

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

TESIS:

**DISTRIBUCIÓN DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS EN EL ECOSISTEMA SEMIÁRIDO DEL RÍO LAS YANGAS,
CELENDÍN - CAJAMARCA 2023**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ

Asesor:

M.Sc. MARCO ALFREDO SÁNCHEZ PEÑA

Cajamarca, Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez
DNI: 70613069
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Gestión Ambiental.
2. Asesor: M.Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña.
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
DISTRIBUCIÓN DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL ECOSISTEMA SEMIÁRIDO DEL RÍO LAS YANGAS, CELENDÍN - CAJAMARCA 2023
6. Fecha de evaluación: **11/02/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **12%**
9. Código Documento: **26566:429287003**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **11/02/2025**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



M.Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña
DNI: 41799695

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by
CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERÚ



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16 horas, del día 24 de enero del dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL, M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI, Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, y en calidad de Asesor el **M.Cs. MARCO ALFREDO SÁNCHEZ PEÑA**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**DISTRIBUCIÓN DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL ECOSISTEMA SEMIÁRIDO DEL RÍO LAS YANGAS, CELENDÍN – CAJAMARCA 2023**”. presentada por la **Bachiller en Ingeniería Ambiental CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó por unanimidad con la calificación de Dieciocho (18): EXCELENTE la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Ambiental, CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS** Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Siendo las 17 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
M.Sc. Marco Alfredo Sánchez Peña
Asesor

.....
Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
Jurado Evaluador

A:

Mi papá Julio Ramirez, porque me enseñó a trabajar con corazón, voluntad y decisión, por ser mi motivación para alcanzar mis sueños y estoy segura que desde el cielo me cuidó durante la elaboración del presente trabajo de investigación

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y ser la luz en el trascurso de mi camino.

A mis padres y a mi hermana por brindarme el soporte emocional e incentivarme a lograr mis metas personales y profesionales.

A mi asesor, el M. Cs. Blgo. Marco Alfredo Sánchez Peña por compartir sus conocimientos y su tiempo en la elaboración del presente trabajo de investigación, y a la vez por inspirarme a ser una profesional competitiva y perseverante.

Al M. Cs. Ing. Juan Francisco Montoya Quino por su apoyo en la identificación de mis muestras botánicas, y por brindarme sus consejos para seguir adelante.

Al Ing. Antonio Oswaldo Murrugarra Arévalo por su colaboración y comprensión en el procesamiento de información de los mapas de distribución.

Al Dr. Blgo. Daniel Martín Álvarez Tolentino por su asesoramiento en la parte estadística de las variables de mi estudio, y por resolver mis consultas en cuanto a la interpretación de los gráficos.

Finalmente, a mis compañeros de trabajo que estuvieron presentes en mis salidas al campo, por su amistad sincera e incondicional, lo cual hizo posible el logro de esta meta profesional.

No te limites a ti mismo. Muchas personas se limitan a lo que piensan que puedan hacer. Puedes ir tan lejos como tu mente te permita. Puedes conseguir lo que creas, recuérdalo.

-Mary Kay Ash

CONTENIDO

LISTA DE ABREVIACIONES	xxiv
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
<i>2.1.1. Investigaciones Internacionales.....</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2. Investigaciones Nacionales</i>	<i>6</i>
2.2. Bases teóricas.....	8
<i>2.2.1. Ecosistemas áridos y semiáridos</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2. Los ríos en las regiones semiáridas.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.3. Zonas de vida</i>	<i>10</i>
2.2.3.1. Clasificación según Holdridge.....	10
<i>2.2.4. Parámetros fisicoquímicos</i>	<i>11</i>
2.2.4.1. Potencial de hidrógeno.....	11
2.2.4.2. Oxígeno disuelto.....	11

2.2.4.3. Conductividad eléctrica.	12
2.2.4.4. Sólidos totales disueltos.	12
2.2.4.5. Temperatura.	12
2.2.5. Macroinvertebrados acuáticos	13
2.2.5.1. Efemerópteros.	14
2.2.5.2. Plecópteros.	14
2.2.5.3. Odonatos.	14
2.2.5.4. Hemípteros.	15
2.2.5.5. Coleópteros.	15
2.2.5.6. Dípteros.	16
2.2.5.7. Tricópteros.	16
2.2.6. Indicadores hidromorfológicos	16
2.2.6.1. Índice de hábitat Fluvial (IHF).	17
2.2.6.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).	18
2.2.7. Modelos de distribución taxonómico	19
2.3. Definición de términos básicos	19
2.3.1. Ecosistema semiárido	19

2.3.2. <i>Condiciones ecológicas</i>	19
2.3.3. <i>Macroinvertebrados acuáticos</i>	19
2.3.4. <i>Grupos taxonómicos</i>	20
2.3.5. <i>Indicadores hidromorfológicos</i>	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Ubicación de la zona de estudio	21
3.2. Población, muestra y unidad de análisis	22
3.2.1. <i>Población</i>	22
3.2.2. <i>Muestra</i>	22
3.2.3. <i>Unidad de análisis</i>	22
3.3. Tipo de investigación.....	22
3.4. Materiales, técnicas, instrumentos y métodos	22
3.4.1. <i>Materiales</i>	22
3.4.1.1. Protección personal.	22
3.4.1.2. Para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.	23
3.4.1.3. Para la simulación de prensa botánica.....	23
3.4.1.4. Para el análisis de muestras de agua.....	23

3.4.1.5. Para la separación y preservación de macroinvertebrados acuáticos.	24
3.4.1.6. Equipos.....	24
3.4.1.7. Recursos externos.....	24
3.4.2. Técnicas.....	25
3.4.2.1. Observación de campo.....	25
3.4.2.2. Análisis Documental.....	25
3.4.3. Instrumentos	25
3.4.4. Métodos	26
3.5. Procedimiento	26
3.5.1. Fase de pre – campo	26
3.5.2. Fase de campo.....	27
3.5.2.1. Primera visita: Reconocimiento del lugar y toma de puntos del monitoreo.	27
3.5.2.2. Segunda visita: Recolección de muestras de especies vegetales.....	30
3.5.2.3. Tercera visita: Recolección de muestras de agua y macroinvertebrados acuáticos.	30
3.5.3. Fase de laboratorio	32
3.5.3.1. Macroinvertebrados acuáticos.	32
3.5.3.2. Muestras de agua.....	33

3.5.4. Fase de herbario	33
3.5.4.1. Secado y preservación de muestras de especies vegetales.	33
3.5.4.2. Identificación de las especies vegetales.	34
3.5.4.3. Etiquetado.....	34
3.5.5. Fase de gabinete	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Condiciones ecológicas	35
4.1.1. Zonas de vida	35
4.1.1.1. Bosque seco premontano tropical (bs – PT).	37
4.1.2. Parámetros fisicoquímicos	37
4.1.2.1. Potencial de hidrógeno (pH).....	38
4.1.2.2. Oxígeno disuelto (OD).	39
4.1.2.3. Conductividad eléctrica (CE).	40
4.1.2.4. Sólidos totales disueltos (TDS).	41
4.1.2.5. Temperatura del agua.	43
4.1.3. Macroinvertebrados acuáticos	45
4.1.3.1. Época de Lluvia.....	45

4.1.3.2. Época de Estiaje.	47
4.1.3.3. Clasificación taxonómica.	50
4.1.4. Análisis del agua	51
4.1.4.1. Metales.	52
4.1.4.2. Aniones.....	54
4.1.5. Condiciones climatológicas	55
4.2. Evaluación de la calidad ecológica	59
4.2.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	59
4.2.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	61
4.2.3. Clasificación Taxonómica y Hábito de Crecimiento	63
4.3. Modelos de distribución taxonómico	70
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	89
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	90
CAPÍTULO VII. ANEXOS	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de calidad del índice IHF.....	17
Tabla 2 Niveles de calidad del índice QBR.....	18
Tabla 3 Coordenadas UTM - Puntos de monitoreo.....	28
Tabla 4 Clasificación Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia.....	46
Tabla 5 Clasificación Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Estiaje.....	48
Tabla 6 Clasificación según Filo de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia y Estiaje.....	50
Tabla 7 Metales en el Río “Las Yangas” y las Aguas Termales “Llanguat” comparados con el ECA Categoría 3 y Categoría 4.....	52
Tabla 8 Aniones en el Río “Las Yangas” y las Aguas Termales “Llanguat” comparados con el ECA Categoría 3 y Categoría 4.....	54
Tabla 9 Resultados del nivel de calidad IHF.....	60
Tabla 10 Resultados del nivel de calidad QBR.....	61
Tabla 11 Clasificación Taxonómica y Hábito de Crecimiento de las especies.....	63
Tabla 12 Clasificación según Filo de las especies.....	68
Tabla 13 Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Ephemeroptera.....	70
Tabla 14 Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Diptera.....	72

Tabla 15 *Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Plecoptera, Megaloptera, Haplontaxida y Basommatophora* 74

Tabla 16 *Rango altitudinal y porcentajes de frecuencia – Odonata, Coleoptera, Hemiptera y Trichoptera* 76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Ubicación del río “Las Yangas”</i>	21
Figura 2 <i>Puntos de Monitoreo del río “Las Yangas”</i>	29
Figura 3 <i>Zonas de vida del área de estudio en el río “Las Yangas”</i>	36
Figura 4 <i>Comparación de datos de pH en época de lluvia y estiaje.</i>	38
Figura 5 <i>Comparación de datos de OD en época de lluvia y estiaje</i>	39
Figura 6 <i>Comparación de datos de CE en época de lluvia y estiaje.</i>	40
Figura 7 <i>Comparación de datos de TDS en época de lluvia y estiaje.</i>	42
Figura 8 <i>Comparación de datos de temperatura del agua (°C) en época de lluvia y estiaje</i>	43
Figura 9 <i>Órdenes y Familias en las épocas de Lluvia y Estiaje.</i>	51
Figura 10 <i>Comparación de las concentraciones de metales en las Aguas Termales “Llanguat” con el ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.</i>	53
Figura 11 <i>Tendencia Histórica de la Precipitación Acumulada Anual (2017 – 2023) de la Estación Meteorológica “Llanguat”.</i>	55
Figura 12 <i>Tendencia Histórica – Temperatura Máxima y Mínima Promedio Anual – Estación Meteorológica “Llanguat” (2017 – 2023).</i>	56
Figura 13 <i>Comparación de datos de temperatura del aire (°C) en época de lluvia y estiaje.</i>	57
Figura 14 <i>Comparación de datos de humedad relativa (%) en época de lluvia y estiaje.</i>	58
Figura 15 <i>Porcentaje según Filo.</i>	69

Figura 16 <i>Mapa Altitudinal (Ephemeroptera)</i>	71
Figura 17 <i>Mapa Altitudinal (Diptera)</i>	73
Figura 18 <i>Mapa Altitudinal (Plecoptera, Megaloptera, Haplontaxida, Basommatophora)</i>	75
Figura 19 <i>Mapa Altitudinal (Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera)</i>	77
Figura 20 <i>Biplot de los parámetros fisicoquímicos con los apartados del IHF</i>	78
Figura 21 <i>Matriz de correlación de los parámetros fisicoquímicos con los apartados del IHF</i>	79
Figura 22 <i>Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos</i>	81
Figura 23 <i>Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos</i>	82
Figura 24 <i>Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales</i>	83
Figura 25 <i>Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales</i>	85
Figura 26 <i>Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los apartados del IHF</i>	86
Figura 27 <i>Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con los apartados del IHF</i>	87
Figura 28 <i>Río “Las Yangas” – Época de Lluvia</i>	99
Figura 29 <i>Río “Las Yangas” – Época de Estiaje</i>	99
Figura 30 <i>Aguas Termales de Lluquat</i>	100
Figura 31 <i>Unión de las Aguas Termales al Río “Las Yangas”</i>	100

Figura 32 <i>Georreferenciación de los puntos de muestreo utilizando el GPS.</i>	101
Figura 33 <i>Calibración del Multiparámetro Portátil Hanna HI 9829.</i>	101
Figura 34 <i>Recolección de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia.</i>	102
Figura 35 <i>Recolección de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Estiaje.</i>	102
Figura 36 <i>Medición de parámetros fisicoquímicos con el Multiparámetro Portátil Hanna.</i>	103
Figura 37 <i>Almacenamiento y etiquetado de muestras de macroinvertebrados acuáticos.</i>	103
Figura 38 <i>Lavado de muestras de macroinvertebrados acuáticos.</i>	104
Figura 39 <i>Disposición de macroinvertebrados acuáticos en las placas Petri.</i>	104
Figura 40 <i>Separación de macroinvertebrados acuáticos.</i>	105
Figura 41 <i>Preservación de macroinvertebrados acuáticos.</i>	105
Figura 42 <i>Observación de macroinvertebrados acuáticos con el Estereoscopios Olympus SZX7.</i>	106
Figura 43 <i>Búsqueda taxonómica de macroinvertebrados acuáticos.</i>	106
Figura 44 <i>Recolección de muestras de agua.</i>	107
Figura 45 <i>Recolección de muestras de especies vegetales.</i>	107
Figura 46 <i>Elaboración de la Prensa Botánica.</i>	108
Figura 47 <i>Secado y preservación de muestras de especies vegetales.</i>	108
Figura 48 <i>Identificación y búsqueda taxonómica de las especies vegetales en el Herbario CPUN “Isidoro Sánchez Vega”.</i>	109

Figura 49 <i>Mediciones de Temperatura Ambiente (°C) y Humedad Relativa (%) empleando el Termohigrómetro.</i>	109
Figura 50 <i>Cadena de custodia.</i>	110
Figura 51 <i>Anacroneuria</i>	117
Figura 52 <i>Aphrosylus</i>	117
Figura 53 <i>Atopsyche</i>	117
Figura 54 <i>Corydalus</i>	117
Figura 55 <i>Helicopsyche</i>	117
Figura 56 <i>Heterelmis</i>	117
Figura 57 <i>Hexatoma</i>	118
Figura 58 <i>Leptohyphes</i>	118
Figura 59 <i>Limnocois</i>	118
Figura 60 <i>Nectopsyche</i>	118
Figura 61 <i>Pelocois</i>	118
Figura 62 <i>Smicridea</i>	118
Figura 63 <i>Baetodes</i>	119
Figura 64 <i>Haplohyphes</i>	119
Figura 65 <i>Bezzia</i>	119
Figura 66 <i>Chironomidii</i>	119

Figura 67 <i>Rhagovelia</i>	119
Figura 68 <i>Abutilon mollissimum</i>	155
Figura 69 <i>Albizia multiflora</i>	155
Figura 70 <i>Alnus acuminata</i>	155
Figura 71 <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	155
Figura 72 <i>Asclepias curassavica</i>	156
Figura 73 <i>Baccharis salicifolia</i>	156
Figura 74 <i>Borzicactus tenuiserpens</i>	156
Figura 75 <i>Bougainvillea peruviana</i>	156
Figura 76 <i>Cenchrus myosuroides</i>	157
Figura 77 <i>Chenopodium album</i>	157
Figura 78 <i>Chloris radiata</i>	157
Figura 79 <i>Crotalaria incana</i>	157
Figura 80 <i>Cucumis dipsaceus</i>	158
Figura 81 <i>Cyperus ochraceus</i>	158
Figura 82 <i>Erigeron bonariensis</i>	158
Figura 83 <i>Espostoa lanata</i>	158
Figura 84 <i>Euphorbia hypericifolia</i>	159

Figura 85 <i>Euphorbia sp.</i>	159
Figura 86 <i>Heliotropium angiospernum</i>	159
Figura 87 <i>Leonotis nepetifolia</i>	159
Figura 88 <i>Leucaena trichodes</i>	160
Figura 89 <i>Macroptilium atropurpureum</i>	160
Figura 90 <i>Malvastrum coromandelianum</i>	160
Figura 91 <i>Melinis repens</i>	160
Figura 92 <i>Mirabilis viscosa</i>	161
Figura 93 <i>Muntingia calabura</i>	161
Figura 94 <i>Nicandra physalodes</i>	161
Figura 95 <i>Opuntia ficus indica</i>	161
Figura 96 <i>Phaseolus pachyrrhizoides</i>	162
Figura 97 <i>Phragmites australis</i>	162
Figura 98 <i>Piper aduncum</i>	162
Figura 99 <i>Pityrogramma trifoliata</i>	162
Figura 100 <i>Porophyllum ruderale</i>	163
Figura 101 <i>Prestonia mollis</i>	163
Figura 102 <i>Puya sp.</i>	163

Figura 103 <i>Ricinus communis</i>	163
Figura 104 <i>Salix chilensis</i>	164
Figura 105 <i>Sanchezia longiflora</i>	164
Figura 106 <i>Sida cordifolia</i>	164
Figura 107 <i>Sida rhombifolia</i>	164
Figura 108 <i>Tara spinosa</i>	165
Figura 109 <i>Thelypteris glandulosolanosa</i>	165
Figura 110 <i>Tillandsia sp.</i>	165
Figura 111 <i>Tretamerium nervosum</i>	165
Figura 112 <i>Trixis cacalioides</i>	166
Figura 113 <i>Vachellia macracantha</i>	166
Figura 114 <i>Verbesina sp.</i>	166
Figura 115 <i>Veronica anagallis – aquatica</i>	166

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Panel fotográfico	99
Anexo B. Promedio de los parámetros fisicoquímicos.....	111
Anexo C. Resultados del Análisis de Agua	112
Anexo D. Macroinvertebrados Acuáticos.....	117
Anexo E. Fichas de campo.....	120
Anexo F. Fichas para la Evaluación del Índice Hábitat Fluvial (IHF)	130
Anexo G. Fichas para la Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	140
Anexo H. Constancia de Identificación Botánica	150
Anexo I. Muestras botánicas.....	155

LISTA DE ABREVIACIONES

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

CAZALAC: Centro de Agua Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe.

CE: Conductividad Eléctrica.

IHF: Índice de Hábitat Fluvial.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

OD: Oxígeno Disuelto.

ONERN: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

PCA: Análisis de Componentes Principales.

pH: Potencial de Hidrógeno.

QBR: Índice de Calidad del Bosque de Ribera.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

SIGMINAM: Sistema de Información Geográfica del Ministerio del Ambiente.

TDS: Sólidos Totales Disueltos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar la distribución de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el río “Las Yangas”, que es un ecosistema semiárido, ubicado en la provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. Actualmente, existen pocos estudios, pese a que estos representan un gran valor para el conocimiento de los ciclos climáticos en el Mundo. Razón de ello, con esta investigación se busca complementar la información nacional, mediante la caracterización de tramos fluviales, análisis de estudios ecosistémicos, recolección de especies vegetales, medición de parámetros fisicoquímicos, datos climáticos in situ, ubicación cartográfica del ecosistema semiárido con énfasis en la zona de vida y tipos de cobertura vegetal. La información se procesó en el programa ArcGIS 10.7 y en el software R donde se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA). En los resultados se identificó 38 géneros de macroinvertebrados acuáticos, que incluyen 10 órdenes y 28 familias; los parámetros fisicoquímicos indicaron valores adecuados para la supervivencia de estos organismos; el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) señaló que el hábitat presenta algunas limitaciones, mientras que el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) indicó que el bosque está ligeramente perturbado; se recolectó 102 especies vegetales nativas; el rango altitudinal abarcó desde 1000 hasta 2000 m.s.n.m., siendo los géneros más frecuentes *Atopophlebla*, *Baetodes*, *Heterelmis* y *Smicridea*; se correlacionó de manera perfecta positiva las variables de TDS con la CE; y negativamente el pH con la temperatura del agua. Por último, se demostró una dependencia recíproca entre las órdenes de macroinvertebrados y especies vegetales: *Odonata* con *Cucurbitales*, *Diptera* y *Hemiptera* con *Asterales*, *Trichoptera* y *Megaloptera* con *Lamiales*, *Coleoptera* con *Solanales*.

