHUASCA ANI	6,36	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	6,49	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	6,47	mg/l
CULEBRILLAS AI	6,42	mg/l
CASA CÓNDOR BI	6,27	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	6,69	mg/l

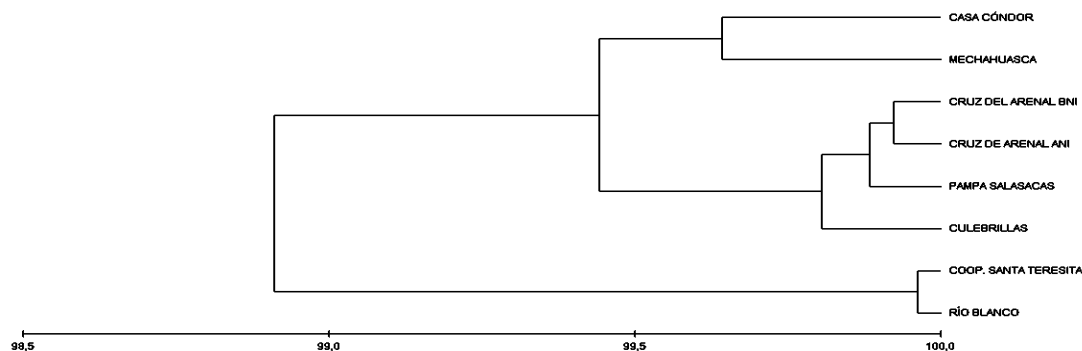
Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-44:** Resultado de Oxígeno Disuelto en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Oxígeno Disuelto (figura VII-44), ostenta los valores más altos en los bofedales Río Blanco AI y Coop. Santa Teresita BNI, con una puntuación de 6,70 mg/l y 6,69 mg/l respectivamente, por otro lado, el valor más bajo se muestra en el bofedal Casa Cóndor BI con 6,27 mg/l, de por medio encontramos a los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Culebrillas AI, Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI con valores que van desde 6,36 mg/l a 6,49 mg/l. A nivel general los valores obtenidos son mayores a 6 mg/l, en consecuencia, se determinó que bajo este parámetro el agua está dentro de los parámetros permisibles para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario, de acuerdo al TULSMA.



**Figura VII-45:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Oxígeno disuelto en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto (figura VII-45), el valor de similitud se muestra siempre superior al 98,5% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

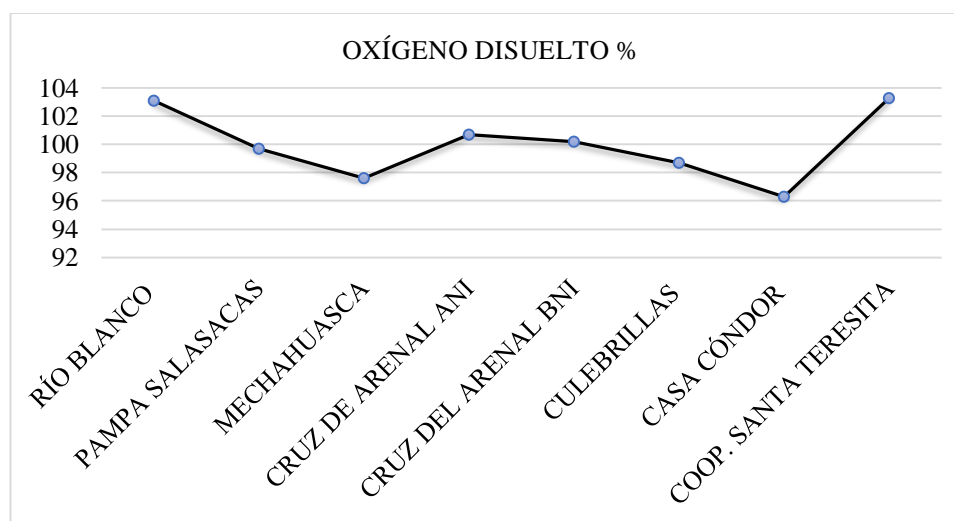
En el primer grupo se encuentra a los bofedales Río Blanco AI y Coop. Santa Teresita BNI claramente alejada del resto, en el segundo grupo se muestra a Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI en una gran similitud con Pampas Salasacas BI y Culebrillas AI, finalmente los bofedales Casa Cóndor BI y Mechahuasca ANI con una gran semejanza formando de esta manera un tercer grupo.

q. Oxígeno disuelto %

**Tabla VII-43:** Resultados de Oxígeno Disuelto % en los 8 bofedales de la RPFCH.

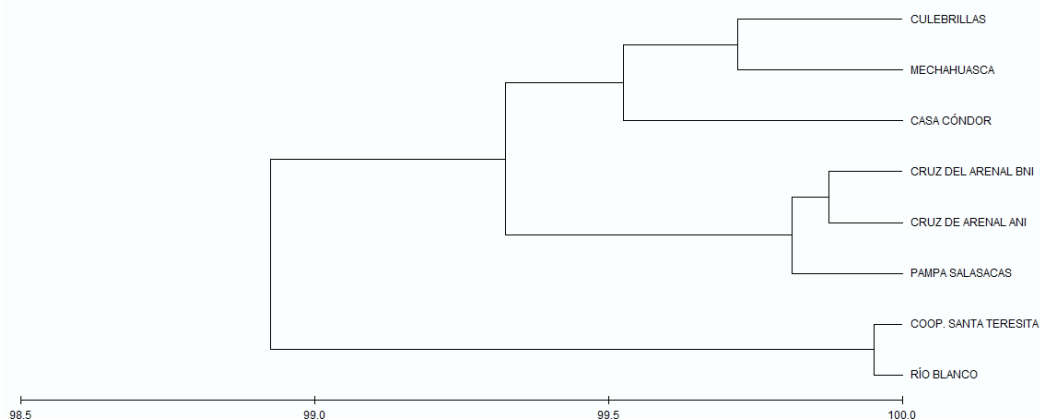
BOFEDALES	OXÍGENO DISUELTO %	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	103,1	%
PAMPA SALASACAS BI	99,70	%
MECHAHUASCA ANI	97,6	%
CRUZ DE ARENAL ANI	100,7	%
CRUZ DEL ARENAL BNI	100,2	%
CULEBRILLAS AI	98,7	%
CASA CÓNDOR BI	96,3	%
COOP. SANTA TERESITA BNI	103,3	%

Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-46:** Resultado de Oxígeno Disuelto % en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: LASA, 2019.

El resultado de Oxígeno Disuelto en porcentaje (figura VII-46), muestra los valores más altos en los bofedales Río Blanco AI y Coop. Santa Teresita BNI, con una puntuación de 103,1 % y 103,3% respectivamente, por otro lado, el valor más bajo se exhibe en el bofedal Casa Cóndor BI con 96,3%, los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Culebrillas AI, Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI comprenden valores que van desde 97,6% a 100,7% A nivel general los valores obtenidos no son menores al 80% en consecuencia el agua según el TULSMA está dentro de los parámetros permisibles para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario.



**Figura VII-47:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Oxígeno disuelto en porcentaje en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto en porcentaje (figura VII-47), el valor de similitud se muestra siempre superior al 98,5% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

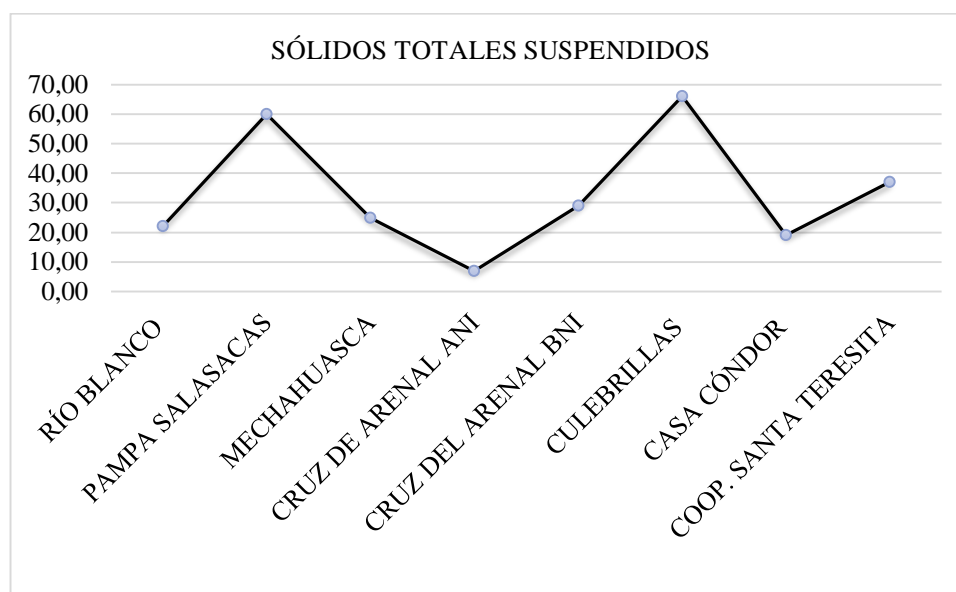
En el primer grupo se presenta a los bofedales Río Blanco AI y Coop. Santa Teresita BNI claramente alejada del resto en consecuencia de poseer los valores más altos, en el segundo grupo se muestra a Cruz del Arenal ANI y Cruz del Arenal BNI en una gran similitud con Pampas Salasacas BI y Culebrillas AI, finalmente encontramos a los bofedales Casa Cóndor BI y Mechahuasca ANI con una gran semejanza formando de esta manera un tercer grupo.

#### r. Sólidos Totales Suspendedos

**Tabla VII-44:** Resultados de Sólidos Totales Suspendedos en los 8 bofedales de la RPFCH.

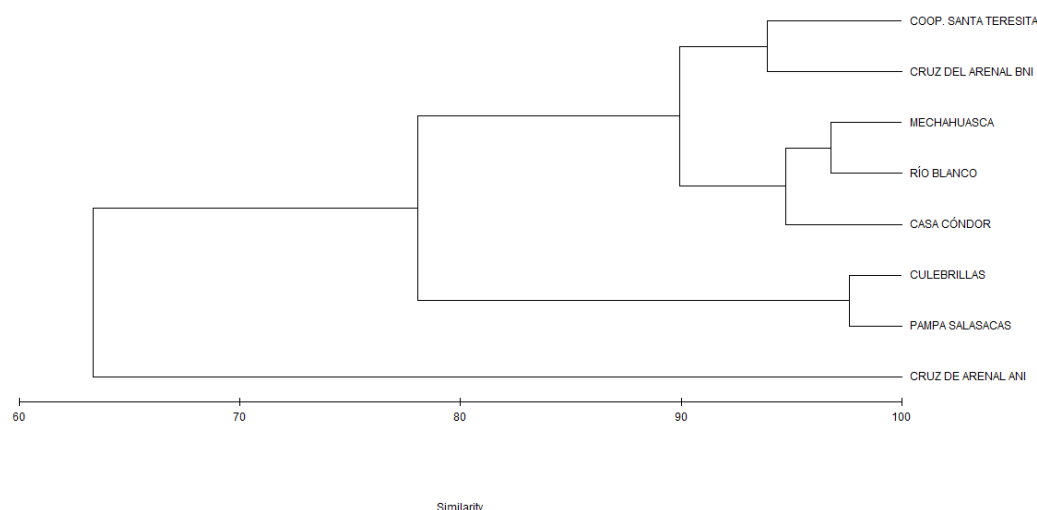
<b>BOFEDALES</b>	<b>SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS</b>	<b>UNIDAD</b>
RÍO BLANCO AI	22,00	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	60,00	mg/l
MECHAHUASCA ANI	25,00	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	7	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	29,00	mg/l
CULEBRILLAS AI	66,00	mg/l
CASA CÓNDOR BI	19,00	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	37,00	mg/l

Nota: LASA, 2019.



**Figura VII-48:** Resultado de Sólidos Totales Suspendedos en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: LASA, 2019.

El resultado de Sólidos Totales Suspendedos, varía en todos los bofedales (figura 7.54), y muestra el valor más alto en el bofedal Culebrillas AI con 66,00 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se presenta en el bofedal Cruz del Arenal ANI con 7 mg/l, así mismo encontramos a los bofedales Cruz del Arenal BNI, Río Blanco AI, Mechahuasca ANI, Coop. Santa Teresita BNI, Casa Cóndor BI y Pampas Salasacas BI con valores que van desde 19,00 mg/l a 60,00 mg/l. Los valores de Sólidos Totales Suspendedos alcanzan su punto máximo en 66,00 mg/l, lo que significa que el agua está dentro de los parámetros permisibles para conservación de vida silvestre de acuerdo a el TULSMA.



**Figura VII-49:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para Sólidos Totales Suspendedos en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Sólidos Totales Suspendedos (figura VII-49), el valor de similitud se muestra siempre superior al 60% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

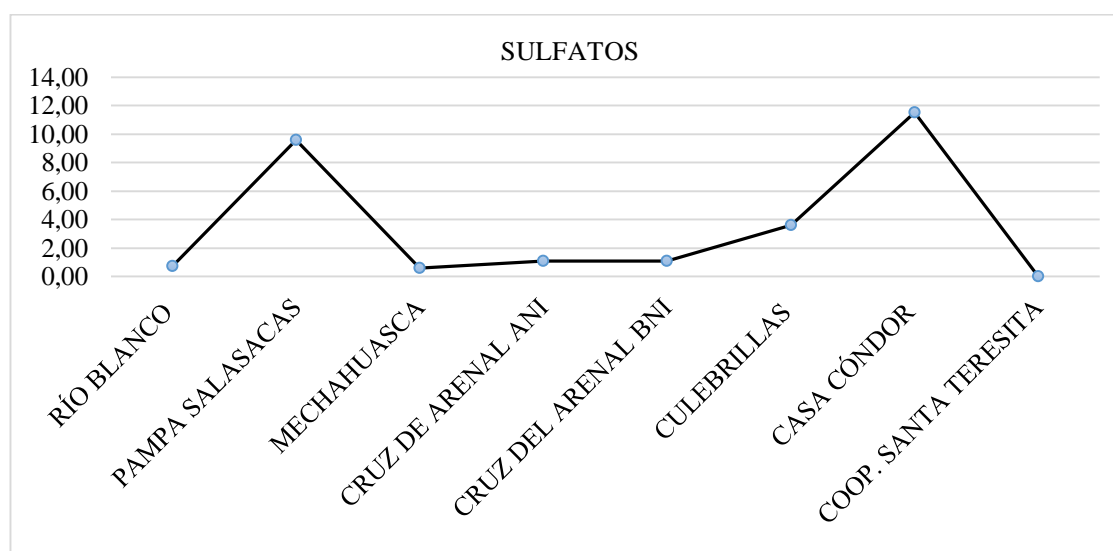
En el primer grupo se observa al bofedal Cruz del Arenal ANI claramente alejada del resto en consecuencia a su bajo valor, en el segundo grupo se muestra a Culebrillas AI y Pampas Salasacas BI con una similitud un poco menos del 100% debido a sus altos valores obtenidos, finalmente formando un tercer grupo encontramos a los bofedales Coop. Santa Teresita BNI semejante a Cruz del Arenal BNI y conjuntamente estas se muestran en un porcentaje mayor a 90 iguales con Río Blanco AI, Mechahuasca ANI y Casa Cóndor BI.

s. Sulfatos

**Tabla VII-45:** Resultados de Sulfatos en los 8 bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	SULFATOS	UNIDAD
RÍO BLANCO AI	0,70	mg/l
PAMPA SALASACAS BI	9,60	mg/l
MECHAHUASCA ANI	0,60	mg/l
CRUZ DE ARENAL ANI	1,10	mg/l
CRUZ DEL ARENAL BNI	1,10	mg/l
CULEBRILLAS AI	3,6	mg/l
CASA CÓNDOR BI	11,50	mg/l
COOP. SANTA TERESITA BNI	0	mg/l

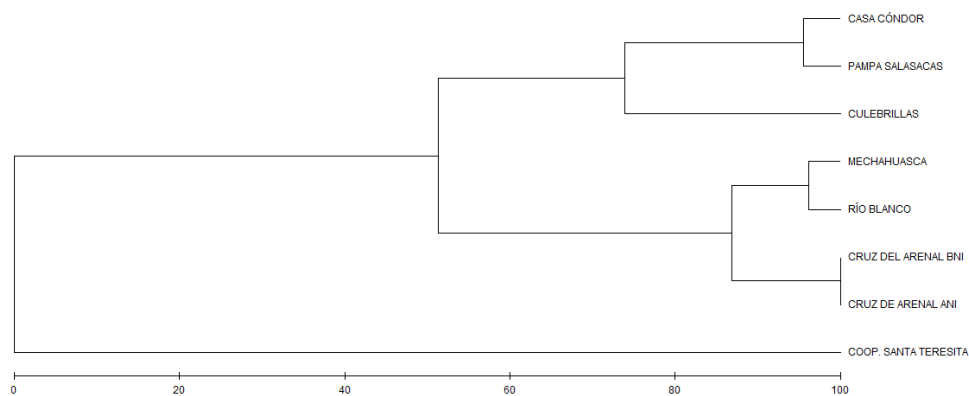
Nota: LASA, 2019



**Figura VII-50:** Resultado de Sulfatos en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El resultado de Sulfatos, cambia en todos los bofedales (figura VII-50), mostrando su valor más alto en el bofedal Casa Cóndor BI con 11,50 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se observa en el bofedal Coop. Santa Teresita BNI con 0,00 mg/l, los bofedales Cruz del Arenal BNI, Cruz del Arenal ANI, Río Blanco AI, Culebrillas AI, Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI contienen valores que van desde 0,60 mg/l a 9,60 mg/l. Los valores obtenidos en cada bofedal no son mayores a 11,50 mg/l por lo que se determinó que bajo este parámetro el agua de estos bofedales es admisible para consumo humano y uso doméstico, y riego agrícola según el límite máximo permisibles que establece el TULSMA.