Palabras clave: ecosistema semiárido, macroinvertebrados acuáticos e indicadores hidromorfológicos.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the distribution of aquatic macroinvertebrate communities in the 'Las Yangas' river, which is a semi-arid ecosystem, located in the province of Celendin, department of Cajamarca. Currently, few studies exist, although they represent a great value for the knowledge of climate cycles in the world. For this reason, this research seeks to complement national information by characterising river sections, analysing ecosystem studies, collecting plant species, measuring physico-chemical parameters, in situ climate data, mapping the semi-arid ecosystem with emphasis on life zone and types of vegetation cover. The information was processed in ArcGIS 10.7 and R software where Principal Component Analysis (PCA) was applied. The results identified 38 genera of aquatic macroinvertebrates, including 10 orders and 28 families; physicochemical parameters indicated adequate values for the survival of these organisms; the River Habitat Index (IHF) indicated that the habitat has some limitations, while the Quality of Riparian Forest Index (QBR) indicated that the forest is slightly disturbed; 102 native plant species were collected; the altitudinal range was from 1000 to 2000 metres above sea level, the most frequent genera being *Atopophlebla*, *Baetodes*, *Heterelmis* and *Smicridea*; the TDS variables were perfectly positively correlated with EC; and negatively the pH with water temperature. Finally, a reciprocal dependence between macroinvertebrate orders and plant species was demonstrated: *Odonata* with *Cucurbitales*, *Diptera* and *Hemiptera* with *Asterales*, *Trichoptera* and *Megaloptera* with *Lamiales*, *Coleoptera* with *Solanales*.

Key words: semi-arid ecosystem, aquatic macroinvertebrates and hydromorphological indicators.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente, son muy pocos los estudios realizados sobre la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en ecosistemas semiáridos en Latinoamérica y principalmente en la zona norte de nuestro país, a pesar de que Cajamarca presenta grandes extensiones de territorio con este tipo de ecosistemas, por ejemplo, las cuencas del Jequetepeque, Crisnejas, Chancay – Lambayeque y el río Las Yangas.

En el trabajo realizado por (Arana et al., 2021) se recopiló un total de cincuenta y tres (53) investigaciones realizadas en el Perú, sobre la diversidad de comunidades de macroinvertebrados en ecosistemas áridos y semiáridos, de las cuales solo cuatro (04) trabajos corresponden a investigaciones realizadas a este tipo de ecosistema en la región de Cajamarca. Dichos trabajos, trataron temas relacionados a calidad de agua, variables fisicoquímicas y aplicación de índices de diversidad; pero ninguno se centró en estudios de diversidad y distribución de comunidades de macroinvertebrados bentónicos.

Al hablar de ecosistemas semiáridos se relaciona frecuentemente a los bosques secos y desiertos, que se ubican en áreas paralelas a la región costera, sin embargo, esta percepción de su definición está muy lejos de la realidad. Las zonas de vida en el Perú se clasifican según el modelo planteado por (Holdridge, 1978) que toma en cuenta variables como la temperatura, la precipitación y la altitud, en ella se establece la existencia de dieciséis (16) zonas de vida principales (biomas) y sesenta y seis (66) sub-biomas (Aybar, 2017). Por tal motivo, es importante plasmar en un mapa, la zona de vida a la que pertenece el área de estudio, a fin de determinar la distribución de las especies de macroinvertebrados.

El estudio de ecosistemas semiáridos se asocia también a la problemática del recurso agua que los compone, ya que justamente el impacto que tiene sobre este recurso genera los diversos cambios climáticos en el Mundo y la actividad antropogénica, como lo indica (Bernex, 2003). Razón de ello, se debe conocer e investigar cuáles son las comunidades de macroinvertebrados, peces, algas, plantas, anfibios y como a partir de modelos de distribución y la variabilidad temporal, se están alterando los diversos hábitats de estos organismos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, la pregunta de investigación que resuelve este estudio es: ¿Cuál es la distribución de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el ecosistema semiárido del río Las Yangas, Celendín - Cajamarca 2023? Para ello se plantea los siguientes objetivos; determinar las condiciones ecológicas (zonas de vida, rango altitudinal, datos de pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos totales disueltos, humedad relativa, temperatura del agua y aire) en las que se distribuyen las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el ecosistema semiárido del río Las Yangas; realizar una descripción de las características hidromorfológicas y la calidad de vegetación de ribera con los índices IHF y QBR, presentes en el hábitat donde se distribuyen las especies de macroinvertebrados acuáticos del ecosistema semiárido del río Las Yangas y elaborar modelos de distribución taxonómico de los macroinvertebrados acuáticos que se registren en el ecosistema semiárido del río Las Yangas en relación a las diversas condiciones ecológicas.

Este tipo de estudio no requiere hipótesis. Según Creswell (2009), “Las tesis cualitativas descriptivas no la necesitan, ya que generan una descripción detallada y rica del fenómeno, su propósito no prueba una teoría o hipótesis que se preconice” (p.10). Esto quiere decir, que el enfoque se centra en la comprensión profunda del tema, en lugar de refutar o confirmar una hipótesis.

La metodología empleada es de carácter analítica y correlativa en la caracterización del estudio, para así determinar la distribución de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el ecosistema semiárido del río Las Yangas, Celendín – Cajamarca 2023. Asimismo, el tipo de investigación es no experimental, debido a que las variables no fueron manipuladas, sólo se observa, explica y analiza las condiciones ecológicas y las características hidromorfológicas. Por otra parte, las técnicas utilizadas son la observación de campo y el análisis documental, entre ellos; el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016); Guía de Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: sistemática y biología (Domínguez y Fernández, 2009); Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM, 2014) y el Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos y el índice de calidad de ribera (Agència Catalana de l'Aigua, 2006).

Finalmente, existe la necesidad de generar investigaciones de los componentes biológicos de los cuerpos de agua en los ecosistemas áridos y semiáridos a nivel global como lo describe (Contador et al., 2012) que permitan entender mejor el funcionamiento de los mismos, razón de ello el trabajo de investigación se justifica en poder desarrollar modelos predictivos en los próximos años sobre la variabilidad de distribución de las especies de macroinvertebrados acuáticos, con énfasis en la aplicación de datos climáticos e impacto antropogénico, para lograrlo es importante establecer lo que se tiene actualmente en los ecosistemas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones Internacionales

Ferrú y Fierro (2015) determinaron la estructura comunitaria de macroinvertebrados dulceacuícolas y caracterizaron los grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta ubicado en el desierto de Atacama. Se muestreó con una red Surber en 12 estaciones, abarcando desde la cabecera del río hasta su desembocadura en la costa marítima durante noviembre de 2011. En este estudio se registraron 66 taxa de macroinvertebrados, correspondiendo en su mayoría a larvas de insectos (46). Los grupos con mayor riqueza fueron *Diptera* (20 taxa), *Coleoptera* y *Trichoptera* (ambos con 7 taxa). Respecto de la abundancia, *Chironomidae* fue la familia más abundante del área de estudio. El grupo de los colectores – recolectores fue el más representativo en 10 de las 12 estaciones, mientras que el grupo de los ramoneadores dominaron en las dos estaciones más cercanas a la desembocadura.

Hankel et al. (2018) caracterizaron los ensambles de macroinvertebrados de los ríos de esas zonas, donde emplearon distintos índices bióticos a fin de evaluar su respuesta y posible aplicación en la región, en total se identificaron 59 taxa, siendo los más abundantes: *Andesiops peruvianus*, *Meridialaris tintinnabula*, *Austrelmis* (larva), *Orthoclaadiinae*, *Smicridea*, *Helicopsyche* y *Heleobia*; el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) reveló que la conductividad eléctrica y el ancho húmedo son factores clave en la estructura de los ensambles de macroinvertebrados. Por otro lado, entre los Índices Bióticos utilizados, el de las Sierras de San Luis (IBSSL) mostró la mayor

concordancia con el estado ecológico de los ambientes estudiados. Algunos de los sitios investigados poseen una diversidad similar a sitios de zonas áridas de Argentina. Por este motivo, y para mejorar su valor explicativo, esta investigación requiere de estudios más detallados que incluyan sitios impactados en diferente grado.

Palma et al. (2013) determinaron la composición taxonómica y la estructura trófica de comunidades de ríos pertenecientes a cinco cuencas hidrográficas de Chile ubicadas en un gradiente ambiental árido – mediterráneo. Los análisis indicaron que cada cuenca muestra una estructura taxonómica característica; el grupo de los macroinvertebrados bentónicos revelan una composición taxonómica particular y diferenciable para la zona árida, semiárida y mediterránea; la composición taxonómica de cada grupo resultó significativamente anidada entre ríos y se identificaron cinco tipos de mallas tróficas para el total de sistemas comunitarios estudiados, representadas por grupos funcionales y sus relaciones alimentarias. Razón de ello, investigaciones futuras deben orientarse a aumentar la resolución taxonómica de la representación de las mallas tróficas e incorporar otros aspectos funcionales relevantes.

Scheibler & Ciocco (2013) evaluaron la diversidad de insectos acuáticos y macroinvertebrados asociados a lo largo del Bañado Carilauquen. Adicionalmente, exploraron diferencias y similitudes espacio – temporales en la composición cualitativa de los ensambles de invertebrados. Se realizaron muestreos estacionales en cinco tramos del Bañado Carilauquen, desde la cabecera hasta la desembocadura. Se identificaron 47 taxa; 37 fueron insectos, principalmente *Coleoptera*, *Diptera* y *Hemiptera*, en ese orden. La composición de macroinvertebrados estuvo mejor condicionada por la variable espacial que por la temporal, en los extremos del gradiente espacial estudiado. Fueron

detectados tres grupos faunísticos: cabecera, tramo medio y desembocadura. Llegando a la conclusión que la mayor riqueza detectada en la cabecera se correspondió con los valores más bajos de conductividad del Bañado Carilauquen. La menor diversidad y la mayor diferencia en la composición faunística fueron observadas en la desembocadura (mayores niveles de conductividad). En el tramo medio, la riqueza fue mayor a la esperada según niveles de conductividad, debido posiblemente, a la presencia de especies transitorias.

Barbosa et al. (2012) relacionaron que la magnitud de las inundaciones influye fuertemente en la composición de macroinvertebrados, aumentando el número de familias después de inundaciones de baja magnitud y disminuyendo su número después de inundaciones de mayor magnitud. Aunque la resistencia de los macroinvertebrados bentónicos a inundaciones de mayor magnitud es baja, los *Chironomidae* son altamente persistentes. Entre los macroinvertebrados bentónicos, se ha informado que los insectos son los primeros colonizadores después de las inundaciones. Estos son en su mayoría adultos acuáticos capaces de volar que emergieron antes de la inundación (Maltchik & Medeiros, 2006).

2.1.2. Investigaciones Nacionales

Arana et al. (2021) analizaron 53 fuentes de información realizados entre 1992 y 2020, referentes a estudios realizados de macroinvertebrados acuáticos de ecosistemas áridos y semiáridos del Perú en elevaciones que van desde los 0 hasta los 3831 msnm. La mayoría de los estudios se realizaron en los departamentos de Lima y La Libertad, obteniendo la cantidad de 20 y 10 publicaciones, respectivamente. El período 2011 – 2020 registra el mayor número de publicaciones (40). Según el tipo de ecosistema

acuático, los ríos (38) fueron los sistemas más intensamente estudiados, seguidos de los humedales costeros (14) y las lagunas (2). La mayor riqueza de familias corresponde a ríos (110), seguido de humedales costeros (57) y lagunas (12). Las familias más comunes en todos los tipos de ecosistemas acuáticos fueron *Chironomidae*, *Baetidae* y *Dytiscidae*.

Villagra et al. (2013) estudiaron que la posibilidad de ocupación de las regiones áridas por las poblaciones humanas depende de la disponibilidad de agua para consumo propio y del ganado, además del aprovechamiento activo o pasivo del agua para la producción de alimentos y otros recursos. Por lo tanto, la utilización de las distintas fuentes de agua es determinante de la calidad de vida de los habitantes del desierto. Uno de las ideas centrales en ecología de zonas áridas es que el agua de las precipitaciones, principal factor limitante, es utilizada en su totalidad por la vegetación evitando el drenaje profundo y el escurrimiento. De esta forma, la vegetación ejerce un papel importante sobre los flujos de entrada y salida de agua en el sistema, por lo que cambios en la cobertura vegetal causada por disturbios puede alterar la relación hidrología – suelo –vegetación con consecuencias ecosistémicas poco exploradas que pueden alterar la provisión de servicios hídricos a distintas escalas. Se concluyó que la regulación que ejerce la vegetación sobre el ciclo hidrológico es determinante de la provisión de servicios hídricos y de la productividad del sistema tanto a escala local, dentro de una unidad de paisaje, como a escala regional, a través del vínculo superficial o subterráneo entre distintas zonas de las cuencas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ecosistemas áridos y semiáridos

Las regiones semiáridas y áridas se distribuyen en todo el planeta ocupando un 68% del territorio (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2004). Los países de Latinoamérica y El Caribe, aunque son famosos por sus bosques húmedos tropicales, realmente un cuarto de Latinoamérica y El Caribe es desierto y tierras secas; al este de los andes se extiende una amplia región árida desde los tramos del norte de Chaco en Paraguay hasta la Patagonia en el sur de Argentina (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2012).

Según el Mapa de Tierras Secas del Perú elaborado por el (MINAM, 2012), Perú tiene una extensión de tierras secas equivalentes al 25% ubicándolo en un tercer lugar en Sudamérica, después de Brasil y Argentina. Las tierras secas suelen incluir a las áreas áridas, semiáridas y secas subhúmedas, se caracterizan por precipitaciones escasas poco frecuentes irregulares e impredecibles; poseen gran diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas con suelos con poca materia orgánica y ausencia de agua y plantas y animales adaptados a las variables climáticas (MINAM, 2012).

En la década del 70, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), elaboró un mapa de zonas áridas y semiáridas. En aquel entonces determinaron una extensión de 30 millones de hectáreas. En 2005 el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) elaboró el mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, aplicando la metodología del Centro de Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC), obteniendo una superficie referencial de la extensión de tierras secas de 38 586 452 hectáreas del Sistema de

Información Geográfica del Ministerio del Ambiente (SIGMINAM) entre zonas hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Sin embargo, cada una de las instituciones que ha evaluado y/o cuantificado las zonas áridas o tierras secas, ha utilizado métodos diferentes. Este hecho significa una dificultad para cuantificar la extensión de las tierras secas (MINAM, 2012).

2.2.2. Los ríos en las regiones semiáridas

En las regiones semiáridas es extraordinaria la variabilidad ambiental de los ecosistemas acuáticos. Ello se pone de manifiesto en la heterogeneidad espacial y las variaciones temporales de sus componentes físicos, químicos y bióticos. El balance hídrico negativo característico de estas regiones sitúa a sus ríos en extremos ambientales que pasan desde períodos de sequía a eventos de inundación de escasa duración. Tres factores clave determinan esta variabilidad: la temporalidad de las aguas, las interacciones del agua superficial, subsuperficial y subterránea y la tipología del sustrato. Todos ellos contribuyen a configurar el cuadro hidroquímico y su variabilidad espacial y temporal, a seleccionar los componentes biológicos y sus relaciones y a marcar las características metabólicas del ecosistema (Vidal et al., 2004).

Considerando la temporalidad, se pueden definir tres tipos de ríos: permanentes, aquellos donde el flujo de agua permanece durante todo el ciclo hidrológico anual; temporales donde el flujo cesa durante una parte del año y efímeros donde el agua circula únicamente tras fuertes precipitaciones (Vidal et al., 2004). Teniendo en cuenta estos conceptos podemos decir que el río “Las Yangas” es un río permanente debido a que encontramos agua durante todo el año.

2.2.3. Zonas de vida

Es una unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad (Marcano, s.f.). También se conceptualiza como subsistemas de interacción ecológica: climática, hídrica y geoespacial del territorio, cuyo propósito natural es generar vida (Sánchez, 2011).

2.2.3.1. Clasificación según Holdridge.

Define en forma cuantitativa la relación que existe en el orden natural, entre los factores principales del clima y la vegetación; es decir, su unidad central es la zona de vida, la cual comprende tres (03) factores climáticos fundamentales: biotemperatura, precipitación y humedad ambiental que son considerados como “independientes”, mientras que los factores bióticos son considerados esencialmente “dependientes”, es decir, subordinados a la acción directa del clima en cualquier parte del mundo (Holdridge, 1978).

Además, delimita siete (07) regiones latitudinales, definidas por la biotemperatura y la altitud: polar (glacial), subpolar (tundra), boreal, templado frío, templado cálido, subtropical y tropical. Asimismo, siete (07) pisos altitudinales: nival, alpino, subalpino, montano, montano bajo, premontano y basal. Existen nueve (09) provincias de humedad, determinadas por la precipitación media anual: superhúmedo o pluvial, perhúmedo o muy húmedo, húmedo, subhúmedo o seco, semiárido, árido, perárido y superárido. El cruce de estos valores, origina unas celdillas con las treinta y ocho (38) zonas de vidas identificadas por Holdridge (Aybar, 2017).

2.2.4. Parámetros fisicoquímicos

2.2.4.1. Potencial de hidrógeno.

El Potencial de hidrógeno (pH) es una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución, con el pH determinamos la concentración de hidrogeniones en una disolución, un hidrogenión es un ion positivo de hidrógeno, es decir, será más ácido cuanto más actividad de hidrógeno exista en la disolución, en cambio, cuando haya menos actividad la muestra será alcalina. El pH normalmente lo medimos en una escala de 1 a 14; el uno sería el valor más ácido, el 14 el valor más alcalino y el 7 el valor neutro (Rodríguez, 2009).

2.2.4.2. Oxígeno disuelto.

El Oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir (Peña, 2007).

La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura. El agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente. Una diferencia en los niveles de OD puede verse entre las temperaturas del agua en el invierno y las temperaturas del agua en el verano. Asimismo, una diferencia en los niveles de OD puede ser aparente a diferentes profundidades del agua si hay un cambio significativo en la temperatura del agua (Peña, 2007).

Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto por debajo de 3 ppm dañan a la mayor parte de los organismos acuáticos y por debajo de 2 o 1 ppm los peces mueren (Peña, 2007).