**Figura VII-51:** Dendrograma de similitud de Bray Curtis para sulfatos en las zonas de estudio.

En el dendrograma que agrupa a los bofedales en función a los valores obtenidos de Sulfatos (figura VII-51), el valor de similitud se muestra desde 0% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

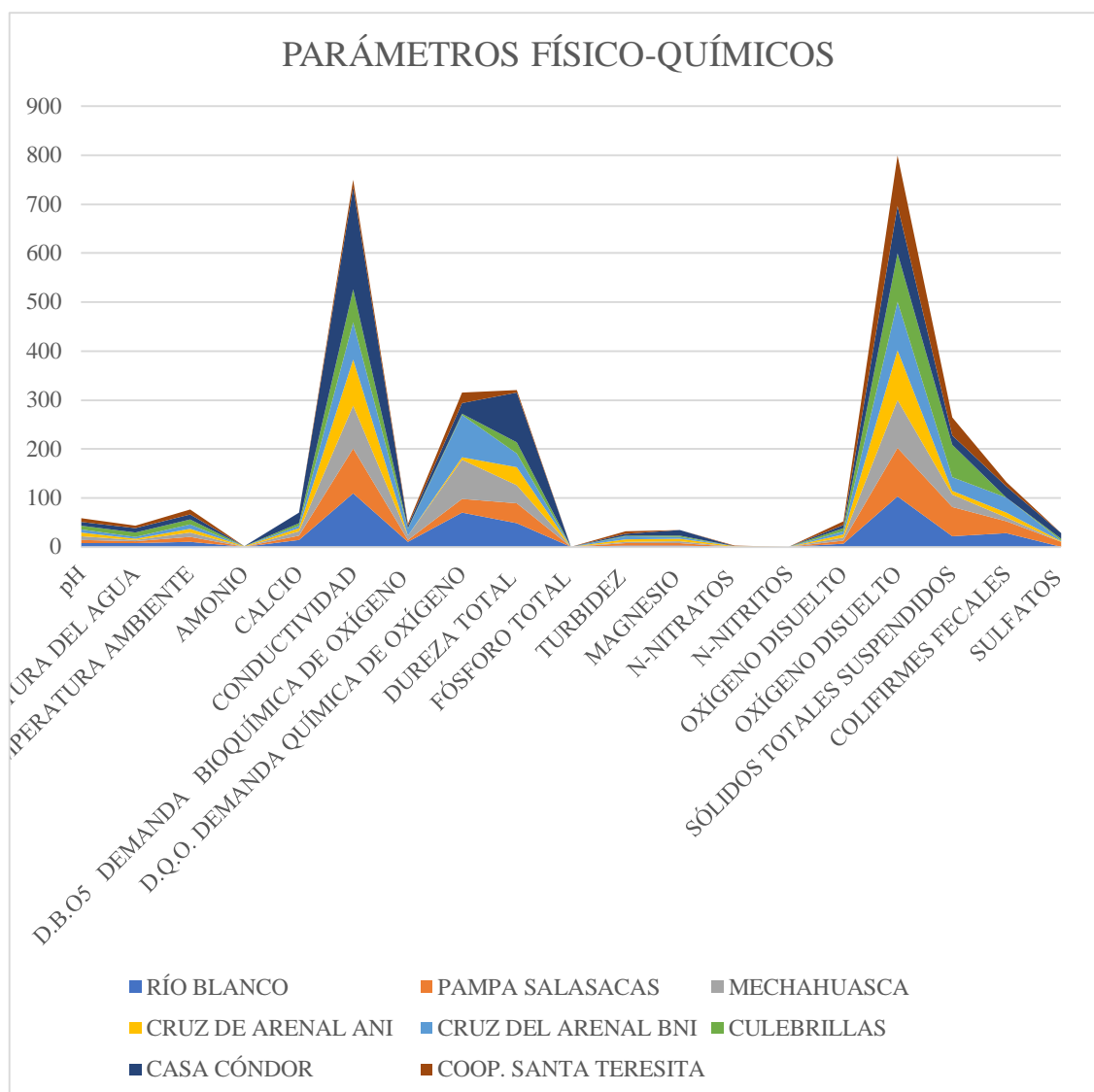
En el primer grupo se observa al bofedal Coop. Santa Teresita BNI claramente disímil del resto en consecuencia a su bajo valor, en el segundo grupo se muestra a Cruz del Arenal ANI y Cruz Del Arenal BNI con un 100% de similitud y estos a la vez logran ser semejantes con los bofedales Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, por último, el tercer grupo está conformado por Casa Cóndor BI y Pampas Salasacas BI presentando una gran semejanza con Culebrillas AI.

**Tabla VII-46:** Resultados de los parámetros físicos y químicos en los 8 bofedales de la RPFCH.

Parámetros	Unidad	Río	Pampa	Mechahuasc	Cruz	Cruz	Culebrillas	Casa	Coop.	Criterios de calidad de aguas según TULSMA para:			
		Blanco AI	Salasacas BI	a ANI	de Arenal ANI	del Arenal BNI	AI	Cóndor BI	Santa Teresita BNI	Consumo humano y domestico	Preservación vida silvestre	Riego agrícola	Uso pecuario
PH		7,7	6,9	7,37	7,47	6,92	7,47	7,43	7,6	6-9	6,5-9	6-9	-
Temperatura del agua	C°	7,5	3,6	3,4	2,3	4,2	8,3	8,5	5,3	Condición natural	Condición natural	Condición natural	Condición natural
Amonio	mg/l	<b>0,33</b>	<b>0,30</b>	<b>0,17</b>	<b>0,08</b>	0,05	0	<b>0,08</b>	<b>0,21</b>	0,05	-	-	-
Calcio	mg/l	14,48	8,69	8,23	6,31	5,64	5,18	20,95	1,22	-	-	-	-
Conductividad	uS/cm	109,70	91,60	87,00	94,50	75,60	67,60	209,00	14,32	-	-	700	-
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno													
Oxígeno	mg/l	<b>10,05</b>	<b>3,80</b>	<b>8,85</b>	0,74	<b>13</b>	1,56	<b>5,15</b>	<b>3,7</b>	<2	20	-	-
D.Q.O. Demanda Química de Oxígeno													
Química de Oxígeno	mg/l	<b>70,31</b>	<b>27,69</b>	<b>79,48</b>	<b>6,11</b>	<b>85,60</b>	3,05	<b>21,40</b>	<b>21,40</b>	<4	40	-	-
Dureza Total	mg CaCO3/l	48,48	40,68	37,26	36,08	28,13	22,81	101,70	5,70	400	-	-	-
Fósforo Total	mg/l	0,02	0,025	0,005	0,08	0,045	0,17	0,14	0,03	-	-	-	-
Turbidez	UNT	2,90	4,50	3,00	5,45	5,40	1,30	4,10	5,80	100	-	-	-
Magnesio	mg/l	3,00	4,62	4,08	4,94	3,42	2,40	12,01	0,65	-	-	-	-
N-Nitratos	mg/l	0,40	0	0,40	0,30	0,40	0,10	0,50	0,70	10	13	-	10
N-Nitritos	mg/l	0,001	0,005	0,001	0,003	0,001	0	0,006	0,001	1	0,2	0,5	1
Oxígeno Disuelto	mg/l	6,70	6,45	6,36	6,49	6,47	6,42	6,27	6,69	>6	>6	>3	>3
Oxígeno Disuelto%	mg/l	103,1	99,70	97,6	100,7	100,2	98,7	96,3	103,3	>80%	>80%	-	-
Sólidos Totales													
Suspendidos	mg/l	22,00	60,00	25,00	7	29,00	66,00	19,00	37,00	-	1000	-	-
Coliformes Fecales	NMP/10 0ml	28,00	24,00	8,00	10	30,00	0,00	23,00	9,00	100	100	1000	1000
Sulfatos	mg/l	0,70	9,60	0,60	1,10	1,10	3,6	11,50	0	400	-	250	-

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015); (LASA, 2019)





**Figura VII-52:** Resultado de los parámetros Físico-químicos en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: LASA, 2019.

El valor de pH en todos los bofedales es neutro, la temperatura varía de forma bastante parecida tanto en el ambiente como en el agua, a pesar de los rangos altitudinales, se ve un aumento de temperatura en el bofedal Cruz del Arenal ANI con referencia al bofedal Mechahuasca debido a las condiciones climáticas que se presentaron al momento de obtener los datos, esto se refleja también en la obtención del Oxígeno Disuelto. Los valores del Amonio se ven elevados en la mayoría de bofedales donde a la par se observó la presencia de ganado muy cerca al bofedal, el Calcio al igual que el Magnesio que en conjunto conforman la Dureza Total, son notablemente variados en todos los bofedales teniendo su punto más alto en Casa Cóndor y el más bajo en Coop. Santa Teresita, así como también la Conductividad, aunque se ve un ligero aumento en Culebrillas, y esto puede deberse a que existen más minerales en los rangos altitudinales más bajos. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) muestra a los bofedales fuera de los límites establecidos, a excepción de Cruz del Arenal ANI y Culebrillas AI, esto se muestra similar al análisis de Coliformes Fecales que además muestra su punto más cuspide en Cruz del Arenal BNI, el cual tiene muy cerca la presencia de una comunidad. La Demanda Química de Oxígeno muestra con valor más bajo al bofedal Culebrillas AI, reflejando así su baja intervención antrópica. Fósforo Total, Turbidez, N-Nitratos, Sólidos Totales Suspendidos y Sulfatos muestran variaciones en todos los bofedales con valores bajos en relación a su límite máximo

permisible, por otro lado, los Nitritos muestran valores elevados, pero están dentro de lo permisible (figura VII-52). De este modo se concluye que la mayoría de parámetros físicos y químicos analizados en los 8 bofedales de la RPFCH, obtuvieron valores que están dentro de los criterios de calidad de agua para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario, según el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

## 2. Calidad del Agua por medio del Método ICA

El índice de calidad del agua ICA indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura, es así que, agua altamente contaminada tuvo un ICA cercano o igual a 0%, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice fue cercano a 100%.

**Tabla VII-47:** Índice de calidad de agua ICA del Bofedal Río Blanco AI.

RÍO BLANCO AI					
PARÁMETROS	Unidades	Muestra	ICA	Peso	Promedio Total ICA
PH		7,7	88	0,11	9,68
Cambio de temperatura	C°	3,3	82	0,1	8,2
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	10,05	34	0,11	3,74
Fósforo Total	mg/l	0,02	99	0,1	9,9
Turbidez	mg/l	2,90	93	0,08	7,44
N-Nitratos	mg/l	0,40	97	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	103,1	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	22,00	84	0,07	5,88
Coliformes Fecales	NMP/100ml	28,00	59	0,16	9,44
<b>VALOR ICA</b>					<b>80,81</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-48:** Índice de calidad de agua ICA del Pampas Salasacas.

PAMPA SALASACAS BI					
PARÁMETROS	Unidades	Muestra	ICA	Peso	Promedio Total ICA
PH		6,9	81	0,11	8,91
Cambio de temperatura	C°	5,8	67	0,1	6,7
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	3,80	67,00	0,11	7,37
Fósforo Total	mg/l	0,025	99	0,1	9,9
Turbidez	mg/l	4,50	88,00	0,08	7,04
N-Nitratos	mg/l	0	97	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	99,70	99,00	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	60,00	87,00	0,07	6,09
Coliformes Fecales	NMP/100ml	24,00	61,00	0,16	9,76
<b>VALOR ICA</b>					<b>82,30</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-49:** Índice de calidad de agua ICA del Mechahuasca ANI.

<b>MECHAHUASCA ANI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		7,37	93	0,11	10,23
Cambio de temperatura	C°	6,2	64	0,1	6,4
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	8,85	39	0,11	4,29
Fósforo Total	mg/l	0,005	100	0,1	10
Turbidez	mg/l	3,00	90,00	0,08	7,2
N-Nitratos	mg/l	0,40	97,00	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	97,6	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	25,00	84,00	0,07	5,88
Coliformes Fecales	NMP/100ml	8,00	74,00	0,16	11,84
<b>VALOR ICA</b>					<b>82,37</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-50:** Índice de calidad de agua ICA del Cruz del Arenal ANI.

<b>CRUZ DE ARENAL ANI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		7,47	93	0,11	10,23
Cambio de temperatura	C°	4,5	70	0,1	7
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	0,74	97	0,11	10,67
Fósforo Total	mg/l	0,08	97	0,1	9,7
Turbidez	mg/l	5,45	85	0,08	6,8
N-Nitratos	mg/l	0,30	97,00	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	100,7	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	7	81	0,07	5,67
Coliformes Fecales	NMP/100ml	10	72	0,16	11,52
<b>VALOR ICA</b>					<b>88,12</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-51:** Índice de calidad de agua ICA del Cruz del Arenal BNI.

<b>CRUZ DEL ARENAL BNI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		6,92	86	0,11	9,46
Cambio de temperatura	C°	4,7	70	0,1	7
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	13	25	0,11	2,75
Fósforo Total	mg/l	0,045	98	0,1	9,8
Turbidez	mg/l	5,40	85	0,08	6,8
N-Nitratos	mg/l	0,40	96,0	0,10	9,6
Oxígeno Disuelto	%	100,2	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	29,00	84	0,07	5,88
Coliformes Fecales	NMP/100ml	30,00	58	0,16	9,28
<b>VALOR ICA</b>					<b>77,4</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-52:** Índice de calidad de agua ICA del Culebrillas AI.

<b>CULEBRILLAS AI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		7,47	88	0,11	9,68
Cambio de temperatura	C°	1,9	88	0,1	8,8
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1,56	95	0,11	10,45
Fósforo Total	mg/l	0,17	93	0,1	9,3
Turbidez	mg/l	1,30	95	0,08	7,6
N-Nitratos	mg/l	0,10	97,00	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	98,7	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	66,00	86	0,07	6,02
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0,00	100	0,16	16
<b>VALOR ICA</b>					<b>94,38</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>EXCELENTE</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-53:** Índice de calidad de agua ICA del Casa Cóndor BI.

<b>CASA CÓNDOR BI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		7,43	93	0,11	10,23
Cambio de temperatura	C°	2,6	83	0,1	8,3
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	5,15	56	0,11	6,16
Fósforo Total	mg/l	0,14	94	0,1	9,4
Turbidez	mg/l	4,10	88	0,08	7,04
N-Nitratos	mg/l	0,50	97,00	0,10	9,7
Oxígeno Disuelto	%	96,3	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	19,00	84	0,07	5,88
Coliformes Fecales	NMP/100ml	23,00	62	0,16	9,92
<b>VALOR ICA</b>					<b>83,46</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-54:** Índice de calidad de agua ICA del Coop. Santa Teresita BNI.