2.2.4.3. Conductividad eléctrica.

La Conductividad eléctrica (CE) del agua es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica. En el Sistema Internacional de Unidades la CE se expresa como siemens por metro (S/m), pero por simplicidad se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ a una temperatura de 25°C. La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica. La solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad varía en conformidad con la temperatura del agua (Solís et al., 2018).

2.2.4.4. Sólidos totales disueltos.

Los Sólidos totales disueltos (TDS) son básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Sigler y Bauder, 2017). Por lo tanto, es la medida de las sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden encontrarse en forma de moléculas e iones diluidos en el agua.

2.2.4.5. Temperatura.

La temperatura es un parámetro físico que permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde el punto de vista microscópico, la temperatura se considera como la representación de la energía cinética interna media de las moléculas que

integran el cuerpo estudiado, en este caso el agua. Esta energía cinética se manifiesta en forma de agitación térmica, que resulta de la colisión entre las moléculas que forman el agua (Castilla, 2015).

Los animales acuáticos son sensibles a los cambios de temperatura del agua y requieren que esta se mantenga dentro de un intervalo determinado para poder sobrevivir y reproducirse. Si la temperatura del agua permanece fuera de este intervalo durante mucho tiempo, los organismos quedarán expuestos a condiciones inadecuadas (Castilla, 2015).

La temperatura afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. El agua a mayor temperatura transporta menos oxígeno y todos los animales acuáticos necesitan este para sobrevivir. Además, influye en la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos. El aumento de la temperatura en nuestros ríos se puede deber a la escasez de árboles en la orilla del río, provocando que no haya mucha sombra, también a aguas de escorrentía urbanas (Castilla, 2015).

2.2.5. Macroinvertebrados acuáticos

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500 μm , entre los que se incluyen animales como esponjas, planarias, sanguijuelas, oligoquetos, moluscos o crustáceos, entre los que se encuentran los cangrejos. Sin embargo, el grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. En la mayoría de éstos, los estados inmaduros (huevos y larvas) son acuáticos, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Entre los insectos con alguna fase de su vida acuática destacan, por su abundancia y distribución, los siguientes órdenes: efemerópteros, plecópteros, odonatos, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros (Ladrera, 2012).

2.2.5.1. Efemerópteros.

Las larvas de este orden son exclusivamente acuáticas y pueden vivir hasta dos (02) años, mientras que la vida del adulto es muy efímera, llegando a vivir pocas horas o incluso minutos. Su respiración se realiza por branquias abdominales relativamente bien desarrolladas y en su mayor parte son detritívoros (se alimentan de materia orgánica muerta) y herbívoros. A pesar de que presentan diferencias en cuanto a su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno, un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a condiciones ácidas (Ladrera, 2012).

2.2.5.2. Plecópteros.

Constituyen un orden con larvas exclusivamente acuáticas. El adulto presenta un vuelo torpe y suele pasar gran parte del tiempo entre las rocas, por lo que se les conoce con el nombre de “moscas de piedras”. Son especies que viven en el fondo de cauces de aguas frías, bien oxigenadas y libres de contaminación, por lo que son ampliamente utilizados como bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático. Esta sensibilidad a las bajas concentraciones de oxígeno parece derivarse de la ausencia de grandes branquias, de manera que éstas pueden estar constituidas por finos filamentos en la base de las patas o incluso en el cuello. De acuerdo a su régimen alimenticio pueden ser fragmentadores de materia orgánica gruesa o depredadores (Ladrera, 2012).

2.2.5.3. Odonatos.

Engloban a los conocidos como libélulas y caballitos del diablo. Los adultos no se ven obligados a vivir en las inmediaciones del agua, pero las larvas son acuáticas sin excepción. Las larvas de todas las especies de odonatos son

zoófagas, atacan a diferentes animales con los que comparten territorio, como oligoquetos, efemerópteros o dípteros e incluso pueden llegar a atacar a renacuajos y alevines de peces. Con este fin depredador, el labro está transformado en un órgano prensil o máscara dentada que es desplegado bruscamente y lanzado hacia adelante para capturar las presas, que quedan atrapadas en los ganchos móviles de las piezas bucales. Pueden vivir en una amplia variedad de hábitats, pero son más frecuentes en las zonas con poca velocidad de corriente de los cursos fluviales, como remansos o en pequeñas lagunas (Ladrera, 2012).

2.2.5.4. Hemípteros.

Son un grupo de insectos caracterizados por poseer un aparato bucal chupador, dentro del cual alrededor del 10% de las especies son acuáticas. Una gran parte de familias viven sobre la superficie del agua, como los conocidos zapateros, y la mayoría son depredadores, que a menudo inoculan compuestos tóxicos en sus presas a través de sus estiletes maxilares. Presentan numerosas adaptaciones frente a la depredación, fundamentalmente de peces, como el hecho de vivir en la superficie del agua, el comportamiento gregario o la capacidad de saltar varios centímetros de algunas especies (Ladrera, 2012).

2.2.5.5. Coleópteros.

Constituyen el mayor grupo de insectos y, quizá, el más evolucionado. Únicamente el 15% de las especies aproximadamente son acuáticas. Esta adaptación al medio acuático puede tener lugar en diferentes etapas del ciclo vital, de manera que en algunos grupos las larvas y adultos son acuáticos, mientras que en otros sólo una de las dos fases. Presentan un régimen alimenticio muy variado

y la calidad de las aguas no suele ser un factor determinante en la distribución de muchas familias de este grupo (Ladrera, 2012).

2.2.5.6. Dípteros.

Este orden, también conocido como moscas verdaderas, es uno de los más ampliamente distribuidos y con mayor diversidad, en el que muchas especies presentan larvas acuáticas como los mosquitos y tábanos, entre otros. Algunas especies están adaptadas a vivir en zonas con elevadas corrientes y concentraciones de oxígeno, mientras que otras son especies oportunistas, adaptadas a vivir en ecosistemas con ciertas perturbaciones e incluso en condiciones extremas, por lo que hay especies con requerimientos muy diferentes en cuanto a la calidad del agua, lo cual es usado frecuentemente como indicador de la misma (Ladrera, 2012).

2.2.5.7. Tricópteros.

Constituyen uno de los grupos de insectos más importantes de los ecosistemas acuáticos, con larvas exclusivamente acuáticas. Algunas especies fabrican estuches con materiales tan diversos como arena, grava o restos vegetales y en el interior del mismo desarrollan su ciclo larvario. Su modo de alimentación es muy variado, con especies herbívoras, detritívoras y depredadoras, y presentan en general cierta exigencia en cuanto a la calidad del agua (Ladrera, 2012).

2.2.6. Indicadores hidromorfológicos

Son aquellos que evalúan, por un lado, la diferencia entre las características hidrológicas y geomorfológicas actuales de los ríos, y por otro, las características que tendrán los ríos en ausencia de alteraciones humanas, para garantizar el buen funcionamiento (Loné, 2016).

2.2.6.1. Índice de hábitat Fluvial (IHF).

Este índice valora la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada, que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente (Loné, 2016). Consta de siete (07) bloques que de manera independiente valoran las diferentes características del hábitat, estos son:

- a. Bloque 1: Inclusión de rápidos.
- b. Bloque 2: Frecuencia de rápidos.
- c. Bloque 3: Composición del sustrato.
- d. Bloque 4: Regímenes de velocidad/profundidad.
- e. Bloque 5: Porcentaje de sombra en el cauce.
- f. Bloque 6: Elementos de heterogeneidad.
- g. Bloque 7: Cobertura y diversidad de la vegetación acuática.

La suma de todos ellos brinda el valor del índice IHF, con un máximo de cien (100) puntos. Es importante mencionar que, mientras mayor sea la puntuación, mayor será la heterogeneidad de hábitats, es decir, el número y tipo de organismos es superior que en hábitats homogéneos (Junta de Extremadura, s.f.). Los rangos de calidad generales según el índice IHF son:

Tabla 1

Niveles de calidad del índice IHF

Nivel de Calidad	IHF
Hábitat adecuado.	> 75
Hábitat con algunas limitaciones.	40 - 75
Hábitat que puede limitar la presencia de ciertas especies.	< 40

2.2.6.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).

Establece un índice de calidad para valorar el estado de conservación de los bosques de ribera, es decir, integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable (Agència Catalana de l'Aigua, 2006). Se estructura en cuatro (04) bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema, estos son:

- a. Bloque 1: Grado de la cubierta de la zona de ribera.
- b. Bloque 2: Estructura de la cubierta.
- c. Bloque 3: Naturalidad y complejidad de la cubierta.
- d. Bloque 4: Grado de alteración del canal fluvial.

La suma de los apartados anteriores brinda el valor del índice QBR, con un máximo de cien (100) puntos. Este índice propone cinco (05) niveles de calidad: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo.

Tabla 2

Niveles de calidad del índice QBR

Nivel de Calidad	QBR
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural.	≥ 96
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.	76 - 96
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	51 - 75
Alteración fuerte, mala calidad.	26 - 50
Degradación extrema, calidad pésima.	≤ 25

2.2.7. Modelos de distribución taxonómico

En el mundo de la cartografía, los modelos de distribución de especies son mapas donde la propiedad representada es la idoneidad de cada lugar para que una especie pueda estar presente, es decir, lo adecuado o inadecuado que es un lugar para satisfacer las necesidades o requerimientos de una especie desde el punto de vista biológico: temperatura, precipitación, sustrato geológico y, en general, cualquier variable ambiental (Mateo et al., 2011).

Por lo tanto, estos modelos analizan de manera objetiva los patrones espaciales de presencia de organismos, basándose en procedimientos estadísticos y cartográficos que, partiendo de datos reales permiten inferir zonas potencialmente idóneas en función de sus características ambientales y relaciones entre especies (Mateo et al., 2011).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Ecosistema semiárido

Son aquellas regiones donde las precipitaciones son escasas o irregulares, y estas no llegan a cubrir las necesidades de crecimiento de la vegetación durante todo el año (MINAM, 2012).

2.3.2. Condiciones ecológicas

Se estudian aspectos como el hábitat y las relaciones interespecíficas, es decir, la relación que existe entre los seres vivos y el medio en que se desarrollan (Gobierno Regional Cajamarca, 2009).

2.3.3. Macroinvertebrados acuáticos

Son organismos acuáticos y semiacuáticos que se pueden ver a simple vista y son retenidos por una red de malla de 125 μ m aproximadamente (Ladrera, 2012).

2.3.4. Grupos taxonómicos

Es la clasificación de los distintos grupos de organismos, en donde se les asigna un nombre latín, una descripción si es una especie y un tipo (Álvarez, 2005).

2.3.5. Indicadores hidromorfológicos

Evalúan las características hidrológicas y geomorfológicas actuales de los ríos, y también las características que tendrían los ríos en ausencia de alteraciones humanas (Loné, 2016).

CAPÍTULO III

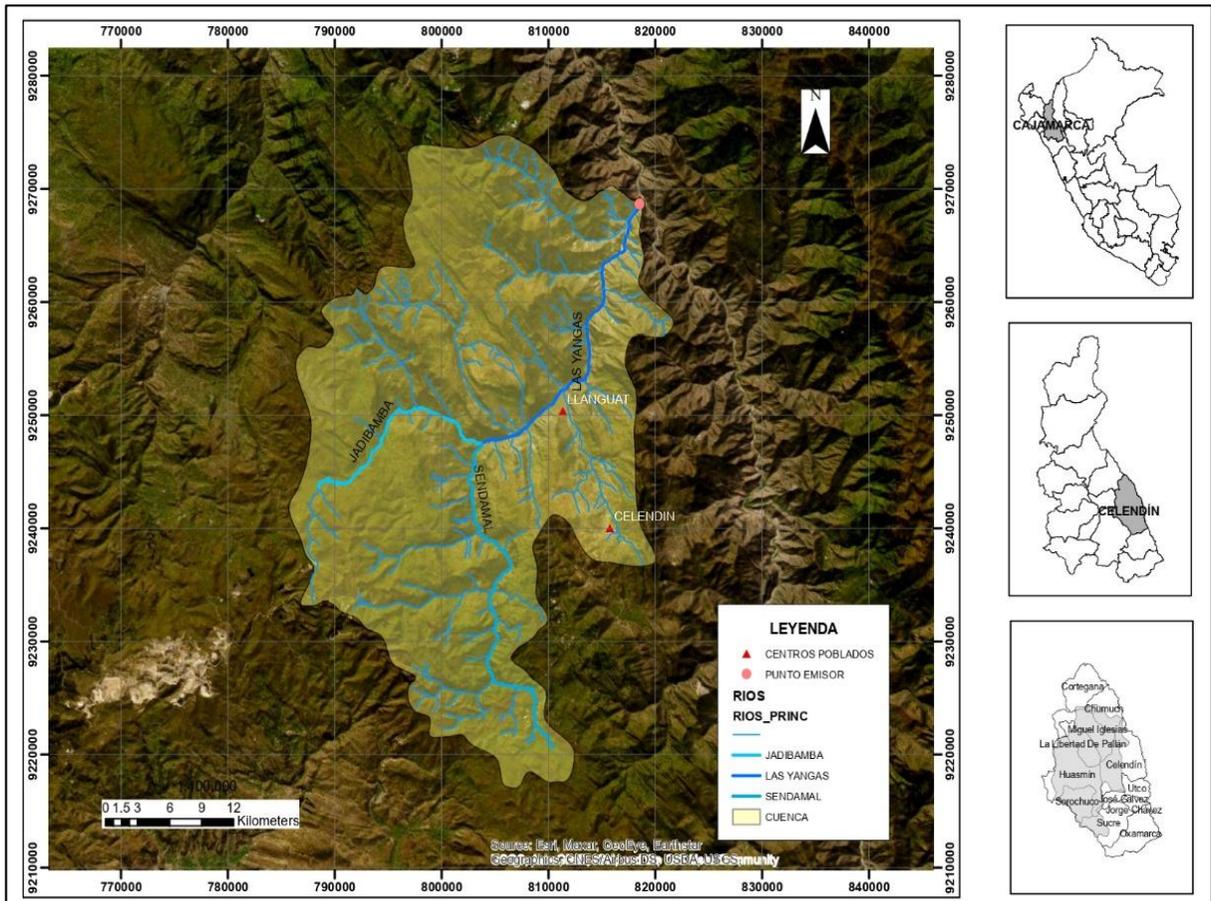
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en el río “Las Yangas” que se encuentra ubicado en el caserío de Llanguat del distrito y provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. Este se forma por la unión del río Jadibamba y Sendamal (ver figura 1), y a la vez pertenece al ecosistema semiárido según la clasificación de zonas de vida establecida en el Perú actualizada por (Aybar, 2017), en su recorrido se identificaron estaciones de monitoreo.

Figura 1

Mapa de Ubicación del río “Las Yangas”.



3.2. Población, muestra y unidad de análisis

3.2.1. Población

Está constituida por todas estaciones de monitoreo y los parámetros a evaluar, en ellas por cada comunidad colectada de macroinvertebrados acuáticos.

3.2.2. Muestra

Comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

3.2.3. Unidad de análisis

- a. Grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos.
- b. Valores obtenidos de pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto y TDS.
- c. Tipo de estructura hidromorfológica del río “Las Yangas”, especies vegetales adyacentes a los tramos fluviales del ecosistema.

3.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica, descriptiva no experimental, debido a que las variables no fueron manipuladas, sólo se observó, explicó y analizó las condiciones ecológicas y las características hidromorfológicas del ecosistema semiárido del río Las Yangas, Celendín.

3.4. Materiales, técnicas, instrumentos y métodos

3.4.1. Materiales

3.4.1.1. Protección personal.

- a. Lentes.
- b. Bloqueador.
- c. Gorros.
- d. Guantes profesionales.

e. Botas de jebe.

3.4.1.2. Para la recolección de macroinvertebrados acuáticos.

a. Ficha de registro de datos de campo.

b. Tablero.

c. Malla d – net de 500 micras.

d. Cámara fotográfica.

e. Bolsas Ziploc de 1kg.

f. Pinzas.

g. Alcohol de 96 %.

h. Muestreador Surber de 500 micras.

i. Bandejas de plástico blando con tapas.

j. Agua destilada.

k. Marcador indeleble.

l. Lapiceros.

3.4.1.3. Para la simulación de prensa botánica.

a. Periódicos.

b. Planchas de madera.

c. Rafia.

d. Tijeras.

e. Plumones.

3.4.1.4. Para el análisis de muestras de agua.

a. Cadena de custodia de monitoreo de agua.

b. Frascos del Laboratorio Regional del Agua.

- c. Ácido nítrico (HNO₃).
- d. Cooler.

3.4.1.5. Para la separación y preservación de macroinvertebrados acuáticos.

- a. Coladores.
- b. Pinzas de disección.
- c. Cuchara de plástico.
- d. Alcohol de 96%.
- e. Frascos pequeños herméticos.
- f. Placas o caja de Petri.
- g. Cinta masking.
- h. Plumón indeleble.

3.4.1.6. Equipos.

- a. GPS Garmin modelos 60sx.
- b. Estereoscopios Olympus SZX7.
- c. Multiparámetros Portátiles HANNA HI 9829 y HACH HQ 40d.
- d. Termohigrómetro marca Brunton.

3.4.1.7. Recursos externos.

- a. Movilidad.
- b. Cámara fotográfica.
- c. Laptop.
- d. Papelería.
- e. Impresora.
- f. USB.

3.4.2. Técnicas

3.4.2.1. Observación de campo.

El propósito en esta etapa no es sólo “ver”, sino analizar cada uno de los aspectos que va a conllevar el trabajo de investigación, es decir, rutas y/o vías de acceso al lugar de estudio, posibles problemas sociales, generación de hipótesis y anotaciones de diferentes tipos, tales como; interpretativas, temáticas o personales. Según Díaz (2011), “La observación es el elemento fundamental de todo proceso de investigación; el investigador se apoya en ella para obtener el mayor número de datos, además parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación” (p.5). En síntesis, es la recopilación de información a través de apuntes, resúmenes y fotografías.

3.4.2.2. Análisis Documental.

Se recolectó datos de fuentes secundarias, como artículos científicos, libros, revistas, bibliografías, etc. sobre las variables de interés. “Comprende el procesamiento analítico – sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, que busca describir y representar los documentos de manera sistemática” (Dulzaides y Molina, 2004, p.02). Por lo tanto, esta técnica facilita la recuperación y consulta de la información.

3.4.3. Instrumentos

- a. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016).
- b. Guía de Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: sistemática y biología (Domínguez y Fernández, 2009).

- c. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM, 2014).
- d. Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos y el índice de calidad de ribera (Agència Catalana de l’Aigua, 2006).

3.4.4. Métodos

Se utilizó métodos descriptivos, analíticos y correlativos en la caracterización del objeto de estudio, para así determinar la distribución de comunidades de macroinvertebrados acuáticos en el ecosistema semiárido del río Las Yangas, Celendín – Cajamarca 2023.