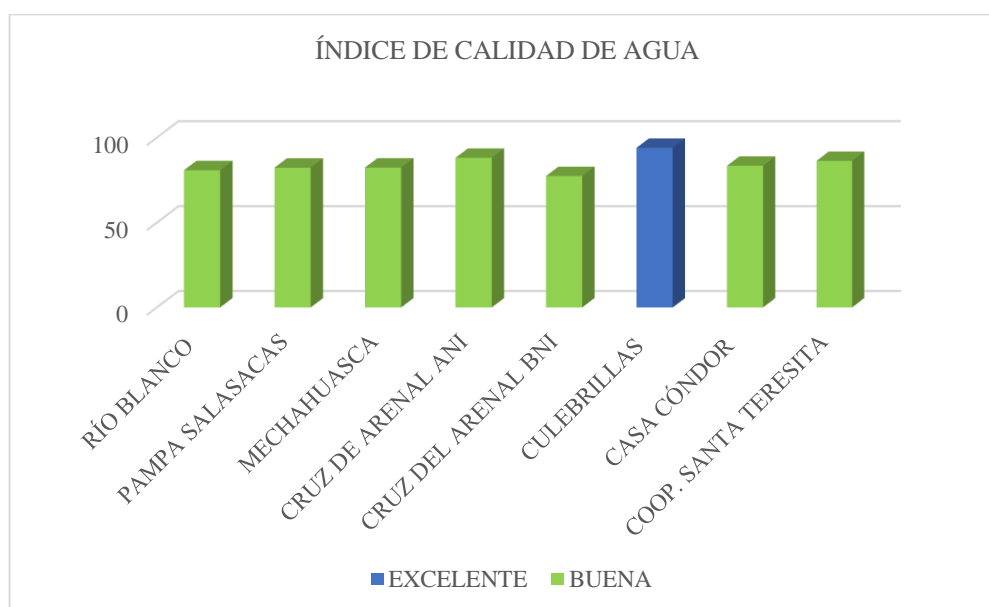
<b>COOP. SANTA TERESITA BNI</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Muestra</b>	<b>ICA</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio Total ICA</b>
PH		7,6	92	0,11	10,12
Cambio de temperatura	C°	3,9	79	0,1	7,9
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	3,7	67	0,11	7,37
Fósforo Total	mg/l	0,03	99	0,1	9,9
Turbidez	mg/l	5,80	86	0,08	6,88
N-Nitratos	mg/l	0,70	96,00	0,10	9,6
Oxígeno Disuelto	%	103,3	99	0,17	16,83
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	37,00	86	0,07	6,02
Coliformes Fecales	NMP/100ml	9,00	73	0,16	11,68
<b>VALOR ICA</b>					<b>86,3</b>
<b>CALIDAD</b>					<b>BUENA</b>

Nota: (Oram, 2015)

**Tabla VII-55:** Resultados del Índice de Calidad de agua ICA obtenidos en los Bofedales de la RPFCH.

BOFEDALES	ICA	CALIDAD
RÍO BLANCO AI	81	BUENA
PAMPA SALASACAS BI	82	BUENA
MECHAHUASCA ANI	82	BUENA
CRUZ DE ARENAL ANI	88	BUENA
CRUZ DEL ARENAL BNI	77	BUENA
CULEBRILLAS AI	94	EXCELENTE
CASA CÓNDOR BI	83	BUENA
COOP. SANTA TERESITA BNI	86	BUENA

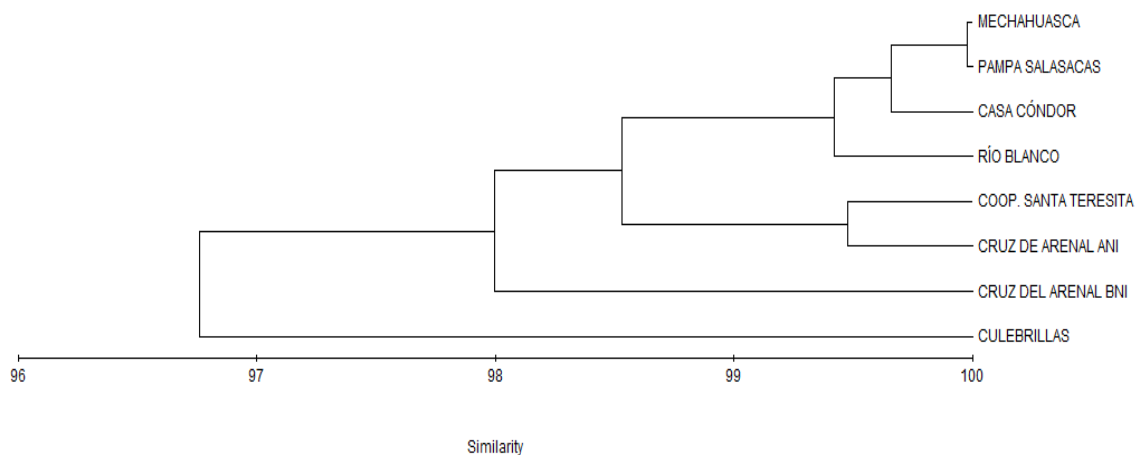
Nota: (Oram, 2015)



**Figura VII-53:** Índice de Calidad de Agua (ICA) en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: (Oram, 2015)

La figura VII-53, muestra los resultados del Índice de Calidad del Agua en los diferentes Bofedales de la RPFCH los cuales se obtuvieron del análisis de parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, pH, DBO<sub>5</sub>, diferencia de temperatura, fosfatos, nitratos, turbidez y sólidos totales) y microbiológicos (coliformes fecales) que se realizaron durante el transcurso de la investigación. Los datos dan como resultado que el agua en los bofedales de la RPFCH. se encuentra en un índice de calidad **BUENA**, posiblemente dado por la buena capacidad de recuperación natural del río, exceptuando a Culebrillas AI que se encuentra en un Índice de Calidad de Agua **EXCELENTE**, esto sería posible gracias a la nula intervención humana en este sector.



**Figura VII-54:** Dendrograma de similitud del Índice de Calidad de Agua (ICA) en los 8 Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función del índice ICA (figura 7.60), el valor del índice es siempre superior al 960% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo observamos al bofedal Culebrillas claramente apartado del resto debido a tener el valor más alto del Índice, en el segundo grupo tenemos al bofedal Coop. Santa Teresita BNI, Cruz del Arenal ANI, siendo muy semejantes a Cruz del Arenal BNI. Finalmente, Mechahuasca ANI y Pampas Salasacas BI similares entre sin en casi un 100% muestran gran similitud con Casa Cóndor y Río Blanco AI.

#### **D. APLICAR ÍNDICES DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA EVALUAR EL NIVEL DE SENSIBILIDAD DE LOS ORGANISMOS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO.**

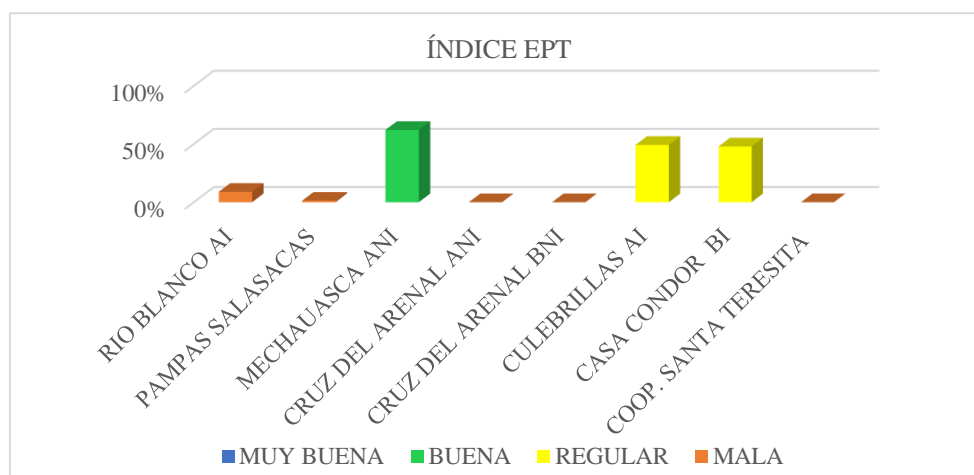
##### **1. Índices Biológicos**

###### **a. Índice EPT**

**Tabla VII-56:** Resultado del Índice EPT en los bofedales de la RPFCH.

ORDEN	FAMILIA	Rio Blanco AI	Pampas Salasacas	Mechahuasca ANI	Cruz del Arenal ANI	Cruz del Arenal BNI	Culebrillas AI	Casa Cóndor BI	Coop. Santa Teresita
<b>Tricladida</b>	Dugesiiidae	9	44	7	5	19	37	0	0
<b>Haplotaxidae</b>	Tubificidae	0	0	0	0	1	0	4	0
<b>Haplotaxidae</b>	Naididae	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Glossiphoniiformes</b>	Glossiphoniidae	8	0	3	15	0	2	1	0
<b>Basommatophora</b>	Lymnaeidae	1	24	0	0	0	0	0	0
<b>Veneroida</b>	Sphaeriidae	1	44	0	3	0	4	0	0
<b>Amphipoda</b>	Hyalellidae	418	581	268	204	286	169	273	0
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	8	5	1	0	0	18	0	0
<b>Plecóptera</b>	Gripopterygidae	0	0	0	0	0	2	0	0
<b>Coleóptera</b>	Elmidae	11	7	2	0	0	6	1	0
<b>Coleóptera</b>	Scirtidae	0	0	4	0	0	64	1	0
<b>Trichóptera</b>	Leptoceridae	4	0	0	0	0	6	0	0
<b>Trichóptera</b>	Limnephilidae	15	0	467	0	0	195	254	0
<b>Trichóptera</b>	Polycentropodidae	8	0	5	0	0	1	0	0
<b>Díptera</b>	Chironomidae	1	3	8	0	0	31	0	5
<b>Díptera</b>	Dolichopodidae	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Díptera</b>	Empididae	0	0	0	0	0	19	0	0
<b>Díptera</b>	Muscidae	0	1	3	1	0	0	0	1
<b>Díptera</b>	Simuliidae	28	224	1	9	239	37	0	0
<b>Díptera</b>	Tabanidae	2	0	1	0	0	0	0	4
<b>Díptera</b>	Tipulidae	0	0	0	0	0	2	0	0
	Total	515	933	771	237	545	593	534	10
	<b>TOTAL EPT</b>	46	12	479	0	0	292	256	0
	<b>INDICE % EPT</b>	9%	1%	62%	0%	0%	49%	48%	0%
	<b>CALIDAD</b>	<b>MALA</b>	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>MALA</b>	<b>MALA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALA</b>

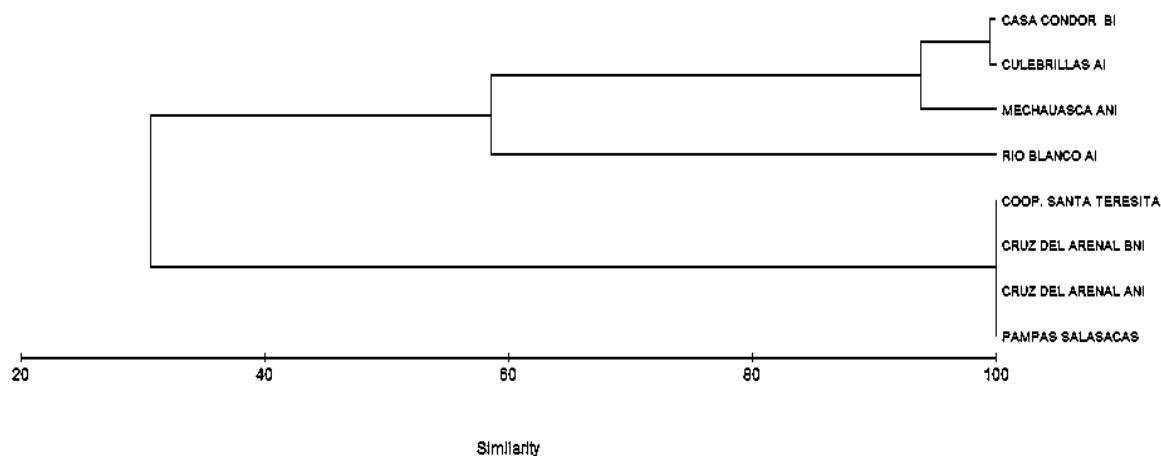
Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-55:** Resultados Índice EPT en los 8 Bofedales de la RPFCH.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

En la figura VII-55 se observan los valores del Índice EPT en cuanto a resultados del total de individuos de macroinvertebrados frente al total de individuos pertenecientes al grupo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), encontrados en los bofedales de la RPFCH, y se puede apreciar que, ningún bofedal según este índice tiene calidad **MUY BUENA** en sus aguas, en cuanto a calidad **BUENA** la encontramos en el bofedal de Mechahuasca, seguido a esto con calidad **REGULAR** se encuentran los bofedales de Culebrillas AI y Casa Córdor BI, y finalmente se presentan 5 restantes bofedales con una **MALA** calidad de agua.



**Figura VII-56:** Dendrograma de similitud del Índice EPT en los 8 Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función del índice EPT (figura VII-56), el valor del índice es siempre superior al 20% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo observamos a 4 bofedales (Coop. Santa Teresita BNI, Cruz del Arenal ANI, Cruz del Arenal BNI y Pampas Salasacas BI) similares entre sí con valores asignados en el índice muy bajos, en el segundo grupo sorprendentemente el bofedal Rio Blanco se separa claramente de los 4 primeros, teniendo en cuenta que todos estos contienen una calidad biológica mala. Por otro lado, en el tercer grupo, los bofedales Culebrillas AI y Casa Córdor BI similares entre sí, muestran una gran similitud con el bofedal Mechahuasca ANI, exhibiendo los valores más altos estipulados por el presente índice.

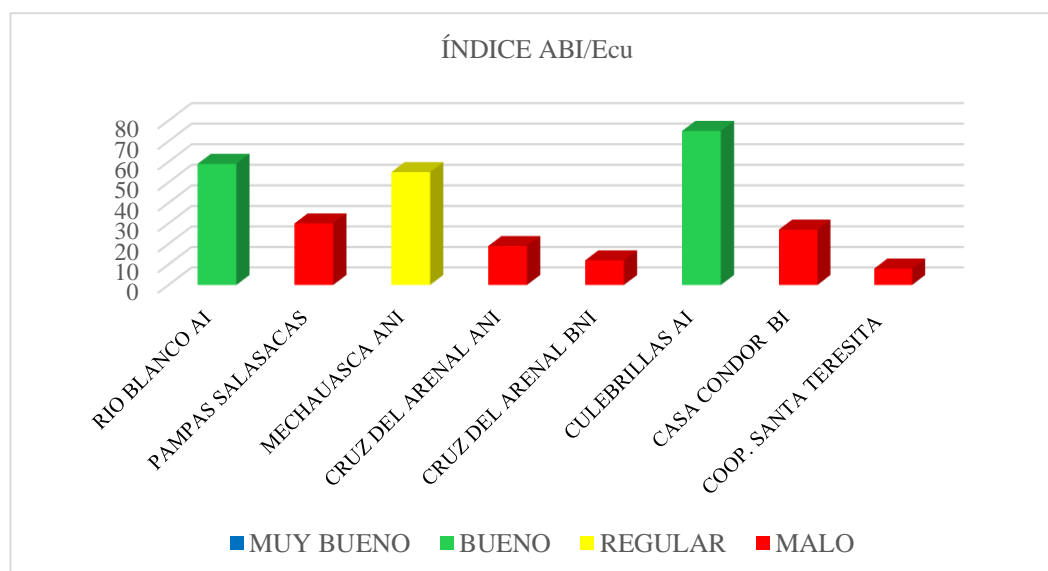


## b. Índice ABI

**Tabla VII-57:** Resultado del Índice ABI/Ecu en los bofedales de la RPFCH.

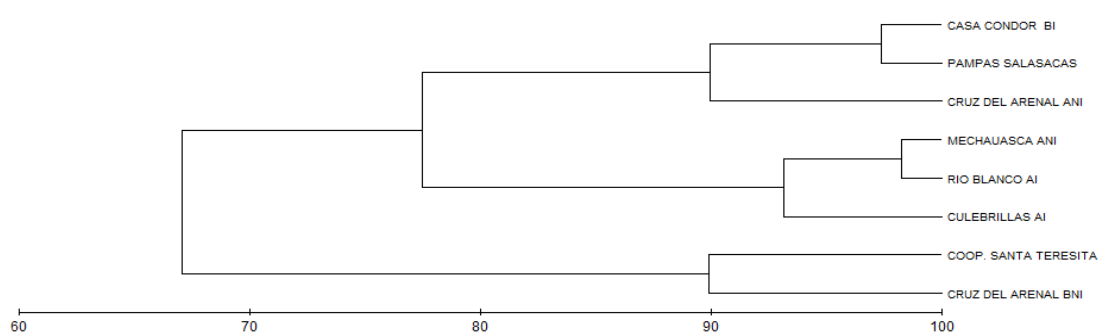
<b>FAMILIA</b>	<b>Rio Blanco AI</b>	<b>Pampas Salasacas</b>	<b>Mechahuasca ANI</b>	<b>Cruz del Arenal ANI</b>	<b>Cruz del Arenal BNI</b>	<b>Culebrillas AI</b>	<b>Casa Cóndor BI</b>	<b>Coop. Santa Teresita</b>
<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Naididae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glossiphoniidae</i>	3	0	3	3	0	3	3	0
<i>Lymnaeidae</i>	3	3	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaeriidae</i>	3	3	0	3	0	3	0	0
<i>Hyalellidae</i>	6	6	6	6	6	6	6	0
<i>Baetidae</i>	4	4	4	0	0	4	0	0
<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	0	0	10	0	0
<i>Elmidae</i>	5	5	5	0	0	5	5	0
<i>Scirtidae</i>	0	0	5	0	0	5	5	0
<i>Leptoceridae</i>	8	0	0	0	0	8	0	0
<i>Limnephilidae</i>	7	0	7	0	0	7	7	0
<i>Polycentropodidae</i>	8	0	8	0	0	8	0	0
<i>Chironomidae</i>	2	2	2	0	0	2	0	2
<i>Dolichopodidae</i>	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Empididae</i>	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Muscidae</i>	0	2	2	2	0	0	0	2
<i>Simuliidae</i>	5	5	5	5	5	5	0	0
<i>Tabanidae</i>	4	0	4	0	0	0	0	4
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	5	0	0
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>75</b>	<b>27</b>	<b>8</b>
<b>CALIDAD</b>	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-57:** Resultados Índice ABI en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: Trabajo de campo, 2019.

En la figura VII-57 se observan los valores del Índice ABI en cuanto a resultados obtenidos en los puntos muestreados, donde ningún bofedal está dentro del rango de calidad **MUY BUENO**, solo los bofedales Culebrillas AI y Río Blanco AI tiene un rango de calidad **BUENO** en sus aguas, en cuanto a calidad **REGULAR** la encontramos en el bofedal de Mechahuasca ANI y finalmente se el resto de bofedales se muestra con una calidad de agua **MALA**. Cabe mencionar que al no contemplarse en la Puntuación ABI, la familia Dugesiidæ no se tomó en cuenta en este índice.



**Figura VII-58:** Dendrograma de similitud Índice ABI en los 8 Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función del índice ABI (figura VII-58), el valor del índice es siempre superior al 60% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

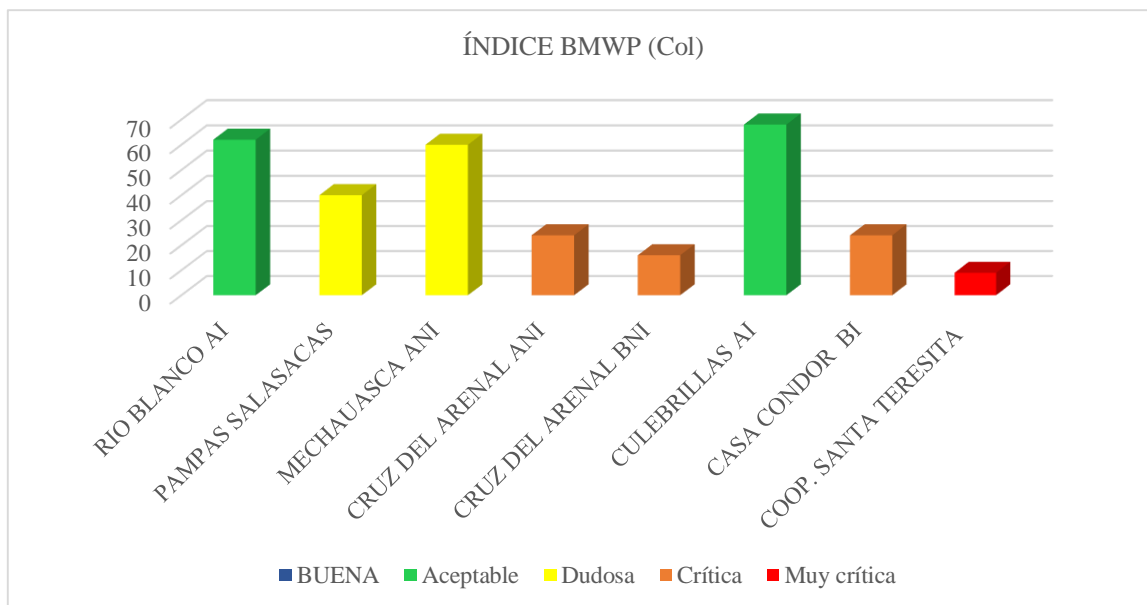
En el primer grupo observamos a los bofedales Coop. Santa Teresita BNI y Cruz del Arenal BNI claramente alejado del resto por tener sus aguas en mal estado, en el segundo grupo los bofedales Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, muestran una gran similitud con el bofedal Culebrillas AI mostrando sus aguas en un mejor estado que el resto, finalmente en el tercer grupo sorprendentemente se ve al bofedal Cruz del Arenal ANI teniendo una gran analogía con los bofedales Casa Cónдор BI y Pampas Salasacas BI, pese al bajo valor que el presente índice le asignó.

### c. Índice BMWP/Col

**Tabla VII-58:** Resultado del Índice BMWP/Col en los bofedales de la RPFCH.

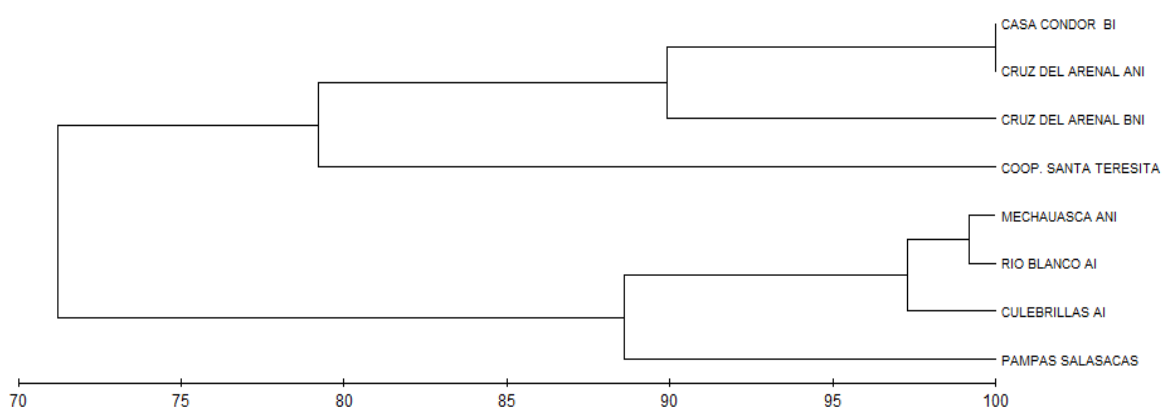
<b>FAMILIA</b>	<b>Rio AI</b>	<b>Blanco Pampas Salasacas</b>	<b>Mechahuasca ANI</b>	<b>Cruz del Arenal ANI</b>	<b>Cruz del Arenal BNI</b>	<b>Culebrillas AI</b>	<b>Casa Cóndor BI</b>	<b>Coop. Santa Teresita</b>
<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Glossiphoniidae</i>	3	0	3	3	0	3	3	0
<i>Lymnaeidae</i>	4	4	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaeriidae</i>	4	4	0	4	0	4	0	0
<i>Hyaellidae</i>	7	7	7	7	7	7	7	0
<i>Baetidae</i>	7	7	7	0	0	7	0	0
<i>Elmidae</i>	6	6	6	0	0	6	6	0
<i>Scirtidae</i>	0	0	7	0	0	7	7	0
<i>Leptoceridae</i>	8	0	0	0	0	8	0	0
<i>Polycentropodidae</i>	9	0	9	0	0	9	0	0
<i>Chironomidae</i>	2	2	2	0	0	2	0	2
<i>Dolichopodidae</i>	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Empididae</i>	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Muscidae</i>	0	2	2	2	0	0	0	2
<i>Simuliidae</i>	8	8	8	8	8	8	0	0
<i>Tabanidae</i>	4	0	5	0	0	0	0	5
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	3	0	0
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>68</b>	<b>24</b>	<b>9</b>
<b>Calidad</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Dudosa</b>	<b>Dudosa</b>	<b>Crítica</b>	<b>Crítica</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Crítica</b>	<b>Muy crítica</b>
<b>Clase</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Significado</b>	Aguas ligeramente contaminadas	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas ligeramente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas

Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-59:** Resultados Índice BMWP/Col en los 8 Bofedales de la RPFCH.  
Nota: Trabajo de campo, 2019.

Se observa en la figura VII-59 los valores del Índice BMWP (Col) en cuanto a resultados obtenidos en los puntos muestreados, donde se puede apreciar que, según este índice, ningún bofedal está dentro de los parámetros de calidad **BUENA**, que significaría la presencia de aguas muy limpias a limpias; en cuanto a calidad **ACEPTABLE**, que describe aguas ligeramente contaminadas, se encuentran los bofedales de Río Blanco AI y Culebrillas AI, seguido a esto con calidad **DUDOSA** están los bofedales de Pampas Salasacas y Mechahuasca, mientras que los bofedales Cruz del arenal ANI, Cruz del arenal BNI y Casa Cóndor BI presentan una calidad **CRÍTICA**, y finalmente el bofedal Coop. Santa Teresita SE avista aguas de calidad **MUY CRÍTICA**. Cabe recalcar que no se incluyeron las familias Dugesiiidae, Naididae, Griptopterygidae y Limnephilidae, debido a su ausencia en la tabla de Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col del Índice BMWP (Col), en la cual se asignan sus valores correspondientes.



**Figura VII-60:** Dendrograma de similitud del Índice BMWP/Col en los 8 Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función del índice BMWP (Col) (figura 7.66), el valor del índice es siempre superior al 70% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo observamos al bofedal Pampas Salasacas alejado notoriamente del resto debido a su baja calidad, en el segundo grupo los bofedales Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, muestran una gran similitud con el bofedal Culebrillas presumiendo de los valores más altos asignados por este índice, finalmente en el tercer grupo se ve al bofedal Casa Cóndor BI y Cruz del Arenal ANI teniendo una gran afinidad con los bofedales Cruz del Arenal BNI y Coop. Santa Teresita BNI, reflejando claramente la calidad biológica regular en el que están inmersos.

d. Índice Adaptado para los Bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo. El índice adaptado para los bofedales de la reserva de producción de fauna de Chimborazo, se realizó después de observar la ausencia y presencia de los macroinvertebrados en cada uno los bofedales que según los índices anteriormente elaborados dieron una puntuación que reflejan posteriormente la calidad de agua que contiene cada bofedal. De este modo se presenta en el siguiente cuadro la valoración dada minuciosamente a cada familia y el rango de valoración de Calidad que el bofedal posee.

**Tabla VII-59:** Puntajes de las familias de macroinvertebrados para el Índice Adaptado para los Bofedales de la RPFCH.

Familias	Puntajes
Gripopterygidae	10
Polycentropodidae, Leptoceridae,	9
Limnephilidae	8
Baetidae, Scirtidae	7
Tipulidae, , Simuliidae, Empididae	6
Hyaellidae, Dugesiidae, Sphaeriidae	5
Glossiphoniidae, Lymnaeidae, Elmidae	4
Chironomidae, Muscidae	3
Tabanidae, Dolichopodidae	2
Naididae, Tubificidae	1

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Cada familia tiene un valor mostrándose como 10 la familia más sensible y como 1 la más tolerante, la suma total de puntajes por cada bofedal indica la Calidad de Agua la cual se representa mediante colores.

**Tabla VII-60:** Rango de calidad de Agua según los valores obtenidos.

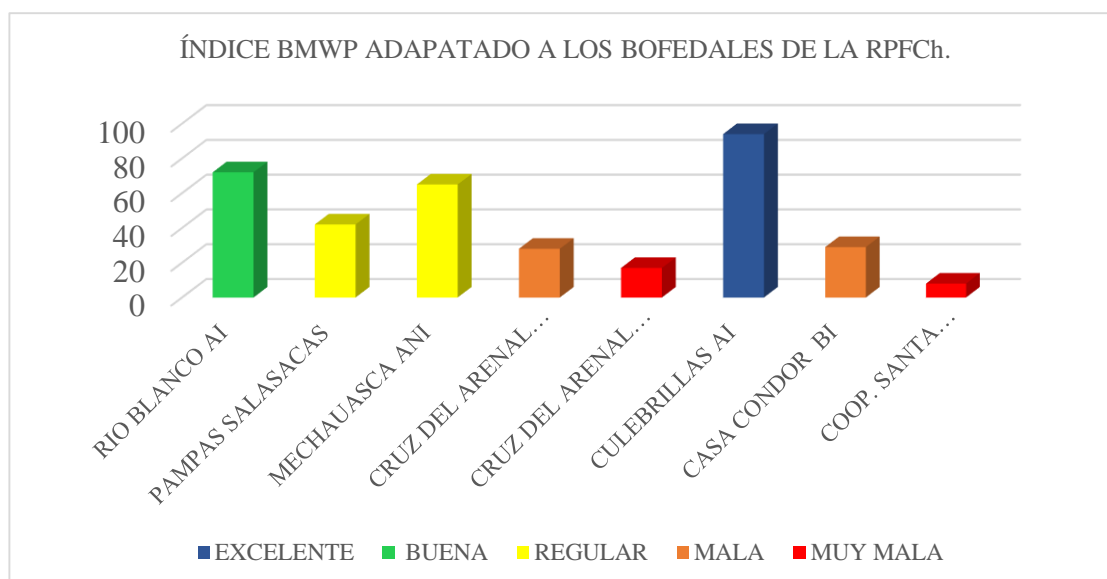
CALIDAD	PUNTAJE	COLOR
<b>EXCELENTE</b>	> 100 91-100	<b>AZUL</b>
<b>BUENA</b>	66-90	<b>VERDE</b>
<b>REGULAR</b>	41-65	<b>AMARILLO</b>
<b>MALA</b>	21-40	<b>NARANJA</b>
<b>MUY MALA</b>	>20	<b>ROJO</b>

Nota: Trabajo de campo, 2019.

**Tabla VII-61:** Resultado del Índice Adaptado para los Bofedales de la RPFCH.

FAMILIA	Rio Blanco AI	Pampas Salasacas	Mechahuasca ANI	Cruz del Arenal ANI	Cruz del Arenal BNI	Culebrillas AI	Casa Cóndor BI	Coop. Santa Teresita
DugesIIDae	5	5	5	5	5	5	0	0
Tubificidae	0	0	0	0	1	0	1	0
Naididae	1	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	4	0	4	4	0	4	4	0
Lymnaeidae	4	4	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	5	5	0	5	0	5	0	0
Hyaellidae	5	5	5	5	5	5	5	0
Baetidae	7	7	7	0	0	7	0	0
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	10	0	0
Elmidae	4	4	4	0	0	4	4	0
Scirtidae	0	0	7	0	0	7	7	0
Leptoceridae	9	0	0	0	0	9	0	0
Limnephilidae	8	0	8	0	0	8	8	0
Polycentropodidae	9	0	9	0	0	9	0	0
Chironomidae	3	3	3	0	0	3	0	3
Dolichopodidae	0	0	2	0	0	0	0	0
Empididae	0	0	0	0	0	6	0	0
Muscidae	0	3	3	3	0	0	0	3
Simuliidae	6	6	6	6	6	6	0	0
Tabanidae	2	0	2	0	0	0	0	2
Tipulidae	0	0	0	0	0	6	0	0
<b>Total</b>	72	42	65	28	17	94	29	8
<b>CALIDAD</b>	BUENA	REGULAR	REGULAR	MALA	MUY MALA	EXCELENTE	MALA	MUY MALA

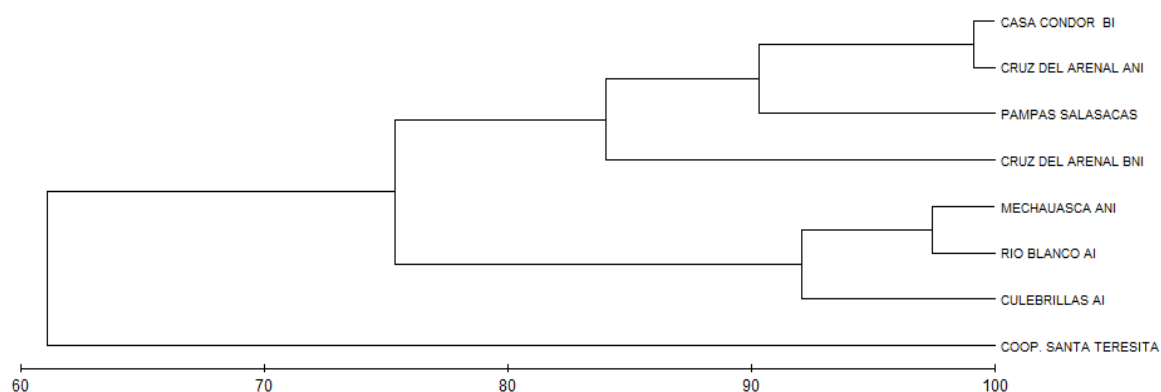
Nota: Trabajo de campo, 2019.