3.5. Procedimiento

El procedimiento que se aplicó en el proceso de la investigación, se dividió en las siguientes fases:

3.5.1. Fase de pre – campo

Antes de la salida al campo para la recolección de muestras se tuvo en cuenta lo siguiente:

- a. Mapeo de los ecosistemas semiáridos del distrito de Celendín, a fin de identificar las zonas de vida pertenecientes a este ecosistema en la carta nacional.
- b. Identificación de la zona de vida a la que pertenece el río “Las Yangas” – Llanguat.
- c. Establecimiento de los posibles puntos de monitoreo en planos.
- d. Determinar las rutas de acceso más adecuadas.
- e. Organizar los materiales y equipos de campo necesarios.

3.5.2. Fase de campo

En esta etapa se realizó tres visitas a campo, mismas que se describen a continuación:

3.5.2.1. Primera visita: Reconocimiento del lugar y toma de puntos del monitoreo.

Se realizó la primera visita al río “Las Yangas” – Llanguat, con el objetivo de conocer el área de estudio, las rutas de acceso y accesibilidad a los puntos de monitoreo, facilidad de ingreso al río y representatividad de las estaciones (zonas que tengan vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua).

Se consideró como referencia los criterios sobre el establecimiento de la red de puntos de monitoreo de lagos, lagunas y embalses que establece el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016).

Teniendo en cuenta ello, se definió 10 (diez) puntos de monitoreo (P1, P2, P3, P4, P5, P6, AT1, AT2, P7 y P8); siendo las 04 (cuatro) primeras correspondientes a la parte alta del río y las 06 (seis) últimas a la parte baja. La estación AT1 es donde nacen las Aguas Termales de Llanguat y la estación AT2 es un curso de agua caliente ubicado a 60 metros antes de la unión al río "Las Yangas".

Cabe indicar, que estas dos últimas estaciones fueron consideradas dentro del estudio para descartar la existencia de algún tipo de organismo, esto se fundamenta en investigaciones que han corroborado que a 40°C de temperatura del agua se han encontrado especies.

La tabla a continuación, muestra las coordenadas UTM y la altitud (m.s.n.m) de los puntos de monitoreo:

Tabla 3

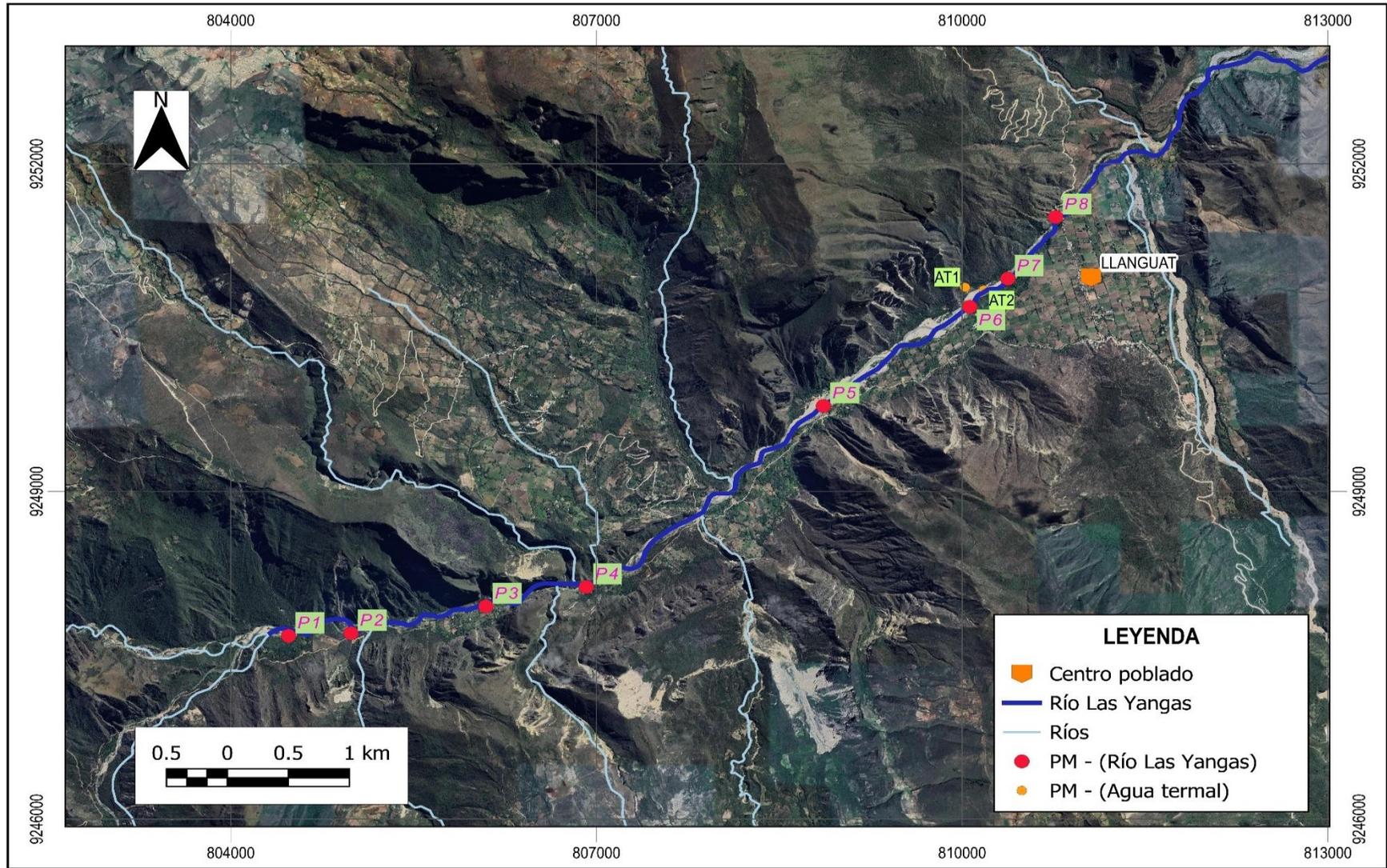
Coordenadas UTM - Puntos de monitoreo

Punto	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
P1	804474	9247678	1592
P2	804987	9247702	1558
P3	806093	9247948	1555
P4	806916	9248126	1538
P5	808862	9249783	1447
P6	810034	9250726	1435
AT1	810024	9250869	1417
AT2	810178	9250844	1420
P7	810375	9250949	1413
P8	810755	9251550	1409

Para mayor detalle, la descripción de cada uno se encuentra en las fichas de campo (ver anexo E), asimismo, la figura a continuación muestra estas estaciones de monitoreo a lo largo del río “Las Yangas”.

Figura 2

Puntos de Monitoreo del río “Las Yangas”.



3.5.2.2. Segunda visita: Recolección de muestras de especies vegetales.

Para describir la vegetación de la zona del estudio, se identificó las especies vegetales que crecen en la ribera del río “Las Yangas”, a través de la elaboración de un herbario, el procedimiento se detalla a continuación:

- a. Se eligió las especies vegetales con características morfológicas principales, como: raíz, tallo, hojas y si hubiere flores mejor.
- b. Se colocó con mucho cuidado en papel periódico, procurando distribuirla por toda el área mostrando el envés y haz de la muestra colectada.
- c. En la parte superior del periódico se codificó cada especie vegetal y se tomó coordenadas GPS.
- d. Una vez obtenidas todas las muestras, estas fueron prensadas, para ello se utilizó dos planchas de madera y una rafia, a fin de que eliminen el exceso de agua y su aspecto físico sea lo más similar al que tienen en su hábitat.

3.5.2.3. Tercera visita: Recolección de muestras de agua y macroinvertebrados acuáticos.

3.5.2.3.1. Condiciones del muestreo.

Los muestreos de macroinvertebrados bentónicos, se colectaron en una malla D-net de 500 micras de poro, se tomó tramos de aproximadamente 100 metros en un tiempo de 5 minutos removiendo el sustrato con la técnica de patada y desplazando la malla en los bordes del río donde se observó vegetación, se volteó las piedras del fondo de más de 30 cm para la colecta de especímenes adheridas a ellas. Luego, las muestras fueron rotuladas indicando la estación de muestreo, fecha y hora,

se preservó en alcohol al 96% en bolsas Ziploc de 1kg y en frascos de plástico de boca ancha de 100 ml para luego analizarlas en el Laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC).

3.5.2.3.2. Medición “in situ” de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y Sólidos Totales Disueltos (TDS).

Para medir estos parámetros se utilizó los multiparámetros portátiles HANNA HI 9829 y HACH HQ 40d, a través del siguiente procedimiento:

- a. Los equipos fueron calibrados antes de conectar los sensores.
- b. Los sensores se enjuagaron con agua destilada y se secaron.
- c. Se colocaron los sensores en la muestra de agua.
- d. Se procedió a dar lectura y anotación una vez que el valor se estabilice.
- e. Luego se retiraron los sensores, se enjuagaron y secaron.

3.5.2.3.3. Para la obtención de muestras de agua.

A fin de conocer las concentraciones de metales y aniones en el río “Las Yangas” y las Aguas Termales de Llangat, se tuvo presente el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016), el cual consiste en:

- a. Enjuagar 03 (tres) veces el frasco antes de tomar la muestra.
- b. Rotular y etiquetar los recipientes.
- c. Preservar las muestras: en el caso de los metales se colocó tres gotas de ácido nítrico (HNO_3).
- d. Colocar los frascos correctamente tapados en el cooler con hielo.

- e. Transportar las muestras.
- f. Llenar la cadena de custodia.

3.5.2.3.4. Medición de las características hidromorfológicas y de cobertura vegetal.

En los tramos fluviales se aplicó el índice IHF que evalúa las condiciones fluviales de los diversos microhábitats presentes en los ecosistemas como: tipo de estructura del tramo fluvial, presencia de vegetación acuática, presencia de escombros y estructuras rígidas, etc. Para este diseño se consideró el Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos (Agència Catalana de l'Aigua, 2006).

En cuanto a las coberturas vegetales de ribera se realizó una lista de las especies vegetales presentes en el área a evaluar. Para ello se tuvo en cuenta una distancia aproximada de 20 metros paralelo entre los márgenes del canal de agua de cada estación de muestreo, esto con el objetivo de brindar un mayor detalle de las coberturas dominantes en la zona de estudio según lo indica el protocolo establecido por (Agència Catalana de l'Aigua, 2006) la valoración de los índices QBR –and, ya que este índice se ha creado para ríos que se encuentran por encima de los 3500 m.s.n.m.

3.5.3. Fase de laboratorio

3.5.3.1. Macroinvertebrados acuáticos.

Las muestras de macroinvertebrados acuáticos se trasladaron y almacenaron en el Laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de

Cajamarca (UNC), para su posterior separación, preservación e identificación. El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

- a. Se lavó y cernió la muestra a fin de eliminar todo el alcohol y apartar los sedimentos finos.
- b. La muestra lavada se colocó en placas Petri y con ayuda de pinzas de disección se separó a los organismos del sedimento.
- c. Se almacenó en frascos pequeños con sello hermético y alcohol al 96%.
- d. Se etiquetó apropiadamente teniendo en cuenta la bolsa trabajada.
- e. Por último, para su identificación se utilizó el Estereoscopios Olympus SZX7 y la Guía de Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: sistemática y biológica (Domínguez y Fernández, 2009).

3.5.3.2. Muestras de agua.

Las muestras de agua se trasladaron y recibieron en el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca, a cargo del personal especializado, para su posterior análisis en cuanto a metales y aniones.

3.5.4. Fase de herbario

3.5.4.1. Secado y preservación de muestras de especies vegetales.

Para el secado y preservación de las muestras se tuvo que cambiar cada dos días los periódicos que contenían a cada especie colectada en un periodo de tiempo de dos semanas, hasta lograr su secado completo, esto evitó el enmohecimiento de las muestras. Cabe indicar que, cada vez que se hizo el cambio de periódico la muestra se extrajo con mucho cuidado y se arregló correctamente, a fin de que esta no pierda sus características principales.

3.5.4.2. Identificación de las especies vegetales.

La identificación se realizó con el curador del Herbario CPUN “Isidoro Sánchez Vega” de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), quien utilizó claves de determinación, bibliografía y comparaciones del material colectado con los especímenes existentes de la mencionada institución.

3.5.4.3. Etiquetado.

Se etiquetó los ejemplares, colocando en la esquina inferior derecha información básica acerca de la especie herbácea, como: nombre científico, nombre común, familia, género, sitio, fecha de colecta y el nombre de quién identificó y recolectó la muestra.

3.5.5. Fase de gabinete

A partir de todos los datos obtenidos en las fases anteriores, la información se procesó en el programa ArcGIS 10.7 donde se elaboró los mapas altitudes de los géneros de macroinvertebrados acuáticos y en el software R donde se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA) de las variables del estudio. Finalmente, se realizó el reporte de resultados y elaboración del informe.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones ecológicas

4.1.1. Zonas de vida

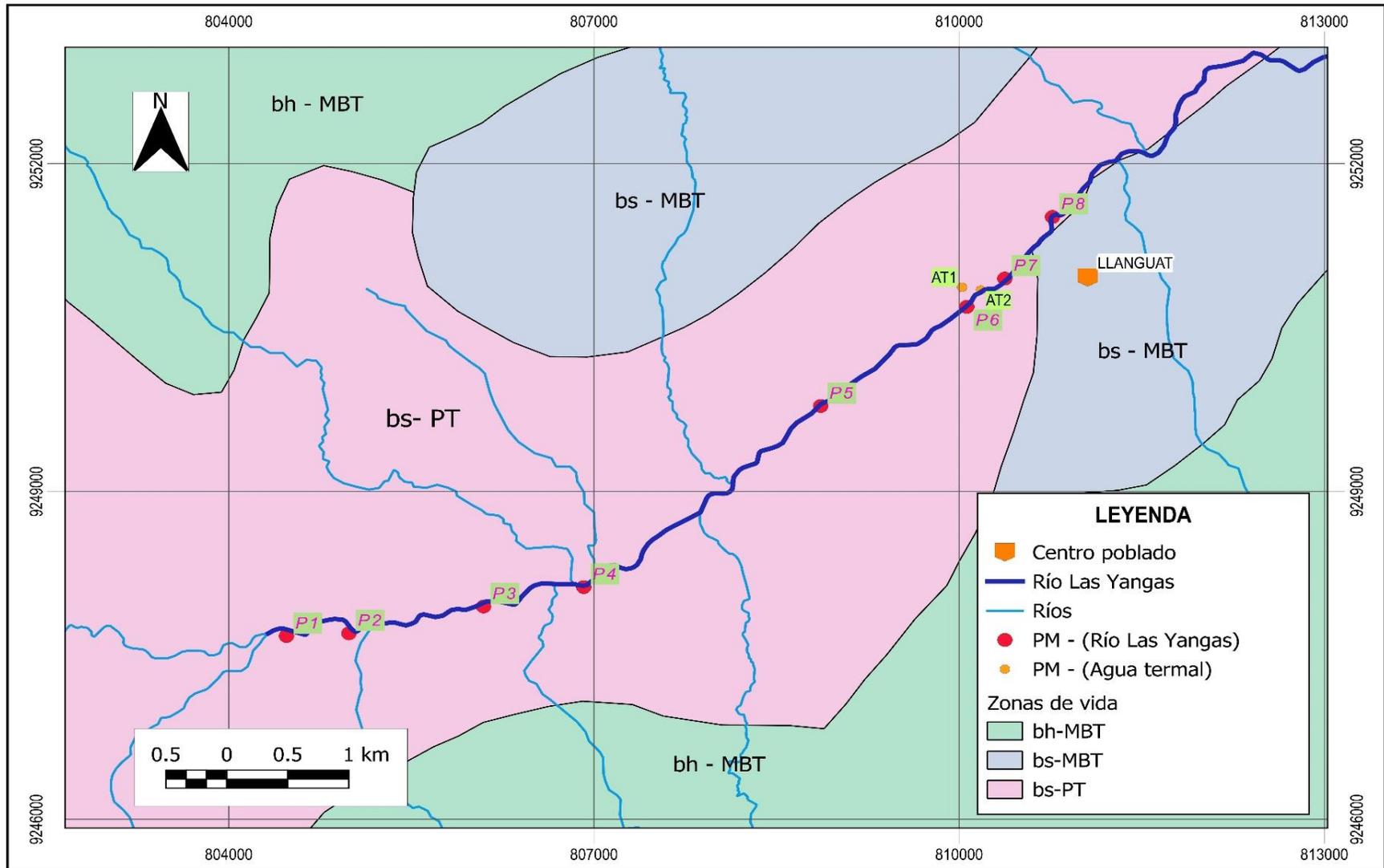
El territorio de Cajamarca presenta veintisiete (27) de las ochenta y cuatro (84) zonas de vida existentes en el Perú con características geográficas especiales, como es la Depresión de Huancabamba, conformada por el profundo cauce de los ríos Huancabamba, Chamaya y Marañon, que constituye la frontera biográfica entre el extremo sur de los Andes del Norte y el extremo norte de los Andes Centrales (Gobierno Regional Cajamarca, 2009).

Cajamarca cuenta con siete (07) ecorregiones: Páramo, Jalca, Bosques andinos estacionales, Bosques montanos de neblina, Bosques secos del Marañon, Bosques Secos del Pacífico y el Desierto, esta clasificación incluye parámetros biogeográficos, físicos y climáticos, sin embargo, existen otras categorizaciones como el concepto de zonas de vida por (Holdridge, 1978), que relaciona los factores principales del clima y la vegetación; las variables que toma en cuenta son: biotemperatura, precipitación, latitud y altitud (Aybar, 2017).

Por lo tanto, a fin de determinar en qué zonas de vida se encuentra ubicado el área de estudio, se elaboró el Mapa Zonas de Vida del río “Las Yangas”, de acuerdo a la información proporcionada por el Gobierno Regional de Cajamarca, a través del Geoportal Mapoteca Virtual.

Figura 3

Zonas de vida del área de estudio en el río "Las Yangas".



Teniendo en cuenta la figura anterior, se identificó que los puntos de monitoreo del estudio abarcan una (01) zona de vida, esta es:

4.1.1.1. Bosque seco premontano tropical (bs – PT).

Se distribuyen en los valles interandinos y en la vertiente occidental de los Andes de la región de la Sierra, es decir, entre los mil (1000) y dos mil (2000) m.s.n.m, y en otros lugares entre los mil quinientos (1500) y dos mil (2000) m.s.n.m., sobre una extensión superficial de cuatrocientos treinta y seis mil, ciento doce con cuarenta y tres (436 112.43) ha., equivalente al trece con veintitrés (13.23) % del área departamental (Sánchez, 2011).

El clima es subhúmedo – semicálido, con temperaturas medias anuales entre 17°C – 19°C, y en cuanto a precipitaciones pluviales presenta un intervalo de 600 – 800 mm. La cubierta vegetal está compuesta por árboles relativamente de porte bajo, arbustos y un manto de vegetación graminal estacional. Cuenta con una gran variedad de cultivos, tales como; maíz, papa, frijol, hortalizas, caña de azúcar a fin de producir chancaca y aguardiente. El resto de la sabana es utilizada para el pastoreo de ganado vacuno y caprino, misma que viene degradándose tanto en los suelos como en la vegetación natural (Sánchez, 2011).