**Figura VII-61:** Resultados del Índice Adaptado a los Bofedales de la RPFCH.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Se observa los valores del Índice Adaptado a los bofedales de la RPFCH. (figura VII-61), con los resultados obtenidos en los puntos muestreados, donde se puede apreciar que, según este índice, bofedal Culebrillas AI muestra los valores necesarios para estar dentro del rango de calidad **EXCELENTE**, en cuanto a calidad **BUENA** la encontramos en el bofedal de Río Blanco AI, continuo a esto con calidad **REGULAR** se encuentran los bofedales de Pampas Salasacas y Mechahuasca, en tanto que el bofedal Cruz del arenal ANI presenta una **MALA** calidad, y finalmente los bofedales Cruz del arenal BNI y Coop. Santa Teresita contempla aguas de **MUY MALA** calidad.



**Figura VII-62:** Dendrograma de similitud del Índice Adaptado a los Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función del índice Adaptado a los bofedales de la RPFCH (figura VII-62), el valor del índice es siempre superior al 60% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo observamos al bofedal Coop. Santa Teresita BNI alejado manifiestamente del resto debido a su pésima calidad claro está, en el segundo grupo los bofedales Río Blanco AI y Mechahuasca ANI, muestran una gran similitud con el bofedal Culebrillas los cuales presumen de tener valores altos en su calidad biológica, finalmente en el tercer grupo se ve a los bofedal Casa Cóndor BI y Cruz del Arenal ANI teniendo afinidad con los bofedales Cruz del Arenal BNI y Pampas Salasacas BI, reflejando públicamente la calidad biológica regular a la que pertenecen.

## 2. Comparación de los índices biológicos EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCH. y el índice WQI.

En la siguiente tabla se muestran la valoración de los índices biológicos y el índice WQI en cada uno de los bofedales muestreados.

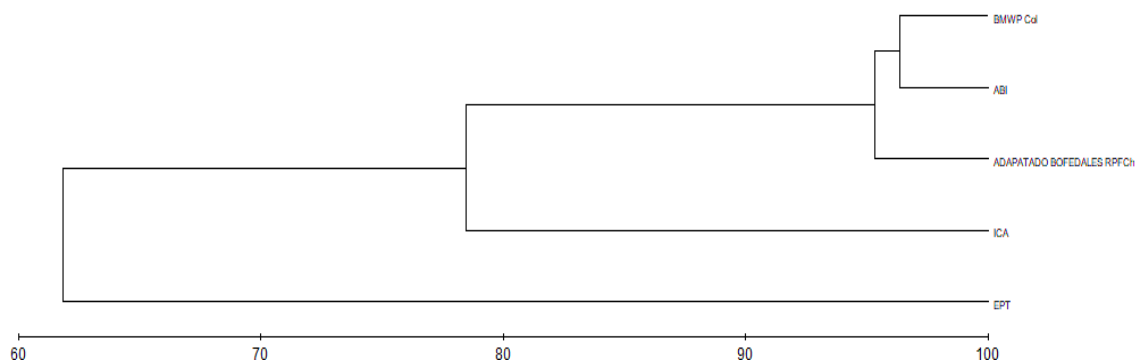
**Tabla VII-62:** Resultados del índice EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCH con el índice WQI.

BOFEDALES	EPT	CALIDAD	ABI	CALIDAD	BMW P/Col	CALIDAD	ADAPATADO BOFEDALES RPFCH	CALIDAD	ICA	CALIDAD
Rio Blanco AI	9%	MALA	59	BUENO	62	ACEPTABLE	72	BUENA	81	BUENA
Pampas Salasacas BI	1%	MALA	30	MALO	40	DUDOSA	42	REGULAR	82	BUENA
Mechahuasca ANI	62%	BUENA	55	REGULAR	60	DUDOSA	65	REGULAR	82	BUENA
Cruz del Arenal ANI	0%	MALA	19	MALO	24	CRÍTICA	28	MALA	88	BUENA
Cruz del Arenal BNI	0%	MALA	12	MALO	16	CRÍTICA	17	MUY MALA	77	BUENA
Culebrillas AI	49%	REGULAR	75	BUENO	68	ACEPTABLE	94	EXCELENTE	94	EXCELENTE
Casa Cóndor BI	48%	REGULAR	27	MALO	24	CRÍTICA	29	MALA	83	BUENA
Coop. Santa Teresita BNI	0%	MALA	8	MALO	9	MUY CRÍTICA	8	MUY MALA	86	BUENA

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Los resultados de calidad de agua del índice EPT muestra una gran diferencia con respecto a los demás Índices al contener valores muy bajos en la mayoría de los bofedales estudiados, hechos que no reflejan realmente su calidad debido a que este índice toma como referencia la presencia y ausencia macrobentos de las familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, de donde se origina su nombre EPT, por otro lado, el índice ABI, BMWP/Col y el Índice Adaptado para los bofedales de la RPFCH. muestran el mismo criterio de calidad en cada uno de los puntos de monitoreo con un mínima variación en el índice BMWP/Col, ya que su techo de puntuación es 150 y no 100 como los otros índices, por último el índice WQI al igual que el EPT muestra una diferencia considerable con los demás índices (BMW/Col, ABI/Ecu, Adaptado) pero en este caso indica que todos los puntos presentan una calidad del agua superior a BUENA, lo cual puede deberse a que los parámetros físico-químicos y microbiológicos se analizan en un momento dado es decir en las condiciones que influyen en ese momento, mientras que los macroinvertebrados reciben los efectos de la contaminación permanentemente debido a su vida sedentaria, además estos resultados también pueden variar con relación a los cambios de condiciones climáticas que se presentaron en el lugar, pudiendo presentar así crecientes del cauce natural.





**Figura VII-63:** Dendrograma de similitud Bray Curtis de los Índices aplicados a los Bofedales de la RPFCH.

En el dendrograma de similitud que agrupa los bofedales en función de los Índices de Calidad de Agua aplicados a los bofedales de la RPFCH (figura VII-63), el valor de similitud es siempre superior al 60% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo observamos claramente alejado del resto al Índice EPT por contemplar valores muy bajos en cada uno de los bofedales, en el segundo grupo encontramos también en solitario al Índice ICA que se realizó en base a parámetros físicos y químicos, por sus valores altos, formando un tercer grupo tenemos a los que más se asemejan entre sí con una similitud superior al 95% el índice ABI, IBMWP/Col y el Índice adaptado a los bofedales de la RPFCH.

### 3. Comprobación de la Hipótesis.

Este estudio pretende determinar si la calidad del agua de los bofedales está dentro de los parámetros permisibles para ser utilizada en actividades humanas, agrícolas y pecuarias a través del uso de indicadores físicos, químicos y biológicos. Para ello se tomó en cuenta dos de los índices obtenidos: el índice BMWP/Col, relacionado a los parámetros biológicos, que según Roldan (2003), valores mayores a 60 son considerados como aguas de Buena calidad; asimismo el Índice de Calidad de Agua (ICA) en base a los parámetros físicos químicos, donde los valores mayores a 70 denotan una calidad Buena de acuerdo a National Sanitation Foundation (1996).

#### a. Comprobación a través del índice BMWP/Col

##### 1) Planteamiento de las hipótesis

Hipótesis Nula: El promedio del índice BMWP/Col de los 8 bofedales es menor o igual a 60.

$$H_0: \mu_{\text{BMWP/Col}} \leq 60$$

Hipótesis alternativa: El promedio del índice BMWP/Col de los 8 bofedales es mayor a 60

$$H_1: \mu_{\text{BMWP/Col}} > 60$$

##### 2) Análisis del estadístico a utilizar

A través de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (Valor  $p > 0,10$ ), no se pudo rechazar la hipótesis de que el índice BMWP/Col se distribuya bajo una ley de probabilidad Normal. Tomando en cuenta que se desconoce la varianza poblacional  $\sigma^2$ , se procede a utilizar la prueba t-Student para una muestra.

## 3) Cálculo del estadístico de prueba y valor p

## a) Estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{37,88 - 60}{\frac{22,93}{\sqrt{8}}} = -2,73$$

Donde

$\bar{x} = 37,88$  representa el promedio muestral del índice BMWP/Col

$\mu_0 = 60$  representa la media hipotética.

$n = 8$  representa el tamaño de la muestra

$s = 22,93$  representa la desviación estándar muestral

## b) Valor p

$$P(t_{(n-1)} > t_o)$$

$$P(t_{(7)} > -2,73) = 0,985$$

## 4) Regla de decisión

Para rechazar la hipótesis nula, el valor p debe ser menor al nivel de significancia prefijado  $\alpha=0,05$ .

## 5) Decisión y conclusión

Como el valor p (0,985) no es menor que el nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, con un 95% de confianza el promedio del índice BMWP/Col de los 8 bofedales no es mayor a 60

## 6) Intervalo de confianza

$$\left( \bar{x} - t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

(18,70; 57,05)

Con un 95% de confianza se puede concluir que el promedio del índice BMWP/Col, se encuentra entre 18,79 y 57,05, por lo que, se verifica que la calidad del agua de los 8 bofedales no es apta para ser utilizada en actividades humanas, agrícolas y pecuarias de acuerdo a los parámetros biológicos.

## b. Comprobación a través del índice ICA

## 1) Planteamiento de las hipótesis

Hipótesis Nula: El promedio del índice ICA de los 8 bofedales es menor o igual a 70.

$$H_0: \mu_{ICA} \leq 70$$

Hipótesis alternativa: El promedio del índice ICA de los 8 bofedales es mayor a 70

$$H_1: \mu_{ICA} > 70$$

## 2) Análisis del estadístico a utilizar

A través de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilks (Valor  $p > 0,10$ ), no se pudo rechazar la hipótesis de que el índice ICA se distribuya bajo una ley de probabilidad Normal. Tomando en cuenta que se desconoce la varianza poblacional  $\sigma^2$ , se procede a utilizar la prueba t-Student para una muestra.

## 3) Cálculo del estadístico de prueba y valor p

### a) Estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{84,39 - 70}{\frac{5,19}{\sqrt{8}}} = 7,85$$

Donde

$\bar{x} = 84,39$  representa el promedio muestral del índice BMWP/Col

$\mu_0 = 70$  representa la media hipotética.

$n = 8$  representa el tamaño de la muestra

$s = 5,19$  representa la desviación estándar muestral

### b) Valor p

$$P(t_{(n-1)} > t_o)$$

$$P(t_{(7)} > 7,85) = 0,000$$

## 4) Regla de decisión

Para rechazar la hipótesis nula, el valor p debe ser menor al nivel de significancia prefijado  $\alpha=0,05$ .

## 5) Decisión y conclusión

Como el valor p (0,000) es menor que el nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , si se puede rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, con un 95% de confianza el promedio del índice ICA de los 8 bofedales es mayor a 60.

## 6) Intervalo de confianza

$$\left( \bar{x} - t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

(80,06; 88,73)

Con un 95% de confianza se puede concluir que el promedio del índice ICA, se encuentra entre 80,06 y 88,73, por lo que, se verifica que la calidad del agua de los 8 bofedales si es apta para ser utilizada en actividades humanas, agrícolas y pecuarias de acuerdo a los parámetros físicos químicos.

## **VIII. CONCLUSIONES**

La diferencia notable de la biodiversidad de macroinvertebrados recolectados en cada uno de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, se debe a las características altitudinales y al grado de intervención antrópica que posee cada bofedal, de esta forma, los bofedales Río Blanco AI, Mechahuasca ANI y Culebrillas AI sobresalen del resto de bofedales como los más biodiversos, y los bofedales Coop. Santa Teresita BNI y Cruz del Arenal BNI lucen como los menos biodiversos.

La estructura trófica de los 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo está marcada por la gran presencia del grupo de los colectores (colectores-recolectores y colectores-filtradores) fragmentadores y raspadores, los que de una u otra forma dependen principalmente de la materia orgánica para su subsistencia, lo que evidencia claramente la intervención antrópica por actividades agropecuarias en todos los bofedales estudiados.

La calidad del agua determinada a través de indicadores físicos y químicos, está dentro de los parámetros permisibles para ser utilizada para consumo humano y en actividades agrícolas y pecuarias en todos los bofedales estudiados de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo según el ICA.

La calidad del agua determinada mediante parámetros biológicos es admisible para ser utilizada para consumo humano y en actividades agrícolas y pecuarias en todos los bofedales estudiados a excepción de los bofedales: Coop. Santa Teresita BNI y Cruz del Arenal BNI.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Desarrollar y socializar las investigaciones sobre calidad del agua a través de la recolección de macroinvertebrados, debido a que en Ecuador es muy escasa la información y no se posee una guía ni metodología propia.

Realizar monitoreos a lo largo de todo un año en los bofedales, para obtener información más clara y precisa, y de este modo tener un panorama más amplio sobre la ausencia y presencia de macroinvertebrados en cada bofedal.

Avanzar con la identificación de los macroinvertebrados hasta llegar al nivel de especie para saber con exactitud su grupo trófico funcional, y así posteriormente realizar una red trófica de macroinvertebrados de los bofedales de la RPFCH.

Establecer muestreos frecuentes en los bofedales para obtener variaciones en los resultados de los parámetros físicos y químicos.

Socializar los resultados obtenidos con las comunidades cercanas de los bofedales como también comunicar a las autoridades competentes para que desarrollen planes estratégicos que ellos vieran factibles realizarlos para el bien de este recurso y su población.

## X. RESUMEN

La presente investigación propone: determinar la calidad de agua mediante el uso de parámetros físicos, químicos y biológicos en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo; para lo cual se realizó un inventario de macroinvertebrados de cada uno de los bofedales estudiados donde se recolectaron por medio de una red de Surber y captura directa, 4138 individuos repartidos en 21 familias, siendo las más abundantes las familias *Hyaellidae* y *Limnephilidae*, las mismas que pertenecen al grupo trófico de fragmentadores y que evidencian una alta actividad agrícola y ganadera muy cercana al bofedal. Posteriormente, se realizó el análisis de los parámetros físicos y químicos en base a los resultados obtenidos del Laboratorio Analítico Ambiental Agua- Efluentes Industriales LASA, y se compararon con los criterios de calidad de agua dado por el MAE (2015) en su documento del TULSMA para consumo humano, uso agrícola y pecuario, y conservación de vida silvestre, lo que demostró que todos los parámetros analizados están dentro de los criterios de calidad excepto los datos de DBO5 y DQO en la mayoría de los bofedales, también se analizaron los parámetros físicos y químicos a través del ICA-NFS (1970) con el método Delphi y por medio del sistema online “Calculadora” del Water Research Center, desarrollado por Oram (2015), donde se obtuvo la calidad de agua de los bofedales los mismo que se presentaron desde un rango de BUENA a EXCEENTE calidad. Finalmente se analizó la calidad de agua mediante los Índices biológicos: EPT, BMWP/Col, ABI/Ecuador e Índice adaptado a los bofedales de la RPFCH, donde se obtuvo una calidad de agua que va desde un rango de Muy Mala/Crítica en los bofedales de Coop. Santa Teresita BNI y Cruz del Arenal BNI a Excelente únicamente en el bofedal de Culebrillas AI.

**Palabras clave:** CALIDAD DE AGUA – MACROINVERTEBRADOS - BOFEDALES.

**Por:** David Castillo



## XI. SUMMARY

The present investigation proposes: to determine the quality of water through the use of physical, chemical and biological parameters in the bofedales of the Chimborazo Fauna Production Reserve; for which an inventory of macroinvertebrates was made of each of the bofedales studied where they were collected through a Surber network and direct capture, 4138 individuals distributed in 21 families, the most abundant being the *Hyaellidae* and *Limnephilidae* families, the same as they belong to the trophic group of fragmenters and that show a high agricultural and livestock activity very close to the bofedal. Subsequently, the analysis of the physical and chemical parameters was carried out based on the results obtained from the Environmental Analytical Laboratory Water-Industrial Effluents LASA, and compared with the criteria of water quality given by the MAE (2015) in its TULSMA document for human consumption, agricultural and livestock use, and wildlife conservation, which showed that all the parameters analyzed are within the quality criteria except the data of DB05 and COD in most of the bofedales, the physical parameters were also analyzed and chemicals through the ICA-NFS (1970) with the Delphi method and through the online "Calculator" system of the Water Research Center, developed by Oram (2015), where the water quality of the bofedales was obtained the same as They presented from a range of GOOD to EXCELLENT quality. Finally, water quality was analyzed using the Biological Indices: EPT, BMWP/Col, ABI/ Ecuador and Index adapted to the RPFCH bofedales, where a water quality was obtained that ranges from a Very Bad / Critical range in the Coop bofedales. Santa Teresita BNI and Cruz del Arenal BNI an Excellent only in the bofedal of AL Culebrillas.

**Key words:** WATER QUALITY- MACROINVERTEBRADOS -BOFEDALES.



## **XII. BIBLIOGRAFÍA**

- Aguirre, J. (Diciembre de 2011). *Validación de Los Indicadores Biológicos (Macroinvertebrados) para el monitoreo de la Cuenca del Río Yanuncay*. (Tesis de grado. Ingeniero Ambiental). Universidad Politecnica Salesiana Cuenca. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1197/14/UPS-CT002208.pdf>
- Aguirre, M., Vanegas, E., & García, N. (2016). <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n2/rcta06216.pdf> Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuaria*, 25(2), 39-43. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n2/rcta06216.pdf>
- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Wordpress.com: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alba, J., Poquet, J., Rodríguez, R., & Granja, J. (s.f.). *Los macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de MEDPACS: <http://medpacs.ugr.es/index.php?q=es/evaluacion/macroinvertebrados>
- Albiach, B. (s.f.). *Calidad de Agua*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de [www.agroambient.gva.es](http://www.agroambient.gva.es): [http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion\\_ambiental/educ/publicaciones/ciclo\\_del\\_agua/cicag/2/2\\_1\\_0/index.html](http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_1_0/index.html)
- Alomía, J., Iannacone, A., Alvarino, L., & Ventura, K. (2017). Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del Río Huallaga, Perú. *The Biologist (Lima)*, 15(1), 65-84. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [318292300\\_MACROINVERTEBRADOS\\_BENTONICOS\\_PARA\\_EVALUAR\\_LA\\_CALIDAD\\_DE\\_LAS\\_AGUAS\\_DE\\_LA\\_CUENCA\\_ALTA\\_DEL\\_RIO\\_HUALLAGA\\_PERU](https://doi.org/10.118292300_MACROINVERTEBRADOS_BENTONICOS_PARA_EVALUAR_LA_CALIDAD_DE_LAS_AGUAS_DE_LA_CUENCA_ALTA_DEL_RIO_HUALLAGA_PERU)
- Álvarez, E. (Septiembre de 2007). Comparación metodológica de sistemas de evaluación de la calidad biológica del agua. Santiago de Compostela, España.
- Alzérreca, H., Luna, D., Prieto, G., Cardozo, A., & Céspedes, J. (Julio de 2001). *Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el sistemas T.D.P.S-Bolivia*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [www.alt-perubolivia.org](http://www.alt-perubolivia.org): [http://www.alt-perubolivia.org/Web\\_Bio/PROYECTO/Docum\\_bolivia/21.11%20VOL1%20P1.pdf](http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_bolivia/21.11%20VOL1%20P1.pdf)
- Amado, J., Pérez, P., Ramírez, O., & Alarcón, J. (2016). Análisis de la calidad del agua en las lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (CHIHUAHUA, MÉXICO). *Papeles de Geografía*, 1(62), 107-118. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/407/40749621009.pdf>
- Andrade, J. (2016). *Determinación del estado de conservación de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero en Ecoturismo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de [Dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5163/1/Tesis%20Jos%C3%A9%20Andrade.pdf>
- American Public Health Association (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Vigesima primera ed.). Washington, DC, Estados Unidos de America: Water Environment Federation. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de [www.mwa.co.th](http://www.mwa.co.th)



- Aquae Fundación. (2017). *Estadísticas sobre el agua a nivel mundial 2017*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Aquae Fundación: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/estadisticas-agua-nivel-mundial-2017/>
- Arango, Á. (2013). Crisis mundial del agua. *Producción + Limpia*, VIII(3), 1-2. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552013000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200001)
- Arango, M., Álvarez, L., Arango, G., Torres, O., & Monsalved, A. (2008). Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista de la Escuela de Ingeniería Antioquia*, 9, 121-141. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372008000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372008000100010)
- Arias, A. (3 de Octubre de 2008). *La Gestión de la Calidad*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Webs.ucm.es: <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf>
- Armendáriz, L. (Junio de 2008). Ciclo de vida de Dero (Aulophorus) Costatus Marcus, 1944 (Tubificidae, Oligochaeta) en un cuerpo de agua con vegetación flotante en los Talas, Argentina. *SciELO*, 72(1), 4. doi:10.4067/S0717-65382008000100004
- Arredondo, J., Méndez, A., Medina, H., & Pimentel, C. (Marzo de 2017). Agua: la importancia de una ingesta adecuada en pediatría. *Acta Pediátrica de México*, 38(2), 116-124. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/4236/423650028006.pdf>
- Asamblea Constituyente. (2008). *Regimen del Buen Vivir. Constitución del Ecuador*. recuperado de Acnur.org: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716>
- Baque, R., Simba, L., Gonzalez, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (Septiembre de 2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117. Recuperado el 19 de Julio de 2019, de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/357/309>
- Barlow, M. (2006). *La protección del agua: diez principios*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de POLIS Revista Latinoamericana: <https://journals.openedition.org/polis/5072>
- Bautista, V. (2012). *Estudio de la calidad del agua de la cuenca del río Chambo en época de estiaje*. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de dspace.esPOCH.edu.ec: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3221>
- Behar, R., Zuñiga, M., & Rojas, O. (1997). *Análisis y Valoración del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la NSF: Caso Río Cálí y Meléndez*. Recuperado el 15 de Junio de 2019, de Bibliotecadigital.univalle.edu.co: [file:///C:/Users/HP/Downloads/incompe\\_v1\\_n1\\_a2.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/incompe_v1_n1_a2.pdf)
- Bembow, M. (2009). *Annelida, Oligochaeta y Polychaeta*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tubificidae>
- Bernal, L., García, D., Novoa, M., & Pinzón, A. (11 de Enero de 2015). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del Río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 11(2), 45-59. Recuperado el 13 de Agosto de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11n2/v11n2a04.pdf>
- Bidault, O. (28 de Junio de 2016). *¿Qué factores determinan la calidad del agua?* Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Waterlogic.es: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>
- Bouchard, W. (2004). *Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest*. Minnesota: Regents of the University of Minnesota.

- Brooks, S. (15 de Noviembre de 2005). *Characteristics and Natural History of Dolichopodidae s.str.* Recuperado el 10 de Junio de 2019, de North American Dipterists Society: <http://www.nadsdiptera.org/Doid/Dolichar/Dolichar.htm>
- Brown, K., & Lydeard, C. (2010). *Mollusca*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lymnaeidae>
- Buitron, C., & Fernández, J. (2012). *Estudio espacial multitemporal de variaciones en superficies observadas a través de imágenes satelitales LANDSAT en una región del Parque Nacional Sajama Bolivia*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [www.weadapt.org](http://www.weadapt.org): [https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/2017/november/estudio\\_espacial\\_multitemporal\\_de\\_variaciones\\_en\\_superficie.pdf](https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/2017/november/estudio_espacial_multitemporal_de_variaciones_en_superficie.pdf)
- Bullón, V. (2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, Chanchamayo*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal y Ambiental). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [Repositorio.uncp.edu.pe](http://repositorio.uncp.edu.pe): <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/Bull%C3%B3n%20Alcala.pdf?sequence=1>
- Bustamante, D. (1 de Septiembre de 2017). Escenario de cambio climático a nivel de subcuencas hidrográficas para el año 2050 de la provincia de Chimborazo- Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 15-27. Recuperado el 27 de Julio de 2019, de <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/26.2017.02/1611>
- Cabrera, G., Socarrás, A., & Hernández, G. (2015). *Fauna edáfica: Composición e importancia funcional en la conservación y mejoramiento de los suelos*. Recuperado el 4 de Agosto de 2018, de [www.rufford.org](http://www.rufford.org): <https://www.rufford.org/files/Soil%20Fauna%20Pamphlet.pdf>
- Camargao, J., & García, D. (1988). *Principales características morfológicas de los géneros ibéricos de la familia Limnephilidae (Trichoptera), en sus últimos estadios larvarios*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.entomologica.es](http://www.entomologica.es): <http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/402.pdf>
- Caranqui, J., Lozano, P., & Julio, R. (Marzo de 2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33-45. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n1/1390-6542-enfoqueute-7-01-00033.pdf>
- Carrasquel, G. (2 de Febrero de 2012). *Los Bofedales, humedales andinos que merecen protección*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [Ecoticias.com](http://www.ecoticias.com): <https://www.ecoticias.com/naturaleza/61002/noticia-medio-ambiente-Bofedales-humedales-andinos-merecen-proteccion>
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* (1ª. ed.). (O. Zambrano, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: EcoCiencia.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2002). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec): <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Carrera, C., & Karol, F. (2001). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec): <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (Diciembre de 2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Ambiental*, 10(17), 111-124. Recuperado el 13 de Julio de 2019, de <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/811/770/>

- César, I., Armendáriz, L., Becerra, R., & Liberto, R. (2004). *Biodiversidad de Crustácea (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata, Ostracoda, Amphipoda y Brachyura Trichodactylidae) de la Mesopotamia argentina*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino.: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31970731/31112.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1532280948&Signature=XevS%2FTN5TQpmh5YBEkQUydUHIpc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBiodiversidad\\_de\\_Crustacea\\_Anostraca\\_N](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31970731/31112.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1532280948&Signature=XevS%2FTN5TQpmh5YBEkQUydUHIpc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBiodiversidad_de_Crustacea_Anostraca_N)
- Chará, A., Chará, J., Zúñiga, M., Pedraza, G., & Giraldo, L. (24 de Septiembre de 2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum*, 15(1), 27-36. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/unsc/v15n1/v15n1a03.pdf>
- Chibinda, C., Arada, M., & Pérez, N. (Agoto de 2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 303-321. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443551310010.pdf>
- Columba, K. (2013). *Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Ministerio del Ambiente del Ecuador: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346515/Manual-para-la-Gestión-Operativa-de-las-Áreas-Protegidas-de-Ecuador.pdf/d313841d-e30d-4edf-a387-c42309147482>
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (Enero de 2009). Guía de campo. *Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro*, 26. Zaragoza, Zaragoza, España: Cemeyká.
- Contreras, J. (21 de Noviembre de 2014). *Características Dípteras*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de [www.academia.edu](http://www.academia.edu/9531911/CARACTER%20C3%8DSTICAS_DE_D%20C3%8DPTE%20RA): [https://www.academia.edu/9531911/CARACTER%20C3%8DSTICAS\\_DE\\_D%20C3%8DPTE%20RA](https://www.academia.edu/9531911/CARACTER%20C3%8DSTICAS_DE_D%20C3%8DPTE%20RA)
- Córdoba, M., Del Coto, V., & Basualdo, J. (Diciembre de 2010). Agua y Salud humana. *Química Viva*, 9(3), 105-119. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86315692002.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Tolima. (2008). *Apéndice 2.10. Fichas macroinvertebrados acuáticos*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.cortolima.gov.co](http://www.cortolima.gov.co): [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/pom\\_totare/diagnostico/APENDICES/K\\_apendices2101biodiversidad/21011apendice\\_macroinvertebrados/k\\_210apendice\\_macroinvertebrados.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Tolima. (7 de Noviembre de 2008). *Apéndice Ficha Macroinvertebrados Acuáticos*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de [www.cortolima.gov.co](http://www.cortolima.gov.co): [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/pom\\_totare/diagnostico/APENDICES/K\\_apendices2101biodiversidad/21011apendice\\_macroinvertebrados/k\\_210apendice\\_macroinvertebrados.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Tolima. (5 de Marzo de 2008). *Baetidae*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de [www.cortolima.gov.co](http://www.cortolima.gov.co): [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/pom\\_cello/diagnostico/apendices/invertebrados/fichas\\_efemeropteros.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_cello/diagnostico/apendices/invertebrados/fichas_efemeropteros.pdf)
- Coscarón, S., & Coscarón, C. (2007). *Aquatic Biodiversity in Latin America* (Vol. 3). (J. Adis, J. Arias, G. Rueda, & W. Karl, Edits.) Bulgaria: PENSOFT Publishers.

- Costa, C., Ide, S., & Simonka, C. (20 de Julio de 2006). *Insectos Inmaduros etamorfoosi e identificación*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de Sea-entomologia.org: [http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/149\\_162\\_Trichoptera.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/149_162_Trichoptera.pdf)
- Cuadrado, L., Solano, M., & Garces, J. (2013). *Comunidad de dípteros, hemípteros y odonatos de la ciénaga*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de <http://www.entomologia.socmexent.org>: <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/entomologia/2013/EC/706-712.pdf>
- Cubillos, M., & Rozo, D. (27 de Noviembre de 2012). *El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Universidad de la Salle: <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260>
- Cummings, K., & Graf, D. (2015). *Sphaeriidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/sphaeriidae>
- Cummins, K., Merritt, R., & Andrade, P. (Abril de 2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Estudios on Neotropical Fauna and Environment*, 40(1), 69-89. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/262869371\\_The\\_use\\_of\\_invertebrate\\_functional\\_groups\\_to\\_characterize\\_ecosystem\\_attributes\\_in\\_selected\\_streams\\_and\\_rivers\\_in\\_south\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/262869371_The_use_of_invertebrate_functional_groups_to_characterize_ecosystem_attributes_in_selected_streams_and_rivers_in_south_Brazil)
- Curvelo, D. (18 de Julio de 2010). *Población, Parámetro, Muestra, Estadístico*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Estadísticas Básicas: <http://desireestadisticasbasicas.blogspot.com/2010/07/poblacion-parametro-muestra-estadistico.html>
- De Mora, J. (s.f). *Colección de sinonimos de la Lengua Española*. Madrid, España: Imprenta Nacional. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <https://bit.ly/2NLKMj7>
- Del Valle, J. (2017). El agua, un recurso cada vez más estratégico. *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE)*, 1(186), 71-118. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6115630>
- Díaz, C. (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de bvsde.paho.org: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>
- Díaz, P. (Enero de 2015). *Caracterización ecológica de los Bofedales, como hábitat vital de las Vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la aplicación de herramientas de SIG y teledetección*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de repositorio.usfq.edu.ec: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4102/1/112640.pdf>
- Diccionario de la Real Academia Española. (s.f.). *Determinar*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <http://dle.rae.es>: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=determinar>
- Domínguez, E. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología* (1ª ed.). Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Encalda, A., Rieradevall, M., Ríos, B., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S)*. Quito, Pichincha, Ecuador: FONAG.
- Endara, A. (Diciembre de 2012). Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. *Enfoque UTE*, 3(2), 33-41. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://www.ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/download/3/3/0>
- Facsa. (Febrero de 2016). *La dureza del agua*. Recuperado el 6 de Junio de 2019, de FACSA: <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>

- Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. (Febrero de 2011). Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010. *Nutrición Hospitalaria*, 26(1), 27-36. Recuperado el 19 de Julio de 2019, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112011000100003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000100003)
- Fernández, A. (11 de Diciembre de 2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*, 11(3), 147-148. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Fernández, A. (16 de Octubre de 2014). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147-170. Recuperado el 19 de Julio de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Fernandez, J., & Jimenez, M. (2006). *Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de revistas.ucr: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/26904/27087>
- Fernandez, R., & Dominguez, E. (2001). *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán: Editorial Universidad de Tucumán.
- Ferrú, M., & Fierro, P. (Septiembre de 2015). Estructura de macroinvertebrados acuáticos y grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta, desierto de Atacama, Arica y Parinacota, Chile. *IDESIA*, 33(4), 47-54. doi:10.4067/S0718-34292015000400007
- Fiallos, L., Herrera, R., & Velázquez, R. (2015). Flora diversity in the Ecuadorian Páramo grassland ecosystem. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 59(3), 339-405. Recuperado el 26 de Julio de 2018, de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1930/193042629015/6>
- Florero, J. (Noviembre de 2017). *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del Agua*. (Tesis de Grado. Ecólogo) Pontifica Universidad Javeriana Bogotá Recuperado el 29 de Julio de 2019, de repository.javeriana.edu.co: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/ForeroDuarteJulian2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flowers, R., & De la Rosa, C. (11 de Septiembre de 2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 63-93. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de [ww.redalyc.org: http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/449/44922967004/5](http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/449/44922967004/5)
- Fonseca, J. (7 de Agosto de 2016). *Sanguijuelas, características, alimentación y reproducción*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de Invertebrados Paradais Sphynx: <https://invertebrados.paradais-sphynx.com/anelidos/sanguijuelas.htm>
- Forrero, A., & Reinoso, G. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río Opia (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos. *Caldasia*, 35(2), 371-387. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/41208/42781>
- García, G., & Cantú, P. (Febrero de 2009). Escenario del agua en Mexico . *Recursos Hídricos*, 6(30), 31-40. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3238728.pdf>
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., . . . Cortés, G. (s.f.). *El Agua*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Documentacion.ideam.gov.co: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Garrido, A. (Marzo de 2016). *Propuesta de líneas de acción de la vicuña (Vicugna vicugna) en el Ecuador para el aprovechamiento turístico del patrimonio cultural*". (Tesis de postgrado. Magíster en Turismo Sostenible y Desarrollo Local) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4685/1/20T00702.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4685/1/20T00702.pdf)