4.1.2. *Parámetros fisicoquímicos*

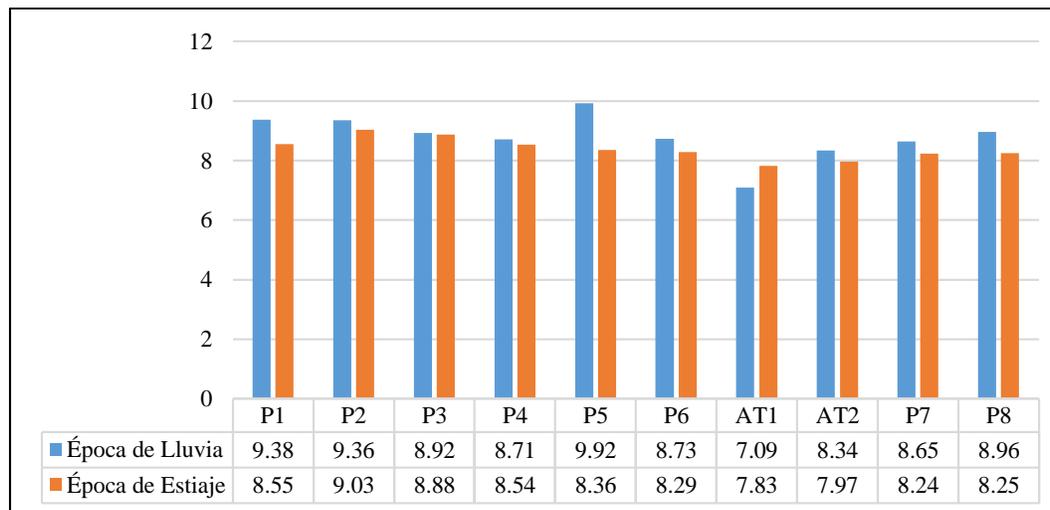
La medición de los parámetros fisicoquímicos, entre ellos; potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS) y temperatura del agua (°C) se realizó en cada punto de monitoreo tanto para la época de lluvia como para la época de estiaje (ver anexo B), a continuación, se detallan estos resultados.

4.1.2.1. Potencial de hidrógeno (pH).

El pH en ambas épocas se encuentra en un rango de 7.09 a 9.92; siendo la temporada de lluvia quien presentó los mayores valores de este indicador; esto se debe a que la temperatura afecta directamente el pH del agua, es decir, cuando hay un incremento de temperatura el pH disminuye, de igual forma, la disminución de temperatura implica el aumento del pH (Rodríguez, 2009).

Figura 4

Comparación de datos de pH en época de lluvia y estiaje.



Cabe indicar que, la escala de pH produce efectos en la biota acuática. Según Boyd (2015), “El rango óptimo de pH para la biota acuática se encuentra entre 6.5 a 9.0; sin embargo, la escala de 9.0 a 11.0 produce un crecimiento lento y efectos reproductivos adversos” (p.154). En comparación con los resultados del estudio, los valores del pH son adecuados para la supervivencia de los macroinvertebrados acuáticos, no obstante, en las estaciones de monitoreo P1, P2 y P5 los valores son mayores a 9.0, esto puede advertir una diversidad regular de

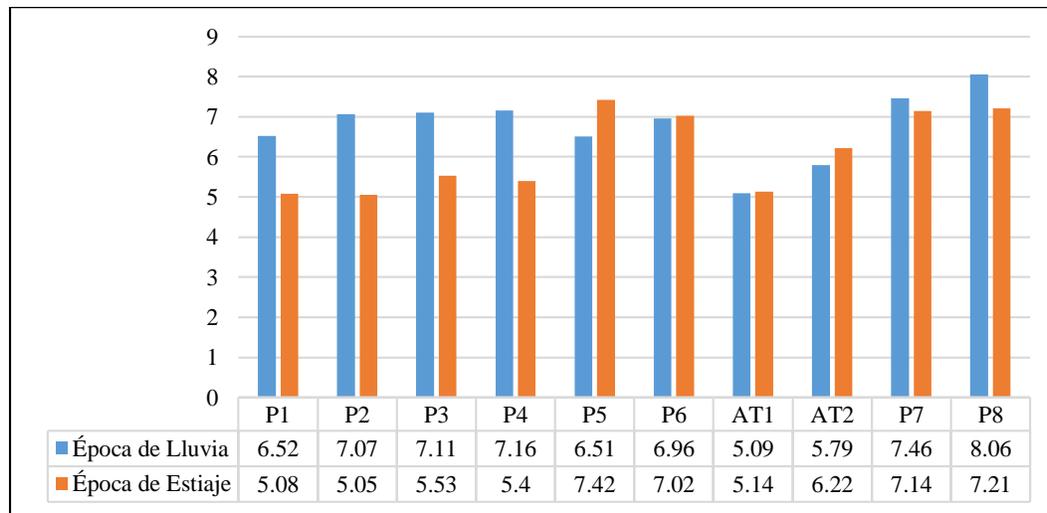
comunidades, baja calidad de los huevos y problemas fisiológicos debido a dificultades de regulación interna de iones.

4.1.2.2. Oxígeno disuelto (OD).

El oxígeno disuelto en ambas épocas se encuentra en un rango de 5.05 mg/L a 8.06 mg/L; evidenciándose el aumento de OD durante la época de lluvia; esto se debe al aumento del caudal, puesto que el agua turbulenta presenta una mayor absorción de oxígeno, debido a que la superficie del agua está expuesta al aire (Castilla, 2015). Caso contrario, ocurre en la época de estiaje, ya que el agua en su mayoría se encuentra quieta, además, existe la correlación que, a mayor temperatura del agua menor cantidad de oxígeno disuelto (Peña, 2007).

Figura 5

Comparación de datos de OD en época de lluvia y estiaje.



Es importante mencionar que, la concentración de oxígeno disuelto produce efecto en la vida acuática. Según Rondón (2020):

Las concentraciones de OD que se encuentran entre un rango de 5 mg/L a 7.9 mg/L están en un nivel “Aceptable”; de 8 mg/L a 12 mg/L están en un

nivel “Bueno”, y ambos indican que su efecto en el sistema es adecuado para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos. (p.21)

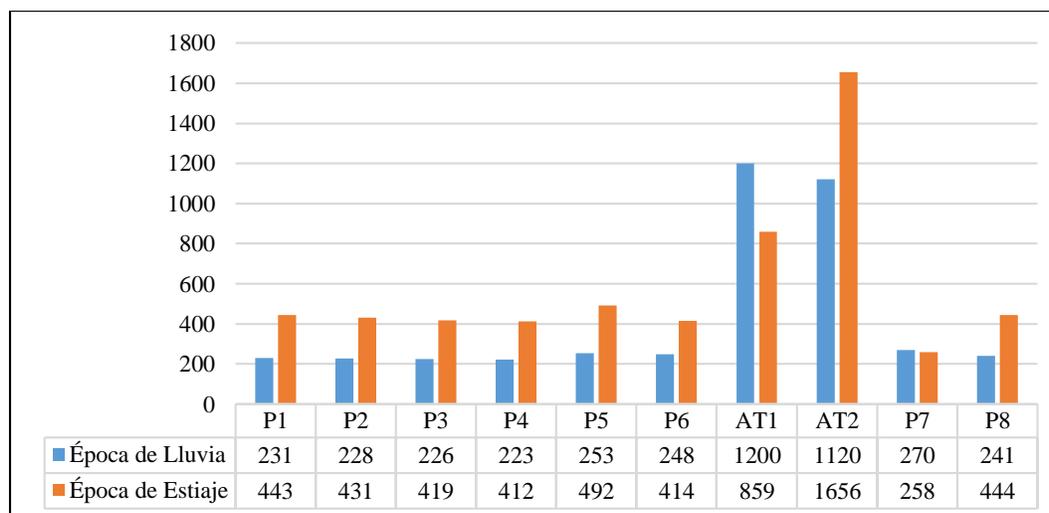
Por lo tanto, este indicador es muy importante para los ecosistemas acuáticos, ya que permite mantener la diversidad de organismos. En comparación con los resultados del estudio, las concentraciones de OD son muy favorables para el desarrollo de los macroinvertebrados acuáticos.

4.1.2.3. Conductividad eléctrica (CE).

La conductividad eléctrica en el río “Las Yangas” para ambas épocas se encuentra en un rango de 223 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 492 $\mu\text{S}/\text{cm}$; siendo la temporada de estiaje quien presentó las concentraciones más elevadas de este indicador, a causa de que la CE puede variar dependiendo de la temperatura del agua, es decir, a mayor temperatura mayor conductividad eléctrica (Sela, 2019).

Figura 6

Comparación de datos de CE en época de lluvia y estiaje.



Con respecto a los límites de este parámetro y su efecto en los organismos acuáticos. Según De Souza y Aguilar (2022):

Este parámetro es uno de los más importante para conocer el estado de un cuerpo de agua, siendo sus valores normales, en condiciones de bajo contenido de sal menores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y con fuerte mineralización desde 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (p.39)

En comparación con los resultados del estudio, el río “Las Yangas” presenta concentraciones adecuadas, por lo tanto, no existe la posibilidad del estrés biológico, ni afectación a la riqueza y abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos.

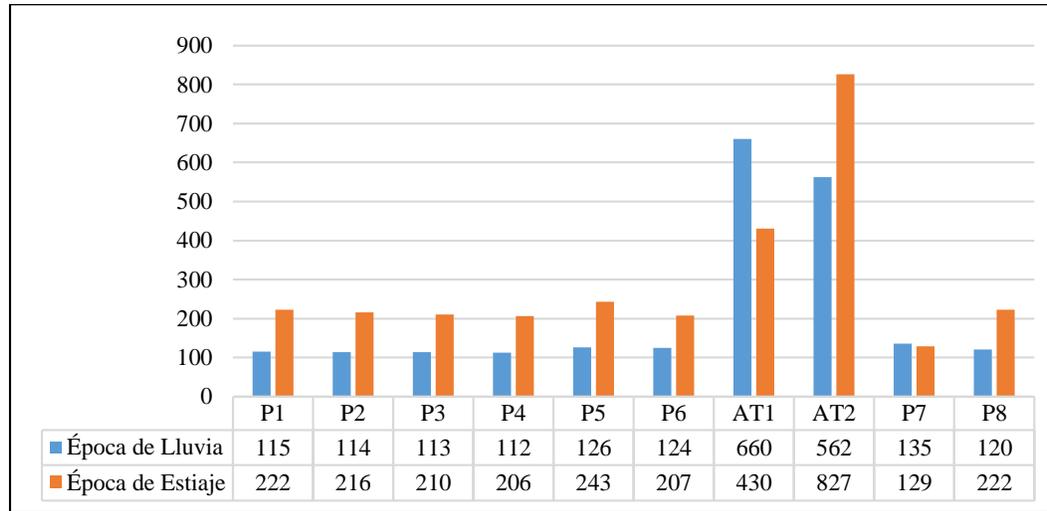
En cuanto a las estaciones de monitoreo de las aguas termales de “Llanguat” los rangos de conductividad son altos, siendo el punto AT2 quien obtuvo la mayor concentración con 1656 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esto pudo deberse a la presencia de un barro rojo volcánico al momento de sacar la muestra. Las aguas termales tienen una alta conductividad eléctrica lo que demuestra que ha interactuado con la roca durante mucho tiempo (Pérez et al., 2024).

4.1.2.4. Sólidos totales disueltos (TDS).

Los resultados obtenidos de TDS en la época de lluvia y estiaje se encuentran en un rango de 112 mg/L a 827 mg/L; siendo la temporada de estiaje quien presentó las mayores concentraciones, esto se debe a que existe una relación entre la conductividad eléctrica y los TDS, es decir, cuanto mayor sea el valor de la conductividad eléctrica, mayor será la cantidad de sales disueltas en el agua (Equipos y Laboratorio, s.f.).

Figura 7

Comparación de datos de TDS en época de lluvia y estiaje.



Este parámetro fisicoquímico cuando es elevado puede ocasionar problemas estéticos en el agua, carga contaminante del sistema acuático y afectación en la supervivencia de la biota. Según Chapman et al. (2000), “Los niveles de TDS en los sistemas acuáticos no deben exceder 1500 mg/L, y su aumento no debe ser mayor al tercio de la concentración natural del cuerpo de agua” (p.210). En comparación con los resultados del estudio, los valores de TDS son menores a dicho límite, por lo tanto, el agua no presenta cambios en su color, sabor y olor; no refleja carga contaminante ni efectos negativos en los procesos fisiológicos del medio acuático.

Por otro lado, la mayoría de los macroinvertebrados bentónicos están facultados para vivir en agua con bajos niveles de fuerza iónica; sin embargo, pueden sufrir estrés o morir a medida que la concentración de TDS aumenta por la toxicidad debida al estrés osmótico (Roldán, 1996), no obstante, el área de estudio no presenta actividades antrópicas que puedan generar contaminación.

4.1.2.5. Temperatura del agua.

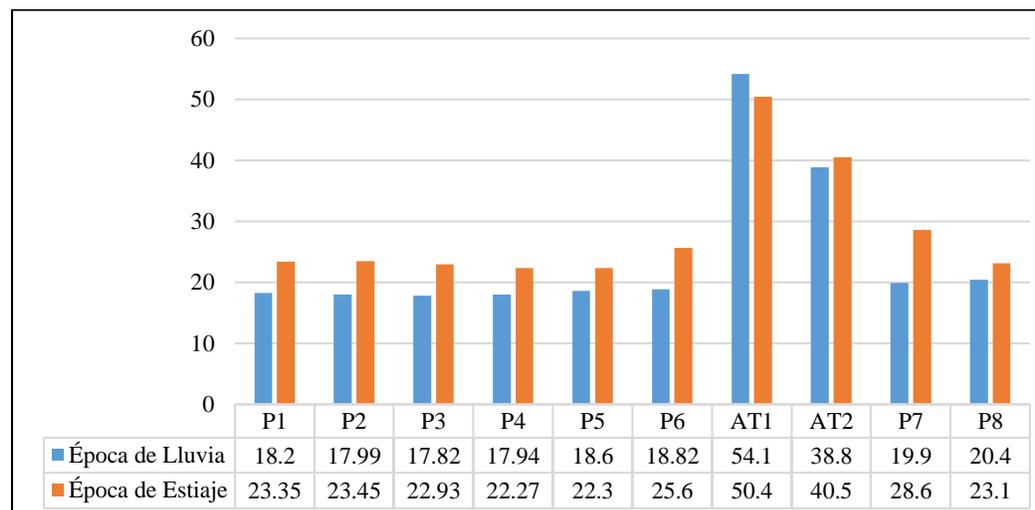
La temperatura en el río “Las Yangas” para ambas épocas se encuentra en un rango de 17.82 °C a 28.6 °C; siendo la temporada de estiaje quien presentó los valores más elevados. Según Dallas & Ross-Gillespie (2015):

Esta variable ambiental es un importante impulsor abiótico de los ecosistemas acuáticos e interviene en la fisiología y el metabolismo de los organismos acuáticos (tasas de crecimiento, alimentación y respiración), fenología (desarrollo, voltinismo y emergencia), éxito reproductivo y aptitud (fecundidad, desarrollo y eclosión de huevos), comportamiento (migración, movimientos) y en aspectos ecológicos (riqueza y composición de especies, densidad y patrones de distribución). (p.712)

Respecto a ello, el área de estudio es un ecosistema semiárido, y se evidenció la presencia de macroinvertebrados acuáticos en todas las estaciones de monitoreo, tolerando temperaturas alrededor de los 30 °C.

Figura 8

Comparación de datos de temperatura del agua (°C) en época de lluvia y estiaje.



En cuanto a las aguas termales de “Llanguat”, sólo se encontró estos organismos en el punto AT2, mientras que en el punto AT1 no se encontró ninguna especie ya que las temperaturas se encuentran a más de 50 °C, lo cual hace difícil la vida. Según Pritchard (1991):

Al parecer, ningún insecto puede vivir en temperaturas mayores de 50 °C y muy pocos aguantan temperaturas mayores de 40 °C. En diferentes partes del mundo se han encontrado en aguas termales ciertas especies de *Odonata* (*Coenagrionidae*), *Hemiptera*, *Coleoptera* (*Dytiscidae* e *Hydrophilidae*) y *Diptera* (*Chironomidae*, *Stratiomyidae* y *Ephydriidae*). (párr.1)

Por lo tanto, la ausencia de macroinvertebrados acuáticos se ve limitada por las altas temperaturas, asimismo, este indicador afecta la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua, es decir, el agua a menor temperatura transporta más oxígeno y todos los organismos de este medio lo necesitan para sobrevivir (Castilla, 2015).

Es importante mencionar que, en la estación de monitoreo AT1, es decir, en las aguas termales de Llanguat se encontró la especie *Typha domingensis* (Totora), lo cual implicaría que a pesar de las elevadas temperaturas no es tanto como para inhibir la vida presente en especies eucariotas.

4.1.3. Macroinvertebrados acuáticos

La recolección de macroinvertebrados acuáticos se realizó en dos épocas del año; la primera corresponde a la época de lluvia que se desarrolló en las fechas del 28 de febrero y 01 de marzo, y la segunda fue la época de estiaje ejecutada el 08 de agosto, en ambas campañas se encontró un total de ochocientos ochenta y siete (887) individuos, de los cuales doscientos veintisiete (227) pertenecen a la época de lluvia y seiscientos sesenta (660) a la época de estiaje.

Se evidenció que en esta última época se obtuvo la mayor recolección, debido a que el caudal del río “Las Yangas” disminuye en gran cantidad, esto permitió una mejor accesibilidad y facilidad del trabajo; mientras que en la época de lluvia los monitoreos se realizaron en los bordes del río, teniendo en cuenta las precauciones del caso.

Cabe indicar que, en la estación de monitoreo AT1 no se encontró ningún macroinvertebrado acuático, debido a que la temperatura del agua termal superó los 50°C; en comparación con la estación AT2, donde sí se recolectó macroinvertebrados aun cuando el agua tenía alrededor de los 40°C.

4.1.3.1. Época de Lluvia.

Las especies de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvia fueron clasificados taxonómicamente según filo, clase, orden, familia y género, para ello se recurrió a la “Metodología para la utilización de los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua”, donde se describen e ilustran las principales características de estos organismos (Álvarez, 2005).