- Gastañaga, M. (Junio de 2018). Agua, saneamiento y salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 181-182. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000200001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200001)
- Gaviria, E. (1993). *Claves para las especies colombianas de las familias Naididae y Tubificidae (Oligochaeta, Annelida)*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co): <http://www.bdigital.unal.edu.co/20956/1/17210-54475-1-PB.pdf>
- Guerrero, M., & Herrera, M. (5 de Mayo de 2015). Evaluación del estado actual de la calidad hídrica y la percepción de la comunidad en el área de influencia de dos quebradas que nacen en el Páramo Rabanal, en los Municipios de Villapinzón (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá). *Revista de Tecnología*, 14(2), 77-86. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6041489.pdf>
- Gil, J. (2 de Febrero de 2011). *Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la región Cusco*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [Cebem.org](http://cebem.org): [http://cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales\\_conservacion.pdf](http://cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales_conservacion.pdf)
- Gil, M., Garelis, P., & Vallania, E. (Diciembre de 2006). *Hábitos alimenticios de larvas de Polycentropus joergenseni Ulmer, 1909 (Trichoptera: Polycentropodidae) en el río Grande (San Luis, Argentina)*. Recuperado el 4 de Agosto de 2018, de [www.scielo.com](http://www.scielo.com): [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-65382006000200007](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382006000200007)
- Gobierno Regional de Arica y Parinacota . (2015). *Familia Siluliidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Proyecto Similidos: <http://www.simulidos.cl/jerjeles/caracteristicas/>
- Gómez, A., Miralles, M., Corbella, I., García, S., Navarro, S., & Llebaria, X. (Noviembre de 2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gaceta Sanitaria*, 30(1), 63-68. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911116300589>
- Gonzales, C. (13 de Octubre de 2006). *Estadística General*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [Tarwi.lamolina.edu.pe](http://www.tarwi.lamolina.edu.pe): <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgonzales/pdf/Estadistica%20General/unidad1.pdf>
- González, C. (Octubre de 2011). *El pH*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de <http://academic.uprm.edu>: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>
- González, M. (Agosto de 2013). Un futuro a favor de la protección del agua. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 51(2), 126-128. Recuperado el 23 de Julio de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032013000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032013000200001)
- Gorni, G., & Alves, R. (Diciembre de 2006). Naididae (Annelida, Oligochaeta) asociada con Pomacea bridgesii (Reeve) (Gastropoda, Ampullaridae). *Scielo*, 23(4), 4. doi:10.1590/S0101-81752006000400011
- Goyenola, G. (Junio de 2007). *Conductividad*. Recuperado el 13 de Junio de 2019, de Red MAPSA: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf)
- Gullo, B. (2014). *Biodiversidad de Hirudinea en ambientes dulceacuícolas serranos (Provincia de Buenos Aires), Argentina*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de <http://www.fcnym.unlp.edu.ar>: [http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp\\_zoo\\_2014\\_t23\\_n181\\_gullo.pdf](http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp_zoo_2014_t23_n181_gullo.pdf)
- Gutierrez, V., & Medrano, N. (2017). Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija. *Revista Ventana Científica*, 8(13), 13-19. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2305-60102017000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-60102017000100004&lng=es&nrm=iso)

- Guzmán, B., & Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación. *Biomédica*, XXXV(2), 177-190. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35nspe/v35nspea18.pdf>
- Hamrsky, J. (2018). *Flatworms*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Life fresh water: <https://lifeinfreshwater.net/contact/>
- Heckman, C. (2003). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Plecoptera*. Hamburgo, Alemania: Kluwer Academic Publishers. doi:DOI 10.1007/978-94-017-1423-5
- Herrera, S., Meneses, R., & Anthelme, F. (Abril de 2015). Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecología en Bolivia*, 50(1), 39-56. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v50n1/v50n1\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v50n1/v50n1_a04.pdf)
- Herrero, A. (11 de Junio de 2014). *Diferencias en la composición de las comunidades de macroinvertebrados desmenuzadores bentónicos entre cuencas de pinar y melojar en ríos de cabecera de la Sierra de Guadarrama (Madrid, España)*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de [www.uam.es](http://www.uam.es): [https://www.uam.es/departamentos/ciencias/ecologia/Posgrado%20en%20Ecologia/Tesis%20Leidas/Tesis%20Maestria%20\(TFM\)/Leidas%202014/Junio/TFM\\_Alberto\\_Herrero\\_Florido.pdf](https://www.uam.es/departamentos/ciencias/ecologia/Posgrado%20en%20Ecologia/Tesis%20Leidas/Tesis%20Maestria%20(TFM)/Leidas%202014/Junio/TFM_Alberto_Herrero_Florido.pdf)
- Holzenthal, R., Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, K. (20 de Julio de 2010). *Limnephilidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de TOLWEB: <http://tolweb.org/Limnephilidae>
- Ibañez, s., Hernandez, V., & Martin, L. (2004). *Dolichopodidae (Diptera)*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net): [https://www.researchgate.net/profile/Vicente\\_Hernandez-Ortiz/publication/270452846\\_Dolichopodidae\\_Diptera/links/54af16cd0cf2b48e8ed5548d/Dolichopodidae-Diptera.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Hernandez-Ortiz/publication/270452846_Dolichopodidae_Diptera/links/54af16cd0cf2b48e8ed5548d/Dolichopodidae-Diptera.pdf)
- Instituto de Información Científica y Tecnológica & Oficina Nacional para la Informatización de Cuba (s.f.). *Calidad del agua*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de EcuRed: [https://www.ecured.cu/Calidad\\_del\\_Agua](https://www.ecured.cu/Calidad_del_Agua)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (26 de Julio de 2019). *Contador Poblacional*. Recuperado el 23 de Julio de 2019, de [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec): <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Agua. Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO5)*. Recuperado el 16 de Junio de 2019, de INEN: <http://181.112.149.204/buzon/normas/1202-1.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Definición de Indicador*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: <http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/menuitem.1a9b11e0bf717527e0f945100bd061ca/%3Fvgnnextoid%3Db80b5052be683110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel%3De68f6a5f01d63110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Inzunza, J. (2006). *Temperatura*. Recuperado el 24 de Junio de 2019, de NIMBUS: [http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso\\_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva\\_Inzunza/cap4\\_Inzunza\\_Temperatura.pdf](http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf)
- Jainez, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., & ... Alba, J. (3 de Junio de 2014). *Protocolo GUADALMED (PRECE)*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Researchgate.net: [https://www.researchgate.net/publication/232617841\\_Protocolo\\_Guadalmed\\_PRECE/download](https://www.researchgate.net/publication/232617841_Protocolo_Guadalmed_PRECE/download)

- Jaque, E., & Potocí, C. (8 de Octubre de 2015). *Evaluación del índice de calidad de agua (ica) de la microcuenca del río chibunga, en variaciones estacionales, provincia de chimborazo – ecuador, durante el periodo 2014*. (Tesis de grado. Ingeniero en Biotecnología Ambiental) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 2 de Junio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4077](http://dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4077)
- Javitt, M., Trujillo, N., Cárdenas, E., Perdomo, R., Martín, J., & Rodríguez, R. (Junio de 2012). Presencia de moluscos del género *Lymnaea*, hospedadores intermediarios de *Fasciola hepatica*, en el Parque Recreacional “Los Arroyos” en el municipio Agua Blanca del estado Portuguesa. *Revista deL Colegio de Médicos Veterinarios del Estado de Lara*, 2(1), 23-37. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <https://revistacmvl.jimdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-3/lymnaea/>
- Jucar, C. (s.f.). *Invertebrados*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de IDTAX: [http://portal.mapama.gob.es/id\\_tax/ficha/buscador/3/5861](http://portal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5861)
- Kawakatsu, M., & Mitchell, R. (Noviembre de 2012). *Platyhelminthes Dugesiidae*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/233727090\\_6\\_Platyhelminthes\\_Dugesiidae](https://www.researchgate.net/publication/233727090_6_Platyhelminthes_Dugesiidae)
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (16 de Octubre de 2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/265965601\\_Macroinvertebrados\\_acuaticos\\_como\\_indicadores\\_biologicos\\_una\\_herramineta\\_didactica](https://www.researchgate.net/publication/265965601_Macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_biologicos_una_herramineta_didactica)
- Lopez, J. (1870). *Exámen de la posibilidad de fijar la significación de los sinonimos de la lengua Castellana* (4<sup>a</sup>.ed.). Barcelona, España: Imprenta de Brusi. Recuérado de <https://bit.ly/2D3NITZ>
- Lozano, P. (Junio de 2017). *Valoración económica del carbono capturado en el suelo de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. (Tesis de postgrado. Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 27 de Julio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6826/1/20T00861.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6826/1/20T00861.pdf)
- Lozano, P., Armas, A., & Machado, V. (Diciembre de 2016). Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(4), 55 - 70. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n4/1390-6542-enfoqueute-7-04-00055.pdf>
- Lucas, D. (2014). *Estudio de la calidad de agua de la represa San Vicente – Colonche, mediante el usode indices de calidad de agua (ICA) y macroinvertebrados acuaticos indicadores (MAIA) de enero a septiembre de 2013*. (Tesis de grado. Biólogo Marino) Universidad Estatal Península de Santa Elena. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de [repositorio.upse.edu.ec: http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1485/1/DAVID%20ANTONIO%20LUCAS%20CHABLA.pdf](http://repositorio.upse.edu.ec: http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1485/1/DAVID%20ANTONIO%20LUCAS%20CHABLA.pdf)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Plan gerencial Reserva de Producción Faunística Chimborazo*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [suia.ambiente.gob.ec: http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/35+PLAN+DE+MANEJO+CHIMBORAZO.pdf/d116d0db-aefc-477b-8188-f4a627af486d](http://suia.ambiente.gob.ec: http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/35+PLAN+DE+MANEJO+CHIMBORAZO.pdf/d116d0db-aefc-477b-8188-f4a627af486d)
- Manzo, V. (Diciembre de 2013). Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 72(3), 199-203. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de



- [https://www.researchgate.net/publication/317537524\\_Los\\_elmidos\\_de\\_la\\_region\\_Neotropica\\_Coleoptera\\_Byrrhoidea\\_Elmidae\\_diversidad\\_y\\_distribucion](https://www.researchgate.net/publication/317537524_Los_elmidos_de_la_region_Neotropica_Coleoptera_Byrrhoidea_Elmidae_diversidad_y_distribucion)
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., & García, M. (2004). *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina)*. Recuperado el 23 de Mayo de 2019, de [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c\\_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es: http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
- Marinoni, L. (1997). *Sciomyzidae*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de InBio Costa Rica.: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto630.html>
- Martinez, M., & Marí, M. (s.f.). *Parámetros Estadísticos de Posición, Dispersión y Forma*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Universidad Politécnica de Valencia: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10785/Par%C3%A1metros%20posici%C3%B3n%20y%20dispersi%C3%B3n\\_revisado.doc](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10785/Par%C3%A1metros%20posici%C3%B3n%20y%20dispersi%C3%B3n_revisado.doc)
- Mazenett, G., Quintero, J., & Castro, L. (Diciembre de 2012). *Estructura poblacional y variabilidad fenotípica de Nerita Tessellata (Gastropoda: Neritidae) de la costa caribe colombiana de Santa Marta (Magdalena)*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de INTROPICA: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/160>
- Melo, M., & Carpintero, D. (Enero de 2014). *Biodiversidad de Artropodos Argentinos vol. 3. Capitulo: Saldidae*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de [www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/273667767\\_Biodiversidad\\_de\\_Artropodos\\_Argentinos\\_vol\\_3\\_Capitulo\\_Saldidae](http://www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/273667767_Biodiversidad_de_Artropodos_Argentinos_vol_3_Capitulo_Saldidae)
- Meneses, & Jaramillo. (2019). Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL. y ABI. *Acta biológica Colombiana*, 24(2), 299-310. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2019000200299](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2019000200299)
- Meza, A., & Rubio, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del Río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443-456. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v34n2/v34n2a13.pdf>
- Meza, A., Rubio, J., Dias, L., & Walteros, Y. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del Río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443-456. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39163/46608>
- Meza, M., & Díaz, Y. (Septiembre de 2014). Efectos de la variabilidad climática sobre las fluctuaciones del nivel de las aguas y actividad ganadera en humedales altoandinos. *Interciencia*, 39(9), 651-658. Recuperado el 26 de Julio de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33932147007.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Sistema Nacional de Areas Protegidas*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [Areasprotegidas.ambiente.gob.ec: http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-de-producci%C3%B3n-faun%C3%ADstica-chimborazo](http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec: http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-de-producci%C3%B3n-faun%C3%ADstica-chimborazo)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (22 de Mayo de 2018). *Misterio del Ambiente*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de @Ambiente\_ec: [https://twitter.com/Ambiente\\_Ec](https://twitter.com/Ambiente_Ec)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (Marzo de 2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de [www.ambiente.gob.ec: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf](http://www.ambiente.gob.ec: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf)

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado el Marzo de 2018, de SNI 2014: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (4 de Noviembre de 2015). *Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes Al Recurso Agua*. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de FAO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- Museo Nacional de Ciencias Naturales. (5 de Abril de 2010). *Determinación de la Demanda química de oxígeno a travez del método de dicromato*. Recuperado el 13 de Junio de 2019 de [www.mncn.csic.es](http://www.mncn.csic.es):  
[http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es\\_ES/investigacion/cromatografia/dqo.pdf](http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/dqo.pdf)
- Moncada, J., León, Y., & Calderón, E. (2009). Ideas de los docentes acerca del páramo y su conservación. *Educere*, 13(46), 795-806. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/356/35613218024.pdf>
- Mondragón, A. (s.f.). *¿Qué son los indicadores?* Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [www.orion2020.org](http://www.orion2020.org): [http://www.orion2020.org/archivo/sistema\\_mec/10\\_indicadores2.pdf](http://www.orion2020.org/archivo/sistema_mec/10_indicadores2.pdf)
- Morelli, E., & Verdi, A. (Diciembre de 2014). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(4), 1160-1170. Recuperado el 27 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532014000500017](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000500017)
- Moreno, A. (2013). *Hirudineos*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de [www.ucm.es](http://www.ucm.es): <https://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-F4%20HIRUDINEOS.pdf>
- Moreno, C. (s.f.). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Zaragoza, España: GORFI S.A. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de [Entomologia.rediris.es](http://entomologia.rediris.es): <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Motta, Á., Ortega, L., Niño, Y., & Aranguren, N. (Diciembre de 2016). Grupos funcionales alimenticios de macroinvertebrados acuáticos en un arroyo tropical (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 425-429. doi:10.31910/rudca.v19.n2.2016.97
- Moultona, J., & Wiegmannb, B. (Junio de 2007). *The phylogenetic relationships of flies in the superfamily Empidoidea (Insecta: Diptera)*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de [Molecular Phylogenetics and Evolution](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790307000681?via%3Dihub): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790307000681?via%3Dihub>
- Muños, P., Bueno, M., & Moncada, L. (1984). Simuliidae (insecta: diptera) de Colombia. IV-clave grafica para la identificacion de los simulidos de la region de la Calera, Cundinamarca. *Biomedica*, 4(1), 14-15. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- Muñoz, E., & Torres, G. (Agosto de 2015). Potencial turístico de la microcuenca del rio chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. *European Scientific Journal*, 11(23), 325-342. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/download/6088/5865>
- Muñoz, M., & Vélez, I. (Diciembre de 2007). Redescripción y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (Dugesidae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Scielo*, 78(2), 2-3. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532007000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200006)
- Naciones Unidas. (s.f.). *Agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