Tabla 4

Clasificación Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia

Macroinvertebrados Acuáticos					Época de Lluvia							Individuos		
Filo	Clase	Orden	Familia	Género	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	AT2	por género
<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae</i>	<i>Tubifex</i>					1		1			2
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	<i>Simulium</i>		1				1	5			7
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Orthoclaadiinae</i>	5	2			3		1	2	2	15
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomidi</i>	2				2					4
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Tanytarsinii</i>							2		1	3
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Bezzia</i>	8									8
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae</i>	<i>Chrysops</i>			1							1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Dolichopodidae</i>	<i>Aphrosylus</i>									1	1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Heterelmis</i>	5		5	3	8				1	22
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Hexanchoru</i>					1					1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Phanocerus</i>					1					1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	<i>Anchytarsus</i>		2								2
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera (Heteroptera)</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Pelocoris</i>	15				1					16
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera (Heteroptera)</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Limnocoris</i>	6									6
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	<i>Anacroneuria</i>									1	1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	<i>Claudioperla</i>									1	1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	<i>Haplohyphes</i>	2	1			1		3	1		8
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>			3		1		3			7
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	<i>Baetodes</i>	23	4	5	22	30	5	9	1		99
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Atopophlebla</i>		8				1				9
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Leptoceridae</i>	<i>Nectopsyche</i>			1							1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	<i>Smicridea</i>			2	3	3					8
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	<i>Atopsyche</i>							2			2
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Helicopsychidae</i>	<i>Helicopsyche</i>					2					2
Individuos por estación de monitoreo					66	18	17	28	54	7	26	6	5	227

De acuerdo a la tabla anterior, se interpreta que, en la época de lluvia se encontraron veinticuatro (24) géneros de macroinvertebrados, siendo el más abundante *Baetodes* con noventa y nueve (99) individuos, en segundo lugar, se encuentra *Heterelmis* con veintidós (22) individuos y, en tercer lugar, *Pelocoris* con dieciséis (16) individuos.

Por otro lado, la estación de monitoreo que presentó el mayor número de macroinvertebrados acuáticos fue el punto “P1” con un total de sesenta y seis (66) individuos, seguido del punto “P5” con cincuenta y cuatro (54) organismos y, por último, el punto “P4” con veintiocho (28) individuos.

4.1.3.2. Época de Estiaje.

De igual manera, se empleó la “Metodología para la utilización de los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua”, para la clasificación taxonómica según filo, clase, orden, familia y género de las especies de macroinvertebrados acuáticos en la época de estiaje.

Tabla 5

Clasificación Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Estiaje

Macroinvertebrados Acuáticos					Época de Estiaje									Individuos
Filo	Clase	Orden	Familia	Género	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	AT2	por género
<i>Mollusca</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	<i>Physa</i>							1			1
<i>Mollusca</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Basommatophora</i>	<i>DugesIIDae</i>	<i>Dugesia</i>	1									1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	<i>Simulium</i>					3	1				4
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Orthoclaadiinae</i>	6	7	1	1	4		35	20	20	94
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomidii</i>	4	1					5	3	2	15
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Tanytarsinii</i>	2	1			1		5	2	3	14
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Bezzia</i>		1				1	2	5		9
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Alluaudomyia</i>		1								1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	<i>Hexatoma</i>		1			1	3	2	3		10
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Stratiomys</i>	1									1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Dolichopodidae</i>	<i>Aphrosylus</i>	3									3
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	<i>Coryphaeshna</i>				1						1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Heterelmis</i>		1	1	2		1	1	1		7
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Hexanchoru</i>		1		1				2		4
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	<i>Phanocerus</i>			3	3				2		8
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	<i>Anchytarsus</i>								1		1
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera (Heteroptera)</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Pelocoris</i>	5	1								6
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera (Heteroptera)</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Limnocoris</i>	6	8	12	2		1	9	8		46
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera (Heteroptera)</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Rhagovelia</i>	1						1			2
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	<i>Anacroneuria</i>	8		3	2		15	5	8	5	46
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	<i>Indonemoura</i>			2	1						3
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>LeptoHyphidae</i>	<i>Haplohyphes</i>		3	2	3	9	5	3	3		28
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>LeptoHyphidae</i>	<i>LeptoHyphes</i>		2	2	5	25	5	5	4		48
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>LeptoHyphidae</i>	<i>Tricorythodes</i>		2	2	4	25	8	5	3		49

Continúa la Tabla 5.

Macroinvertebrados Acuáticos					Época de Estiaje										Individuos por género
Filo	Clase	Orden	Familia	Género	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	AT2		
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	<i>Baetodes</i>	1	1	5	2	15	35	10	10	15	94	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Caenidae</i>	<i>Caenis</i>		3	2	2	4	5		3	5	24	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Atopophlebla</i>	1		5	3	20		8	8	6	51	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Traverella</i>				5	15					20	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Glossosomatidae</i>	<i>Mortoniella</i>					1	1	5			7	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	<i>Smicridea</i>	3	8	5			2	6	2	1	27	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	<i>Atopsyche</i>					15		1	3		19	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Trichoptera</i>	<i>Hidrottilidae</i>	<i>Hydroptila</i>							5			5	
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Megaloptera</i>	<i>Corydalidae</i>	<i>Corydalus</i>			2		5		2	2		11	
Individuos por estación de monitoreo					42	42	47	37	143	83	116	93	57	660	

Según la tabla anterior, se interpreta que, en la época de estiaje se encontraron treinta y tres (33) géneros de macroinvertebrados, siendo los más abundantes *Orthocladinae* y *Baetodes* con noventa y cuatro (94) individuos para cada uno, en segundo lugar, se encuentra *Atopophlebla* con cincuenta y uno (51) individuos y, en tercer lugar, *Tricorythodes* con cuarenta y nueve (49) individuos.

Por otro lado, la estación de monitoreo que presentó el mayor número de macroinvertebrados acuáticos fue el punto “P5” con ciento cuarenta y tres (143) individuos, seguido del punto “P7” con ciento dieciséis (116) organismos y, por último, el punto “P8” con noventa y tres (93) individuos.

4.1.3.3. Clasificación taxonómica.

La tabla a continuación muestra el resumen taxonómico de los macroinvertebrados acuáticos del río “Las Yangas”, en función al monitoreo realizado en las dos (02) épocas del año.

Tabla 6

Clasificación según Filo de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia y Estiaje

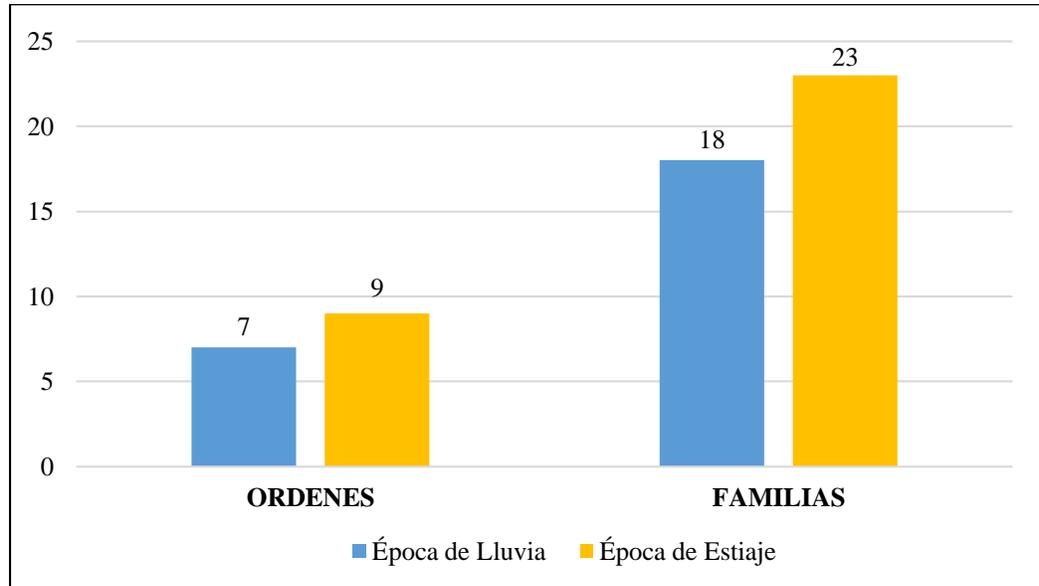
ÉPOCA	FILO	CLASE	Nº DE ORDEN	Nº DE FAMILIA
	<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>	1	1
LLUVIA	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	6	17
	TOTAL		7	18
	<i>Mollusca</i>	<i>Gastropoda</i>	1	2
ESTIAJE	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	8	21
	TOTAL		9	23

En la época de lluvia se encontró dos filos, la *Annelida* que presenta la clase *Oligochaeta* con una (01) orden y una (01) familia; mientras que el filo *Arthropoda* cuenta con la clase *Insecta* que tiene seis (06) órdenes y diecisiete (17) familias.

En la época de estiaje se encontró dos filos, la *Mollusca* que presenta la clase *Gastropoda* con una (01) orden y dos (02) familias; en cambio, el filo *Arthropoda* cuenta con la clase *Insecta* que tiene ocho (08) órdenes y veintiuno (21) familias.

Figura 9

Órdenes y Familias en las épocas de Lluvia y Estiaje.



En síntesis, se encontró un total de dieciséis (16) órdenes; de las cuales siete (07) pertenecen a la época de lluvia y nueve (09) a la época de estiaje. En cuanto a las familias se encontró un total de cuarenta y uno (41); siendo dieciocho (18) para la época de lluvia y veintitrés (23) para la época de estiaje.

4.1.4. Análisis del agua

En la zona de estudio no existen fuentes o actividades antrópicas que puedan generar contaminación, pero a fin de corroborar esta información se ha realizado análisis en cuanto a metales y aniones tanto en el agua superficial (Río “Las Yangas”) como en el agua subterránea (Aguas Termales “Llanguat”), se sacaron dos muestras en cada una de ellas para tener una mayor confiabilidad, estos resultados fueron comparados con el Decreto Supremo N° 004 del (MINAM, 2017): Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias, en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales; y en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

4.1.4.1. Metales.

Tabla 7

Metales en el Río “Las Yangas” y las Aguas Termales “Llanguat” comparados con el ECA Categoría 3 y Categoría 4

Parámetro	Unidad	LCM	Río “Las Yangas”		ECA Categoría 3		Aguas Termales “Llanguat”		ECA Categoría 4
			P6	P7	D1:	D2:	AT1	AT2	E1: Lagunas y lagos
					Riego de vegetales	Bebida de animales			
Aluminio	mg/L	0.023	0.553	0.505	5	5	0.041	0.035	
Arsénico	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	0.1	0.2	0.178	0.152	0.15
Bario	mg/L	0.004	0.022	0.017	0.7	**	0.176	0.152	0.7
Cobre	mg/L	0.018	0.036	0.03	0.2	0.5	<LCM	<LCM	0.1
Hierro	mg/L	0.023	0.632	0.598	5	**	2.341	2.008	
Magnesio	mg/L	0.019	1.635	1.852	**	250	13.28	15.4	
Manganeso	mg/L	0.003	0.036	0.032	0.2	0.2	0.188	0.155	
Zinc	mg/L	0.018	0.02	0.022	2	24	<LCM	<LCM	0.12

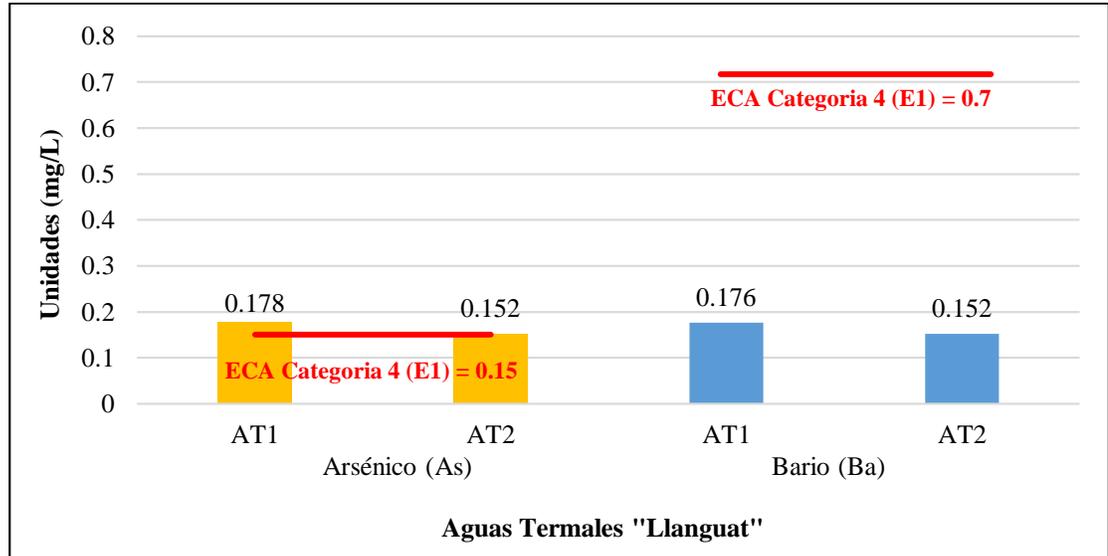
Nota. El valor <LCM representa que la concentración del analito es mínima (trazas) y el símbolo ** significa que el parámetro no aplica para la subcategoría.

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se observó que los valores del río “Las Yangas” se encuentran por debajo del ECA Categoría 3 (D1 y D2) para los parámetros inorgánicos de aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn) y zinc (Zn); lo cual indica que el río no presenta contaminación natural ni antropogénica.

Por lo que corresponde a las aguas termales de Llanguat se encontró que el bario (Ba) no sobrepasa la norma del ECA Categoría 4 (E1); sin embargo, el arsénico (As) si está por encima de lo establecido, tal como se muestra en la figura a continuación.

Figura 10

Comparación de las concentraciones de metales en las Aguas Termales "Llanguat" con el ECA Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.



Nota. Los valores de cobre (Cu) y zinc (Zn) no se presentan por estar debajo del LCM.

Interpretando estos resultados, según Eden (2021), “Las erosiones de depósitos minerales y los distintos procesos geoquímicos, como la actividad volcánica o las aguas termales, pueden generar, expulsar y dispersar grandes cantidades de arsénico” (párr.4). Por lo tanto, el arsénico en el agua termal, es de manera natural.

Cabe indicar que, este metal pesado es sumamente nocivo para el ser humano, pero aun así los turistas que visitan las aguas termales tienden a creer que estas son curativas, aplicándose este sedimento en la piel por tiempos prolongados, por ello se recomienda realizar un monitoreo continuo de este lugar.

Los resultados de los siguientes metales; plata (Ag); berilio (Be); bismuto (Bi); cadmio (Cd); cerio (Ce); cobalto (Co); cromo (Cr); molibdeno (Mo); níquel (Ni); plomo (Pb); antimonio (Sb); selenio (Se); estaño (Sn); talio (Tl) y uranio (U) se encontraron por debajo del Límite de Cuantificación del Método (LCM), tanto para el río “Las

Yangas” como para las Aguas Termales “Llanguat”, tal como se indica en el Anexo C. Resultados del Análisis de Agua.

4.1.4.2. Aniones.

Tabla 8

Aniones en el Río “Las Yangas” y las Aguas Termales “Llanguat” comparados con el ECA Categoría 3 y Categoría 4

Parámetro	Unidad	LCM	Río “Las Yangas”		ECA Categoría 3		Aguas Termales “Llanguat”		ECA Categoría 4
			P6	P7	D1:	D2:	AT1	AT2	E1: Lagunas y lagos
					Riego de vegetales	Bebida de animales			
Fluoruro	mg/L	0.038	<LCM	<LCM	1	**	0.46	0.408	
Cloruro	mg/L	0.065	2.551	2.815	500	**	314.6	301.6	
Nitrito	mg/L	0.05	<LCM	<LCM	10	10	0.128	0.105	
Bromuro	mg/L	0.035	<LCM	<LCM			0.61	0.579	
Nitrato	mg/L	0.064	0.378	0.422			1.908	1.806	13
Sulfato	mg/L	0.07	1.996	2.106	1000	1000	82.45	80.3	

Nota. El valor <LCM representa que la concentración del analito es mínima (trazas) y el símbolo ** significa que el parámetro no aplica para la subcategoría.

En cuanto a los resultados de aniones, se puede observar que, todos los valores del Río “Las Yangas” y las Aguas Termales de “Llanguat” están por debajo del ECA Categoría 3 y Categoría 4, respectivamente. Asimismo, los fosfatos (PO₄=) se encontraron por debajo del Límite de Cuantificación del Método (LCM), tal como se indica en el Anexo C. Resultados del Análisis de Agua.

La detección y análisis de los aniones en el agua permiten tomar medidas informadas para el tratamiento del agua, asegurando así su calidad y seguridad para el consumo humano y la preservación de ecosistemas acuáticos (Tevalcor, 2024). Por

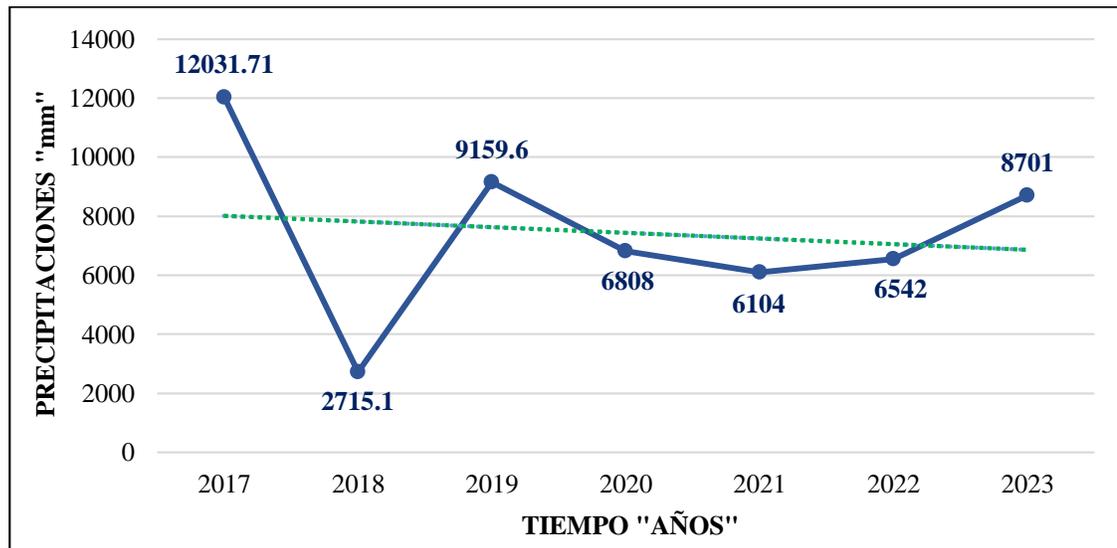
ende, el río “Las Yangas” no presenta contaminación ni potenciales riesgos para la salud; y en cuanto a las Aguas Termales de “Llanguat” sólo se utilizan para el destino turístico.

4.1.5. Condiciones climatológicas

Para determinar las temperaturas máximas y mínimas del aire (°C) y las precipitaciones (mm), se recopiló información de la estación meteorológica “Llanguat”, proporcionados por la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Celendín, durante los años 2017 – 2023, periodo de siete (07) años.

Figura 11

Tendencia Histórica de la Precipitación Acumulada Anual (2017 – 2023) de la Estación Meteorológica “Llanguat”.



La figura anterior muestra el comportamiento de las precipitaciones acumuladas a través del tiempo (7 años), además de la variabilidad que se presenta año tras año con picos o anomalías, con un valor máximo de precipitación de 12031.71 mm en el año 2017 y un valor mínimo de precipitación de 2715.1 mm en el año 2018; además, se observa que en los años 2020; 2021 y 2022 las precipitaciones han sido constantes.