- National Sanitation Foundation. (1970). *Application of the National Sanitation Foundation*. Recuperado el 28 de Junio de 2019, de msaag.aag.org: [https://msaag.aag.org/wp-content/uploads/2013/04/12\\_Wills\\_Irvine.pdf](https://msaag.aag.org/wp-content/uploads/2013/04/12_Wills_Irvine.pdf)
- Nieto, N. (22 de Junio de 2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y Cultura*, 1(36), 157-176. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-77422011000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200007)
- Nugra, F., Segovia, E., María, B., & Reinoso, D. (2016). *Guía de campo para biomonitorio de peces y macroinvertebrados en la cuenca del río Napo*. Cuenca, Azuay, Ecuador: SENAGUA, OTCA. Recuperado el 29 de Julio de 2019
- Ochoa, P. (2015). *Manejo y conservación del suelo y agua en los Andes del Sur de Ecuador*. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de RIUMA: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11961>
- Ode, P. (Enero de 2003). *Tolerance Values & Functional Feeding Groups*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Southwest Association of Freshwater Invertebrate Taxonomists (SAFIT): [http://www.safit.org/Docs/Tolerance\\_Values\\_and\\_Functional\\_Feeding\\_Groups.xls](http://www.safit.org/Docs/Tolerance_Values_and_Functional_Feeding_Groups.xls)
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Agua, saneamiento e higiene*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Organización Mundial de la salud: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/)
- Organización Mundial de la Salud & Fondos de las Naciones Unidas para la Infancia . (2017). *2017 Annual Report WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP)*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de WHO/UNICEF/JMP: <https://washdata.org/report/jmp-2017-annual-report>
- Organización de las Naciones Unidas. (22 de Octubre de 2014). *Decenio internacional para la acción "Agua fuente de vida" 2005-2015*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas/ Mujeres. (2012). *Indicadores*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de ONU Mujeres: <http://www.endvawnow.org/es/articles/336-indicadores.html>
- Oram, B. (2015). *Monitoring the Quality of Surface Waters (WQI Calculator)*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de Water Research Center: <https://water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. Recuperado el Marzo de 2018, de © FAO, 2018: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/topics/water/es/>
- Oviedo, N., & Reinoso, G. (Junio de 2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 101-109. doi:DOI: 10.25100/socolen.v44i1.6546
- Pacheco, J. (15 de Diciembre de 2017). *Calidad del agua potable*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de La Hora: <https://www.lahora.com.ec/esmeraldas/noticia/1102121372/calidad-del-agua-potable>
- Panachlor. (10 de Octubre de 2015). *Sólidos Disueltos Totales (TDS) & Electroconductividad (EC)*. Recuperado el 23 de Junio de 2019, de Panachlor.com: [http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-\(TDS\)-Electroconductividad-\(EC\).pdf](http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-(TDS)-Electroconductividad-(EC).pdf)
- Payeras, A. (2018). *Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Bonsai Menorca: <http://www.bonsaimenorca.com/informacion/contactar/>
- Pérez, J., Nardini, A., & Galindo, A. (Junio de 2018). Análisis Comparativo de Índices de Calidad del Agua Aplicados al Río Ranchería, La Guajira-Colombia. *Información Tecnológica* ,

- 29(3), 47-58. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642018000300047](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000300047)
- Pérez, R., Pineda, R., & Campos, V. (1 de Octubre de 2004). *Estructura trófica de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos de manantiales cársticos en la Huasteca Mexicana*. Recuperado el 4 de Agosto de 2018, de [www.academia.edu](http://www.academia.edu): [https://www.academia.edu/7197673/Estructura\\_tr%C3%B3fica\\_de\\_las\\_asociaciones\\_de\\_macroinvertebrados\\_acu%C3%A1ticos\\_de\\_manantiales\\_c%C3%A1rsticos\\_en\\_la\\_Huasteca\\_Mexicana](https://www.academia.edu/7197673/Estructura_tr%C3%B3fica_de_las_asociaciones_de_macroinvertebrados_acu%C3%A1ticos_de_manantiales_c%C3%A1rsticos_en_la_Huasteca_Mexicana)
- Perez, S., & Wolff, M. (Junio de 2011). *Muscidae (Insecta, Diptera): Importancia y Diversidad para Colombia*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de <http://ciencias.medellin.unal.edu.co>: <http://ciencias.medellin.unal.edu.co/museos/entomologico/images/Boletin/2011-06/4.pdf>
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382017000300004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300004)
- Ramírez, A. (Diciembre de 2010). Métodos de Recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 41-50. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800002](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800002)
- Ramos, L., Vidal, L., Vilardey, S., & Saavedra, L. (11 de Junio de 2008). Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 87-98. Recuperado el 15 de Junio de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Ramsar. (2014). *Servicio de información de sitios Ramsar*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Ramsar.org: [https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f\[0\]=regionCountry\\_en\\_ss%3AEcuador](https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f[0]=regionCountry_en_ss%3AEcuador)
- Reinoso, L. (Abril de 2016). *Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Río Blanco de la Provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores*. Recuperado el 3 de Junio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4948>
- Reynaga, M., Dávalos, N., & Molineri, C. (3 de Noviembre de 2017). *Variaciones espaciales y ontogenéticas en la dieta de un plecóptero de amplia distribución Claudioperla tigrina (Plecoptera: Gripopterygidae)*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de *Revista de Biología Tropical*: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/23865/30026>
- Ricardo. (8 de Septiembre de 2006). *Orden Trichoptera*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www2.udec.cl](http://www2.udec.cl): <http://www2.udec.cl/~rfiguero/PDF/ANEXOTRICO.pdf>
- Rivera, N., Encina, F., Muñoz, A., & Mejias, P. (2004). *La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Scielo: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642004000500013#r2](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000500013#r2)
- Rivera, U., Pinilla, G., & Camacho, D. (18 de Agosto de 2013). *Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de *Acta Biológica Colombiana*: <http://www.redalyc.org/pdf/3190/319028011005.pdf>
- Robledol, J., Vanegas, E., & García, N. (Septiembre de 2014). Calidad del agua del río Túnico como respuesta al uso del suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 41-45. Recuperado el 19 de Julio de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542014000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000300007)
- Rodríguez, J., García, C., & García, J. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738-745. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/422/42249785004.pdf>

- Rodríguez, L., Ríos, P., Espinosa, M., Cedeño, P., & Jiménez, G. (2016). *Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972016000300497](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300497)
- Rojas, L. (2013). *Composición y estructura de la fauna de dípteros de la cuenca del Río Alvarado (Tolima-Colombia)*. Recuperado el 4 de Agosto de 2018, de repository.ut.edu.co: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1273/1/RIUT-AAA-spa-2014-composici%C3%B3nyestructuradelafaunaded%C3%ADpterosdelacuencadelrioalvarado%28tolima-colombia%29.pdf>
- Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá, Colombia: Impresiones Presencia S.A. Recuperado el 22 de Julio de 2018
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del IBMWP/Col*. Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. Recuperado el 11 de Junio de 2019
- Roldán, G. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Bogotá D.C, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Roldán, G. (6 de Abril de 2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Cadena Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 2. doi:<http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Rubio, E. (Diciembre 13 de 2012). *Galba truncatula (Müller, 1774)*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.asturnatura.com](http://www.asturnatura.com): <https://www.asturnatura.com/revista/359.pdf>
- Ruiz, R. (2006). *Historia y evolución del pensamiento científico*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>
- Sabogal, A., & Quinteros, Y. (2013). Diversidad vegetal y uso antrópico de los páramos de Samanga (Sector Espíndola y El Toldo) y San Juan de Cachiaco (Caseríos San Juan y Totorá), Ayabaca, Piura. *Ecología Aplicada*, 12(1), 9-17. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v12n1/a02v12n1.pdf>
- Salom, & Vega. (16 de Enero de 1990). *Formas juveniles de los Tabanos de España (Tabanidae: Diptera)*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.digitum.um.es](http://www.digitum.um.es): <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/1731/1/AB16%20%281990%29%20p%2037-48.pdf>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (3 de Diciembre de 2007). Revisión de parámetros físico-químicos como revisión indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3). Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Ingeniería e Investigación: <http://www.redalyc.org/pdf/643/64327320.pdf>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (Diciembre de 2017). Revisión de parámetros físico-químicos como como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/643/64327320.pdf>
- Sánchez, M. (Julio de 2005). El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(2), 54-67. Recuperado el 31 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf>
- Seg. (22 de Marzo de 2009). *Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Ingeniería Ambiental: <http://ingenieriaambientalapuntes.blogspot.com/2009/03/parametros-fisicos-quimicos-y.html>

- Secretaría Nacional del Agua. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador informe final*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de SENAGUA: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>
- Serna, A., Charrá, J., Zuñiga, M., Pedraza, G., & Giraldo, L. (2010). *Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana*. Recuperado el 3 de Agosto de 2018, de Universitas. SCIENTIARUM: <http://www.scielo.org.co/pdf/unsc/v15n1/v15n1a03.pdf>
- Serviche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>
- Severiche, C., Acevedo, R., & Jaimes, J. (2015). *Calidad del agua para consumo*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2015/1459/index.htm>
- Sobarzo, C., Jara, P., Peredo, S., & Parada, E. (2002). Primer registro de *musculium argentinum* (D'orbigny 1835) (Bivalvia: Sphaeriidae) en aguas continentales chilenas. *Scielo*, 66(1), 7. doi:10.4067/S0717-65382002000100006
- Soria, I. (Octubre de 2016). *Evaluación de la calidad ecológica del río Jatunhuayco en la zona asociada a la captación Jatunhuayco (EPMAPS) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <https://192.188.57.199/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>
- Sotelo, R., Leví, A., & Rodríguez, A. (2014). Primer registro del género *Clunio* (Diptera: Chironomidae) asociado a las comunidades coralinas de islas Marietas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 14-23. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de [www.elsevier.es](http://www.elsevier.es): <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-biodiversidad-91-pdf-90371938-S300>
- Springer, M. (Diciembre de 2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4). Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Scielo: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800007](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007)
- Squeo, F., Warner, B., Aravena, R., & Espinoza, D. (2006). Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79(1), 245-255. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnat/v79n2/art10.pdf>
- Tachet, H. (2010). *Invértebrés D'Eau Douce- Systématique, biologie, écologie*. Paris, Francia: CNRS ÉDITIONS. Recuperado el 29 de Julio de 2019
- Thorp, J., & Rogers, C. (2016). *Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - Volume II* (Cuarta ed., Vol. 2). London, England: Elsevier. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- Tree Of Life Web. (15 de Febrero de 2011). *Scirtidae Marsh beetles*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Tree of Life Web Project: <http://tolweb.org/Scirtidae/9613>
- Torres, P., Cruz, H., & Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(5), 79-94. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- Universidad de Vigo. (2018). *Invertebrados*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de IDTAX: [http://eportal.mapama.gob.es/id\\_tax/ficha/buscador/3/5200](http://eportal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5200)
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton*

- (peces) en aguas continentales del Perú. Lima, Perú: Zona Comunicaciones S.A.C. . Recuperado el 10 de Julio de 2019
- Varea, A. (2004). Iniciativas para conservar la biodiversidad. *Universitas, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 1(4), 7-43. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/4761/476150823001.pdf>
- Vásquez, M., & Medina, C. (2015). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, 35(2), 75-89. Recuperado el 13 de Julio de 2019, de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/download/1079/1007>
- Vera, A. (2006). *Redescubrimiento de Neopentura semifusca (Plecoptera: Gripopterygidae), descripción del imago macho, redesccripción de la hembra y la ninfa*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de [www.scielo.org.ar: http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v65n3-4/v65n3-4a11.pdf](http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v65n3-4/v65n3-4a11.pdf)
- Villafaña, R. (s.f.). *Calidad Total*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [Inn-edu.com: http://inn-edu.com/Calidad/CalidadTotal.pdf](http://inn-edu.com/Calidad/CalidadTotal.pdf)
- Viteri, M. (Junio de 2017). Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba. *Dominio de las Ciencias Vol. 3, núm. 3, junio, 2017, pp., 3(3), 628-646*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6326670.pdf>
- Walteros, J., Rojas, J., & Marulanda, J. (2016). Ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca DalíOtún, Departamento de Risaralda, Colombia. *Hidrobiológica*, XXVI(3), 359-371. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/578/57851062002/6>
- Yirda, A. (21 de Marzo de 2018). *Definición de Parámetro*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Venemedia: <https://conceptodefinition.de/parametro/>
- Yumbo, K., Iler, V., Espinoza, W., Campos, D., Castro, R., & Chirinos, D. (Marzo de 2018). Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador. *Universidad Espíritu Santo*, 32-40. Recuperado el 13 de Julio de 2019
- Zalazar, C., Elizabeth, M., & Oviedo, N. (Octubre de 2016). Calidad física, química y biológica de las aguas residuales del jardín botánico. *Revista Tumbaga*, 1(11), 115-133. Recuperado el 30 de Julio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6226287>

### XIII. ANEXOS

#### 1. Análisis físico-químicos del agua recolectada en los bofedales de la RPFCH.

##### a. Culebrillas AI



LABORATORIO ANALÍTICO AMBIENTAL  
AGUA - EFLUENTES INDUSTRIALES

LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

#### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02183  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: BODEFAL CULEBRILLAS
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: M1	

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7985-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

#### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0	N.A.	APHA 4500 NH <sub>3</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	5,18	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	67,60	± 4,06	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	1,56	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	3,05	N.A.	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C *
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	22,81	± 2,51	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,17	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	2,40	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,10	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,42	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	98,7	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	66,00	± 9,24	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	3,6	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO EUJARRI  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469-814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador



b. Mechahuasca ANI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 08-002

**INFORME DE RESULTADOS**

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02184  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19


DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: BODEFAL MECHAHUASCA
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M2	

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7986-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,17	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	8,23	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	87,00	± 5,22	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	8,85	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	79,48	± 15,90	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	37,26	± 4,10	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,005	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	4,08	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,40	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,001	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,36	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	97,6	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	25,00	± 7,00	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	0,60	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO GUIZARRO  
GERENTE DEL LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Pág 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador

c. Río Blanco AI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 08-002

**INFORME DE RESULTADOS**

INF-LASA 07-06-19-02185  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: BODEFAL RIO BLANCO
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: M3	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7987-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,33	N.A.	APHA 4500 NH <sub>3</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	14,48	± 2,32	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	109,70	± 6,58	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	10,05	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	70,31	± 14,06	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	48,48	± 5,33	PEE-LASA-FQ-01e APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,02	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	3,00	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,40	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,001	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	6,70	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTTO	%	103,1	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	22,00	± 6,16	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	0,70	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO GUJARDO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador



d. Casa Cóndor BI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

**INFORME DE RESULTADOS**

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02187  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: CASA CONDOR
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M5	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7989-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (I=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,08	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	20,95	± 3,35	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	209,00	± 12,54	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	5,15	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	21,40	± 5,35	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	101,70	± 10,17	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,14	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	12,01	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,50	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,006	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,27	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	96,3	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	19,00	N.A.	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D *
14	SULFATOS	mg/l	11,50	± 1,50	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO GUJARDO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasas.com](http://www.laboratoriolasas.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasas.com](mailto:info@laboratoriolasas.com) • web: [www.laboratoriolasas.com](http://www.laboratoriolasas.com) • Quito - Ecuador

e. Coop. Santa Teresita BNI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

**INFORME DE RESULTADOS**

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02188  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: COOP. SANTA TERESITA
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL		CODIGO INICIAL: M6
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7990-19		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,21	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	1,22	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APIA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	14,32	N.A.	PEE-LASA-FQ-02 APIA 2510 B *
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	3,7	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APIA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	21,40	± 5,35	PEE-LASA-FQ-04 APIA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	5,70	N.A.	PEE-LASA-FQ-01c APIA 2340 C *
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,03	N.A.	APIA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	0,65	N.A.	APIA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,70	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APIA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,001	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APIA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,69	N.A.	APIA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	103,3	N.A.	APIA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	37,00	± 10,36	PEE-LASA-FQ-05 APIA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	0	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APIA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO CUJARRO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador



f. Cruz del Arenal BNI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

**INFORME DE RESULTADOS**

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02189  
ORDEN DE TRABAJO No. 02369-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: BODEFAL CRUZ DE ARENAL BNI
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL		CODIGO INICIAL: M7
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7991-19		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,05	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	5,64	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	75,60	± 4,54	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	13	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	85,60	± 17,12	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	28,13	± 3,09	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,045	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	3,42	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,40	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,001	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,47	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	100,2	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	29,00	± 8,12	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	1,10	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO GUARRO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469-814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador

g. Cruz del Arenal ANI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

**INFORME DE RESULTADOS**


SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 06-06-19-02126  
ORDEN DE TRABAJO No. 02337-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: CRUZ DE ARENAL ANI
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL		CODIGO INICIAL: M3
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 22/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 22/05-06/06/19	FECHA DE ENTREGA: 06/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7797-19		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

**REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,08	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	6,31	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	94,50	± 5,67	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	0,74	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	6,11	N.A.	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C *
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	36,08	± 3,97	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,08	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	4,94	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,30	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,003	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,49	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	100,7	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	7	N.A.	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D *
14	SULFATOS	mg/l	1,10	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE  
N.A.: No Aplica

  
DR. MARCO GUADARIO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador



## h. Pampas Salasacas BI



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR EL SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA 07-06-19-02167  
ORDEN DE TRABAJO No. 02386-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: PAMPA SALASACA
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: M4	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 27/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 27/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8034-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,30	N.A.	APHA 4500 NH <sub>4</sub> C *
2	CALCIO	mg/l	8,69	N.A.	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B *
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	91,60	± 5,50	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	3,80	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	27,69	± 6,92	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	40,68	± 4,47	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,025	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	4,62	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO <sub>3</sub> B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,005	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO <sub>2</sub> B *
11	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	6,45	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTTO	%	99,70	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	60,00	± 8,40	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	9,60	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO <sub>4</sub> E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON \* ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE

N.A.: No Aplica

DR. MARCO GUILARRO  
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.

Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com))

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012  
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287  
e-mail: [info@laboratoriolasa.com](mailto:info@laboratoriolasa.com) • web: [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com) • Quito - Ecuador

Pág 1 de 1