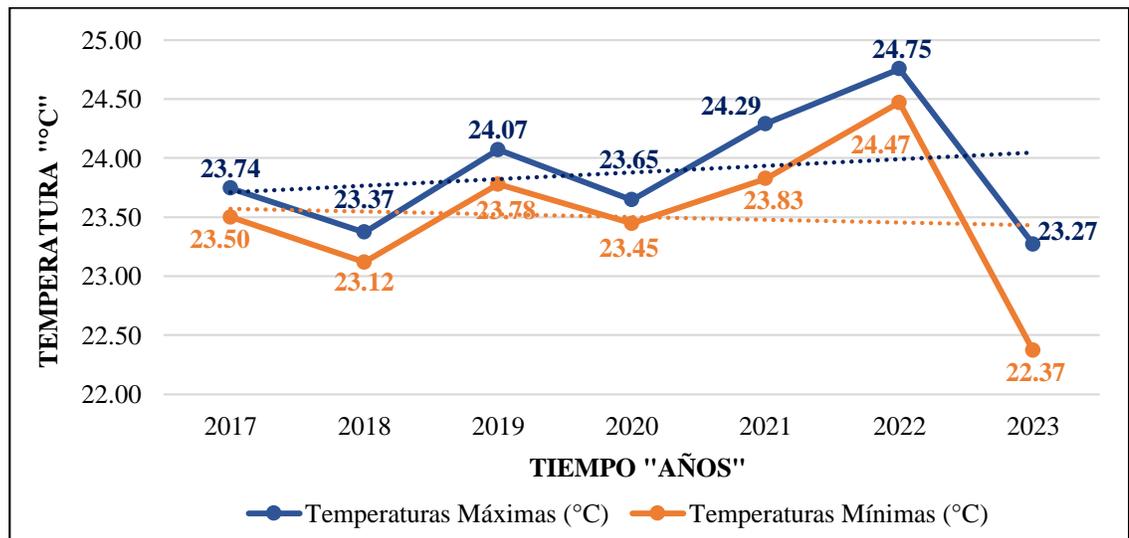
Asimismo, la línea de tendencia es decreciente, porque las precipitaciones en su mayoría van disminuyendo. Según Forero y Palacios (2021):

La precipitación es un fenómeno imprescindible para el ciclo de la vida debido a que, además de alimentar ríos y embalses, gracias a ella la vegetación crece y genera afectaciones para la comunidad y el entorno, pues las lluvias fuertes pueden provocar inundaciones o aumentar las erosiones, lo que a su vez puede ser destructivo. (p.42)

Por tal razón, la precipitación influye en los cambios de caudal de los ríos; esto coincide con la información del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI donde se han reportado lluvias intensas en el caserío de Llanguat que han ocasionado inundaciones por el desborde del río las Yangas. Por otro lado, las precipitaciones en la zona de estudio han mantenido las coberturas vegetales, a pesar que hay especies que no necesitan de agua para sobrevivir, lo cual es interesante.

Figura 12

Tendencia Histórica – Temperatura Máxima y Mínima Promedio Anual – Estación Meteorológica “Llanguat” (2017 – 2023).

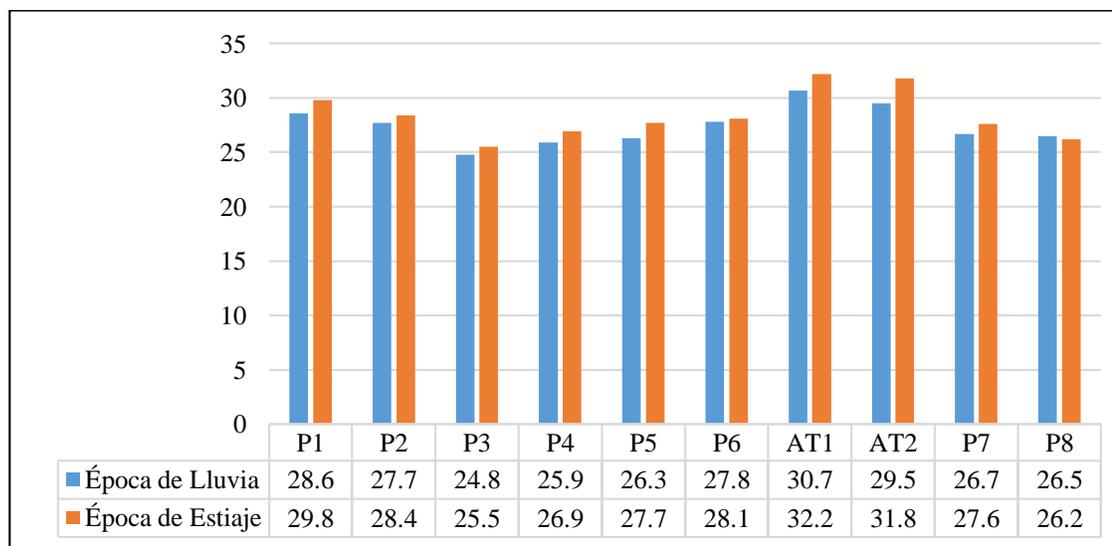


La figura anterior indica el comportamiento de los parámetros climáticos, temperaturas máximas y temperaturas mínimas, donde se muestran los resultados puntuales que se obtuvieron en el análisis de tendencia climática promedio anual en un periodo de tiempo de 7 años (2017 – 2023) en la estación meteorológica Lluquat, se observa que, la temperatura máxima fue en el año 2022 con 24.75 °C mientras que la temperatura mínima fue en el año 2023 con 22.37 °C; además en los años 2020; 2021 y 2022 las temperaturas han tenido una tendencia ascendente, sin embargo, en el último año disminuyó drásticamente; evidenciando de esta manera las propensiones del calentamiento global.

Con respecto a la temperatura del aire (°C) y la humedad relativa (%) se utilizó el termohigrómetro y se midió en cada punto de monitoreo, tanto para la época de lluvia como para la época de estiaje; a continuación, se detallan estos resultados.

Figura 13

Comparación de datos de temperatura del aire (°C) en época de lluvia y estiaje.



Los resultados de temperatura del aire en la época de lluvia se encuentran en un rango de 24.8 °C a 30.7 °C; a comparación de la época de estiaje que están en un rango

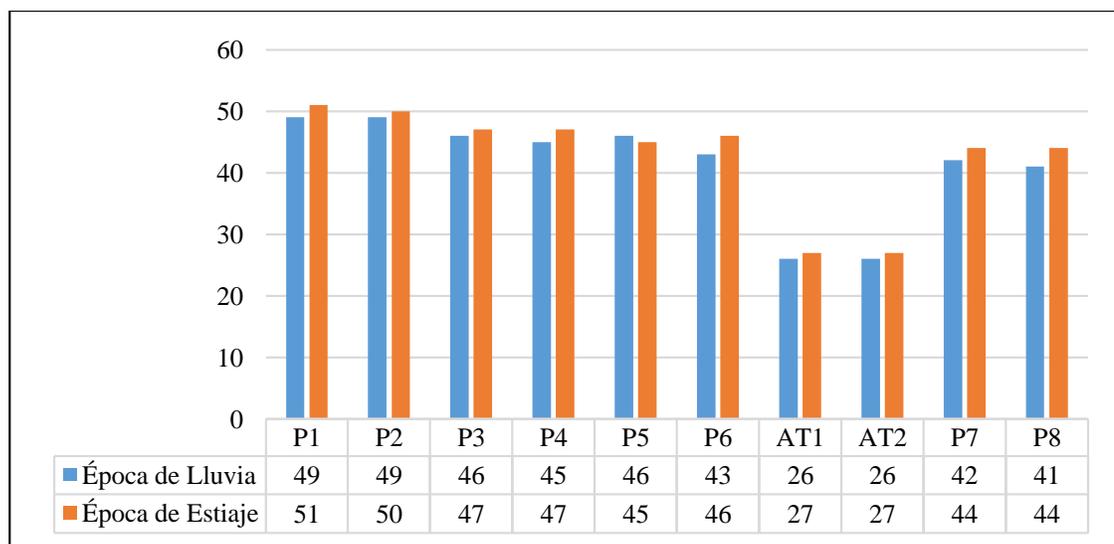
de 25.5 °C a 32.2 °C, referente a ello se muestra un aumento de temperatura en esta última temporada, debido a la ausencia de precipitaciones, lo cual provoca que la temperatura ambiente sea mayor.

En comparación con los datos proporcionados por la estación meteorológica “Llanguat”, es que las temperaturas registradas en este estudio son significativamente mayores, por lo menos 7 °C por encima; esto se debe a dos factores importantes; primero, que la estación meteorológica del caserío de Llanguat recoge información de todo el valle; y segundo, que las mediciones que se realizaron en las estaciones de monitoreo fueron en horas del día donde se encuentran las temperaturas más altas.

Cabe indicar que, la temperatura del aire condiciona los sistemas acuáticos e influencia directamente la temperatura del agua, también afecta los procesos metabólicos y biogeoquímicos que suceden en los ecosistemas acuáticos (Carpenter et al., 1992).

Figura 14

Comparación de datos de humedad relativa (%) en época de lluvia y estiaje.



Los resultados obtenidos de humedad relativa en la época de lluvia se encuentran en un rango de 26% a 49% y en la época de estiaje están desde 27% hasta 51%. Ambas épocas coinciden que los porcentajes de humedad relativa en los puntos AT1 y AT2 son los más bajos, debido a que estas estaciones pertenecen a las aguas termales de Llanguat, por ende, las temperaturas del aire son altas. Esto se justifica porque a medida que aumenta la temperatura, el aire se vuelve más seco (humedad relativa disminuye) y al disminuir la temperatura, el aire se vuelve más húmedo (humedad relativa aumenta) (Meteorología & Sostenibilidad, s.f.). Por tal motivo, la humedad es proporcional a la temperatura y sensible a sus cambios.

Por último, la humedad relativa en el caserío de Llanguat no varía mucho, ya que a partir de las 10:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. las mediciones se mantienen constantes, pero si cambian durante la noche y la madrugada.

4.2. Evaluación de la calidad ecológica

4.2.1. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

El índice de hábitat fluvial (IHF) pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Smith & Smith, 2000).

Para obtener estos resultados se desarrolló las fichas de campo para cada estación de monitoreo (ver anexo F). La tabla a continuación, muestra la puntuación final y su interpretación en cuanto al nivel de calidad.

Tabla 9*Resultados del nivel de calidad IHF*

Estación	Ubicación	IHF	Interpretación
P1	Al este de la unión de los ríos Jadibamba y Sendamal.	65	Hábitat con algunas limitaciones
P2	Al este del P1.		
P3	Al este del P2.		
P4	Al sur oeste del Puente el “Triunfo – Saraus”.		
P5	Al lado izquierdo del Puente colgante que ingresa al centro turístico “El Encanto del Papayal”.	63	
P6	Al lado derecho de la oroya del río “Las Yangas”.		
AT1	Donde nacen las Aguas Termales de “Llanguat”.	57	
AT2	Al este del punto AT1.	65	
P7	Al este del punto AT2.	63	
P8	Al lado izquierdo del Puente Pizón.	65	

Los resultados de IHF se encuentran en un rango de 57 a 65 puntos, esto indica que el hábitat se encuentra en un nivel medio ya que presenta algunas limitaciones, es decir, moderada heterogeneidad para el desarrollo de comunidades acuáticas. Esto se debe a las características propias de este tipo de ecosistema, que es semiárido, pues existen piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos, ocurrencia ocasional de rápidos y la anchura del río está por encima de los 25 metros en la mayoría de las estaciones de monitoreo.

Por otro lado, según Gurnell et al. (2002), “La acumulación de hojarasca, arenas, rocas, limo, arcilla y musgos ofrecen una gran variedad de microhábitats para macroinvertebrados acuáticos” (p.607). En este caso, se observó que, el porcentaje de limo y arcilla es casi nulo (1% - 10%), la hojarasca es menor al 10%, no hay presencia de briofitas porque todas son rocas, y la sombra en el cauce es expuesto.

4.2.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

El índice de calidad del bosque de ribera (QBR) es un indicador de la gestión antrópica del territorio (actividades de agricultura, ganadería, construcción de vías y represas, entre otros) y son elementos clave para la calificación del estado ecológico de los ríos (Suárez et al., 2002).

Para obtener el índice de calidad del bosque de ribera (QBR) se desarrolló las fichas de campo para cada punto de monitoreo (ver anexo G). La tabla a continuación, muestra la puntuación final y su interpretación en cuanto al nivel de calidad:

Tabla 10

Resultados del nivel de calidad QBR

Estación	Ubicación	QBR	Interpretación
P1	Al este de la unión de los ríos Jadibamba y Sendamal.	80	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.
P2	Al este del P1.		
P3	Al este del P2.		
P4	Al sur oeste del Puente el “Triunfo – Saraus”.	65	Indicio de alteración importante, calidad intermedia.
P5	Al lado izquierdo del Puente colgante que ingresa al centro turístico “El Encanto del Papayal”.		

Continúa la Tabla 10.

Estación	Ubicación	QBR	Interpretación
P6	Al lado derecho de la oroya del río “Las Yangas”.	65	Indicio de alteración importante, calidad intermedia.
AT1	Donde nacen las Aguas Termales de “Llanguat”.	80	Bosque ligeramente perturbado, calidad buena.
AT2	Al este del punto AT1.		
P7	Al este del punto AT2.		
P8	Al lado izquierdo del Puente Pizón.	65	Indicio de alteración importante, calidad intermedia.

La puntuación final de QBR en la estación P1, P2, P3, P7, AT1 y AT2 es de 80 puntos, esto quiere decir que, el nivel de calidad es bueno y el bosque está ligeramente perturbado. Mientras que, en los puntos P4, P5, P6 y P8 el resultado es de 65 puntos, por lo tanto, la calidad es intermedia y existe un indicio de alteración importante. Según Galeano et al. (2017), “La abundante vegetación nativa en los márgenes y una menor intervención antrópica aumentan significativamente los valores en el índice QBR” (p.417). El área de estudio es un ecosistema semiárido, por ende, la cubierta vegetal de la zona de ribera está entre un 50% a 80%, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente no se encuentran en su totalidad, además no se observó concentración de helófitos en la orilla.

Cabe señalar que, las estaciones donde hubo menor puntuación, fue a causa de las modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río trayendo como consecuencia la reducción del canal por las actividades antropogénicas y/o turísticas del lugar.

4.2.3. Clasificación Taxonómica y Hábito de Crecimiento

En la ribera del río “Las Yangas” se recolectó especies que fueron identificadas en el Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca, obteniéndose una cantidad de ciento dos (102) especímenes. Para realizar la clasificación taxonómica según filo, orden, familia, género y hábito de crecimiento, se realizó la búsqueda en la página web (World Flora Online [WFO], s.f.). La conformidad de la tabla a continuación se muestra en el Anexo H. Constancia de Identificación Botánica.

Tabla 11

Clasificación Taxonómica y Hábito de Crecimiento de las especies

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Autor	Filo	Orden	Familia	Género	Hábito de Crecimiento
1	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Altamisa	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	Hierba
2	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Pers.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis</i>	Arbusto
3	<i>Baccharis salicifolia</i>	Hierba del carbonero, Jarilla	(Ruiz & Pav.) Pers.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis</i>	Arbusto
4	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco, Cadillo	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i>	Hierba
5	<i>Chromolaena haughtii</i>	No reportado	(B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Chromolaena</i>	Arbusto
6	<i>Erigeron bonariensis</i>	Hierba de tiempo, Simonillo	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Erigeron</i>	Hierba
7	<i>Erigeron floribundus</i>	El ayaguachi del Perú	(Kunth) Sch.Bip.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Erigeron</i>	Hierba
8	<i>Flaveria bidentis</i>	Contrayerba, Mata gusanos	(L.) Kuntze	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Flaveria</i>	Hierba
9	<i>Galinsoga parviflora</i>	Manzanilla, Estrellita	Cav.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Galinsoga</i>	Hierba
10	<i>Mikania sp.</i>	No reportado	Willd.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Mikania</i>	Enredadera
11	<i>Ophryosporus ruderales</i>	No reportado	Meyen	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Ophryosporus</i>	Arbusto
12	<i>Perymenium jelskii</i>	No reportado	(Hieron.) S.F.Blake	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Perymenium</i>	Árbol
13	<i>Porophyllum ruderales</i>	Aicoro, ahucoro, kirkiña	(Jacq.) Cass.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Porophyllum</i>	Hierba
14	<i>Trixis cacalioides</i>	Hierba linda	D.Don	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Trixis</i>	Arbusto

Continúa la Tabla 11.

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Autor	Filo	Orden	Familia	Género	Hábito de Crecimiento
15	<i>Verbesina sp.</i>	No reportado	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Verbesina</i>	Hierba
16	<i>Vernonanthura patens</i>	Flor de la cuaresma	(Kunth) H. Rob.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	<i>Vernonanthura</i>	Árbol
17	<i>Albizia multiflora</i>	Quebracho, Angolo	(Kunth) Barneby & J.W. Grimes	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia</i>	Árbol
18	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Pájaro rojo del paraíso	(L.) Sw.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	Árbol
19	<i>Centrosema virginianum</i>	Gallito	(L.) Benth.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Centrosema</i>	Hierba
20	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	No reportado	(L.) Greene	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Chamaecrista</i>	Arbusto
21	<i>Coursetia grandiflora</i>	No reportado	Benth. ex Oerst.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Coursetia</i>	Arbusto
22	<i>Crotalaria incana</i>	Arverja silvestre de sierra	L.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Crotalaria</i>	Hierba
23	<i>Dalea cylindrica</i>	Cholumbe	Hook.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Dalea</i>	Hierba
24	<i>Leucaena trichodes</i>	Chapra	(Jacq.) Benth.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena</i>	Árbol
25	<i>Macropitium atropurpureum</i>	Chonchito, Siratro	(DC.) Urb.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Macropitium</i>	Enredadera
26	<i>Melilotus indicus</i>	Meliloto de flor pequeña	(L.) All.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Melilotus</i>	Hierba
27	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	(Ruiz & Pav.) Hawkins	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Parkinsonia</i>	Árbol
28	<i>Phaseolus pachyrrhizoides</i>	No reportado	Harms	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	Hierba
29	<i>Tara spinosa</i>	Tara, taya	(Molina) Britton & Rose	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Tara</i>	Árbol
30	<i>Vachellia aroma</i>	Tusca, Aromita	(Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	Árbol
31	<i>Vachellia macracantha</i>	Trupillo blanco	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	Árbol
32	<i>Puya sp.</i>	Puya	Molina	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Puya</i>	Hierba
33	<i>Tillandsia humilis</i>	No reportado	C. Presl	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	Hierba
34	<i>Tillandsia sp.</i>	Clavel de aire	L.	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	Hierba
35	<i>Cyperus ochraceus</i>	Navajueta	Vahl	Angiosperms	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	Hierba

Continúa la Tabla 11.

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Autor	Filo	Orden	Familia	Género	Hábito de Crecimiento
36	<i>Arundo donax</i>	Caña común	L.	Angiosperms	Poales	Poaceae	Arundo	Hierba
37	<i>Cenchrus myosuroides</i>	Cadillo arenoso	Kunth	Angiosperms	Poales	Poaceae	Cenchrus	Hierba
38	<i>Cenchrus setosus</i>	Pasto elefante enano	Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	Cenchrus	Hierba
39	<i>Chloris barbata</i>	Barbas de indio, Cebadilla	Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	Chloris	Hierba
40	<i>Chloris radiata</i>	Pata de gallo	(L.) Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	Chloris	Hierba
41	<i>Leptochloa crinita</i>	Cola de caballo	(Lag.) P.M.Peterson & N.Snow	Angiosperms	Poales	Poaceae	Leptochloa	Hierba
42	<i>Melinis repens</i>	Zacate rosado, Hierba de la lana	(Willd.) Zizka	Angiosperms	Poales	Poaceae	Melinis	Hierba
43	<i>Phragmites australis</i>	El carrizo	(Cav.) Trin. ex Steud.	Angiosperms	Poales	Poaceae	Phragmites	Hierba
44	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Graminea corredora	(Lour.) Clayton	Angiosperms	Poales	Poaceae	Rottboellia	Hierba
45	<i>Typha domingensis</i>	Tule, Tatora, Espadaña	Pers.	Angiosperms	Poales	Typhaceae	Typha	Hierba
46	<i>Alternanthera pungens</i>	Retama, Catarama	Kunth	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	Alternanthera	Hierba
47	<i>Amaranthus hybridus</i>	Bledo, Sabia	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	Amaranthus	Hierba
48	<i>Chenopodium album</i>	Cenizo, Ollabelarra	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	Chenopodium	Hierba
49	<i>Chenopodium sp.</i>	Sabi hostozuria	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	Chenopodium	Hierba
50	<i>Borzicactus tenuiserpens</i>	No reportado	(Rauh & Backeb.) Kimmach	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	Borzicactus	Arbusto
51	<i>Espositoa lanata</i>	Viejo de Perú	(Kunth) Britton & Rose	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	Espositoa	Arbusto
52	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal, Palera, Penca	(L.) Mill.	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	Opuntia	Arbusto
53	<i>Allionia incarnata</i>	Corollos, Ajipilla	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Allionia	Hierba
54	<i>Boerhavia tuberosa</i>	Pega - pega	Lam.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Boerhavia	Hierba
55	<i>Boerhavia verbenacea</i>	No reportado	Killip	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Boerhavia	Hierba
56	<i>Bougainvillea peruviana</i>	Papelillo	Bonpl.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Bougainvillea	Enredadera
57	<i>Mirabilis viscosa</i>	Maravillita	Cav.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Mirabilis	Hierba
58	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Bejuco chivo	Meisn.	Angiosperms	Caryophyllales	Polygonaceae	Muehlenbeckia	Hierba

Continúa la Tabla 11.

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Autor	Filo	Orden	Familia	Género	Hábito de Crecimiento
59	<i>Persicaria punctata</i>	Chilillo Rojo	Small	Angiosperms	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Persicaria</i>	Hierba
60	<i>Sanchezia longiflora</i>	Cresta de gallo	(Hook.f.) Hook.f. ex Planch.	Angiosperms	Lamiales	Acanthaceae	<i>Sanchezia</i>	Arbusto
61	<i>Tetramerium nervosum</i>	El olotillo	Nees	Angiosperms	Lamiales	Acanthaceae	<i>Tetramerium</i>	Hierba
62	<i>Hyptis pectinata</i>	Alhucema, Nigua	Poit.	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	<i>Hyptis</i>	Hierba
63	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Bola del rey, Bastón de San Francisco	(L.) R.Br.	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	<i>Leonotis</i>	Arbusto
64	<i>Mesosphaerum eriocephalum</i>	Poleo azul	(Benth.) Kuntze	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	<i>Mesosphaerum</i>	Hierba
65	<i>Proboscidea althaeifolia</i>	La yuca de monte o de caballo	(Benth.) Decne.	Angiosperms	Lamiales	Martyniaceae	<i>Proboscidea</i>	Hierba
66	<i>Veronica anagallis - aquatica</i>	Espiga de reina, Hierba de locos	L.	Angiosperms	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Veronica</i>	Hierba
67	<i>Abutilon mollissimum</i>	Varilla	(Cav.) Sweet	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Abutilon</i>	Arbusto
68	<i>Gaya endacantha</i>	No reportado	Hochr.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Gaya</i>	Hierba
69	<i>Gaya peruviana</i>	No reportado	Ulbr.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Gaya</i>	Hierba
70	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	(L.) Garcke	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Malvastrum</i>	Arbusto
71	<i>Sida cordifolia</i>	Escobilla China	L.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Sida</i>	Arbusto
72	<i>Sida rhombifolia</i>	Ancojacha, Ancusacha	L.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	<i>Sida</i>	Hierba
73	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	L.	Angiosperms	Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia</i>	Árbol
74	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Hierba de la golondrina	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	Hierba
75	<i>Euphorbia elliptica</i>	Casalina, Catalina en Jalisco	Lam.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	Hierba
76	<i>Euphorbia sp.</i>	No reportado	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	Hierba
77	<i>Ricinus communis</i>	Higuera del diablo, Higuera infernal	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Ricinus</i>	Árbol
78	<i>Banisteriopsis oxyclada</i>	No reportado	(A.Juss.) B.Gates (A.Juss.)	Angiosperms	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	Enredadera
79	<i>Diplopterys leiocarpa</i>	No reportado	W.R.Anderson & C.Davis	Angiosperms	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Diplopterys</i>	Arbusto

Continúa la Tabla 11.

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Autor	Filo	Orden	Familia	Género	Hábito de Crecimiento
80	<i>Salix chilensis</i>	Sauce Amargo	L.	Angiosperms	Malpighiales	Salicaceae	<i>Salix</i>	Árbol
81	<i>Ipomoea dubia</i>	No reportado	Roem. & Schult.	Angiosperms	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	Enredadera
82	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Frijolillo	L.	Angiosperms	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	Enredadera
83	<i>Datura stramonium</i>	El estramonio	L.	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	<i>Datura</i>	Arbusto
84	<i>Iochroma arborescens</i>	Toquín	J.M.H.Shaw	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	<i>Iochroma</i>	Arbusto
85	<i>Nicandra physalodes</i>	Capulí cimarrón, Toccooro	(L.) Gaertn.	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	<i>Nicandra</i>	Hierba
86	<i>Asclepias curassavica</i>	Flor de sangre, Platanillo	L.	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias</i>	Hierba
87	<i>Prestonia mollis</i>	Salva mula	Kunth	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Prestonia</i>	Enredadera
88	<i>Vallesia glabra</i>	Peralillo	Link	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Vallesia</i>	Árbol
89	<i>Peperomia dolabriformis</i>	Congona	Kunth	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia</i>	Hierba
90	<i>Peperomia trollii</i>	No reportado	Hutchison & Rauh	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia</i>	Hierba
91	<i>Piper aduncum</i>	Matico, Hierba del soldado	L.	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Piper</i>	Árbol
92	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Cola de alacrán	Murray	Angiosperms	Boraginales	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	Arbusto
93	<i>Tropaeolum haynianum</i>	No reportado	Bernh.	Angiosperms	Brassicales	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum</i>	Hierba
94	<i>Cucumis dipsaceus</i>	Jaboncillo, friega mate.	Ehrenb. ex Spach	Angiosperms	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucumis</i>	Hierba
95	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Kunth	Angiosperms	Fagales	Betulaceae	<i>Alnus</i>	Árbol
96	<i>Ludwigia peruviana</i>	Clavo de Agua	(L.) H.Hara	Angiosperms	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	Hierba
97	<i>Scutia sp.</i>	No reportado	(Comm. ex DC.) Brongn.	Angiosperms	Rosales	Rhamnaceae	<i>Scutia</i>	Arbusto
98	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chamana, Chamisa samana	Jacq.	Angiosperms	Sapindales	Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	Arbusto
99	<i>Kallstroemia pubescens</i>	Abrojo pálido	(G.Don) Dandy	Angiosperms	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia</i>	Hierba
100	<i>Equisetum giganteum</i>	Cola de caballo gigante	L.	Pteridophytes	Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	Hierba
101	<i>Pityrogramma trifoliata</i>	Varilla de la Costa	(L.) R.M.Tryon	Pteridophytes	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Pityrogramma</i>	Hierba
102	<i>Thelypteris glandulosolanosa</i>	Raqui - raqui	(C.Chr.) R.M.Tryon	Pteridophytes	Polypodiales	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i>	Hierba

La tabla a continuación muestra el resumen de las especies encontradas en la ribera del río “Las Yangas” en función a su filo y orden.

Tabla 12

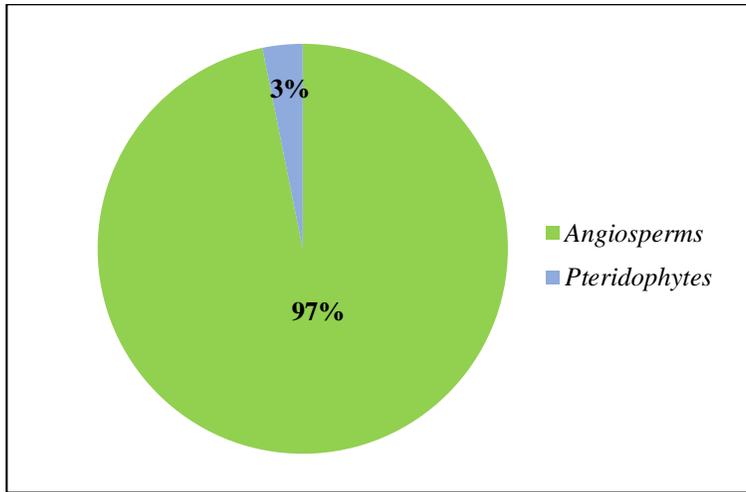
Clasificación según Filo de las especies

FILO	ORDEN	N° FAMILIAS	N° GÉNEROS
Angiosperms <i>(Plantas con flores)</i>	<i>Asterales</i>	1	14
	<i>Fabales</i>	1	14
	<i>Poales</i>	4	11
	<i>Caryophyllales</i>	4	12
	<i>Lamiales</i>	4	7
	<i>Malvales</i>	2	5
	<i>Malpighiales</i>	3	5
	<i>Solanales</i>	2	4
	<i>Gentianales</i>	1	3
	<i>Piperales</i>	1	2
	<i>Boraginales</i>	1	1
	<i>Brassicales</i>	1	1
	<i>Cucurbitales</i>	1	1
	<i>Fagales</i>	1	1
	<i>Myrtales</i>	1	1
	<i>Rosales</i>	1	1
	<i>Sapindales</i>	1	1
	<i>Zygophyllales</i>	1	1
Pteridophytes <i>(Helechos y aliados de los helechos)</i>	<i>Equisetales</i>	1	1
	<i>Polypodiales</i>	2	2
TOTAL	20	34	88

Se encontró dos (02) filos, veinte (20) órdenes, treinta y cuatro (34) familias y ochenta y ocho (88) géneros. La mayor cantidad de especies pertenecen al filo *Angiosperms* que contó con dieciocho (18) órdenes, treinta y uno (31) familias y ochenta y cinco (85) géneros; en el caso del filo *Pteridophytes* presentó dos (02) órdenes, tres (03) familias y tres (03) géneros. En síntesis, el 97% de especies pertenecen al filo de las *Angiosperms* y el 3% al filo de las *Pteridophytes*.

Figura 15

Porcentaje según Filo.



Las especies con mayor frecuencia de recolección en todas las estaciones de monitoreo fueron ocho (08); *Baccharis salicifolia*, *Melinis repens*, *Phragmites australis*, *Ricinus communis*, *Sida cordifolia*, *Tetramerium nervosum*, *Trixis cacalioides* y *Vachellia macracantha*, estas se muestran en el Anexo I. Muestras botánicas.

Es importante indicar que, todas las especies en este estudio fueron nativas, es decir que, no han sido introducidas por la mano del Hombre. Según Carvajal (2017), “Las especies introducidas cuando llegan a establecerse y elevar sus poblaciones, pueden alterar el equilibrio del ecosistema, llegando a ser nocivas pues producen cambios significativos en la estructura y composición del ambiente” (párr.7). Por tal motivo, el problema de las especies introducidas es que limitan mucho el desarrollo de otros individuos, por ejemplo, las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y pino (*Pinus radiata*) afectan el suelo, la vegetación y fauna nativa, así como el paisaje, generando una serie de problemas medioambientales, especialmente en los ecosistemas naturales (Pachacama, 2023).

Se concluyó que los macroinvertebrados acuáticos encontrados en este estudio no están siendo condicionados por la vegetación de la zona, ya que en su totalidad es autóctona, por lo tanto, no provoca alteraciones en su nicho ecológico.

4.3. Modelos de distribución taxonómico

A fin de conocer la distribución altitudinal de los macroinvertebrados acuáticos, se elaboró mapas por géneros de las especies recolectadas en cada estación de monitoreo, para su análisis se tuvo en cuenta el porcentaje de frecuencia y la altitud.

Tabla 13

Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Ephemeroptera

Altitud	Géneros	Porcentajes de frecuencia
1000 – 2000 m.s.n.m.	<i>Atopophlebla</i>	90%
	<i>Baetodes</i>	
	<i>Haplohyphes</i>	80%
	<i>Caenis</i>	
	<i>Leptohyphes</i>	70%
	<i>Tricorythodes</i>	
	<i>Traverella</i>	20%

La tabla anterior muestra los géneros de la orden *Ephemeroptera*, quienes obtuvieron el mayor porcentaje de recolección fueron *Atopophlebla* y *Baetodes* con un 90%, seguido de *Haplohyphes* con un 80%, posterior a ello *Caenis*, *Leptohyphes* y *Tricorythodes* tuvieron 70% y la menor frecuencia fue para *Traverella* con un 20%, todas estas especies se distribuyen desde 1000 hasta 2000 m.s.n.m. Para una mejor visión panorámica, la figura a continuación muestra la distribución altitudinal de dichas órdenes.

Figura 16

Mapa Altitudinal (Ephemeroptera).

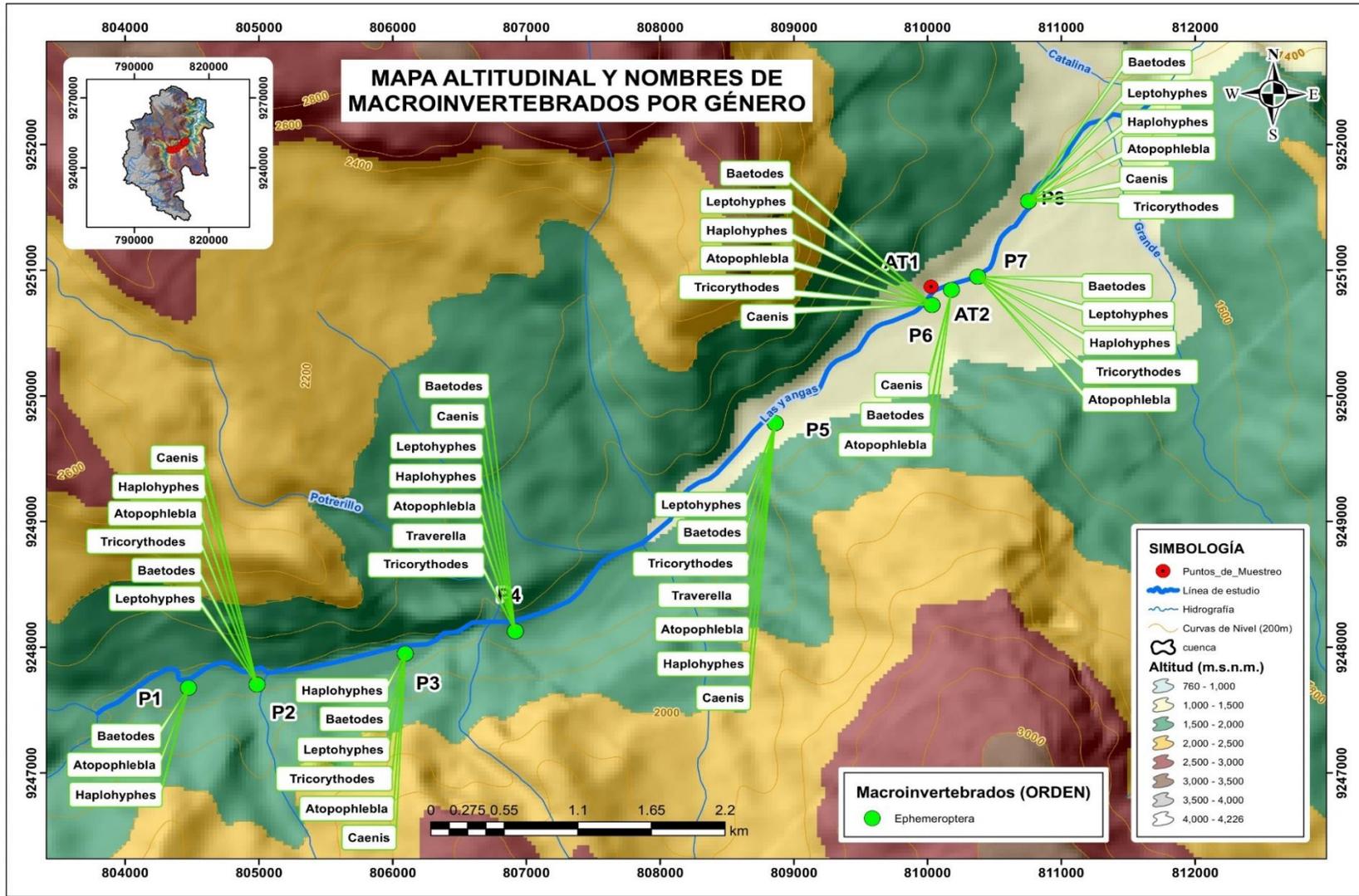


Tabla 14*Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Diptera*

Altitud	Géneros	Porcentajes de frecuencia
1000 – 2000 m.s.n.m.	<i>Orthoclaadiinae</i>	80%
	<i>Chironomidii</i>	60%
	<i>Tanytarsinii</i>	
	<i>Bezzia</i>	50%
	<i>Hexatoma</i>	
	<i>Simulium</i>	40%
<i>Aphrosylus</i>	20%	
1500 – 2000 m.s.n.m.	<i>Stratiomys</i>	10%
	<i>Alluaudomyia</i>	
	<i>Chrysops</i>	

La tabla anterior muestra los géneros de la orden *Diptera*, respecto a ello, se interpretó que, quien obtuvo el mayor porcentaje de recolección fue *Orthoclaadiinae* con un 80%, seguido de *Chironomidii* y *Tanytarsinii* con un 60%, luego *Bezzia* y *Hexatoma* tuvieron el 50%, y por último *Simulium* y *Aphrosylus* con el 40% y 20%, respectivamente; todos estos géneros se distribuyen desde 1000 hasta 2000 m.s.n.m.

Por otro lado, quienes mostraron una frecuencia baja fueron *Stratiomys*, *Alluaudomyia* y *Chrysops* con 10% y su rango altitudinal va desde 1500 hasta 2000 m.s.n.m. La figura siguiente muestra con mayor claridad dicha información.

Figura 17

Mapa Altitudinal (Diptera).

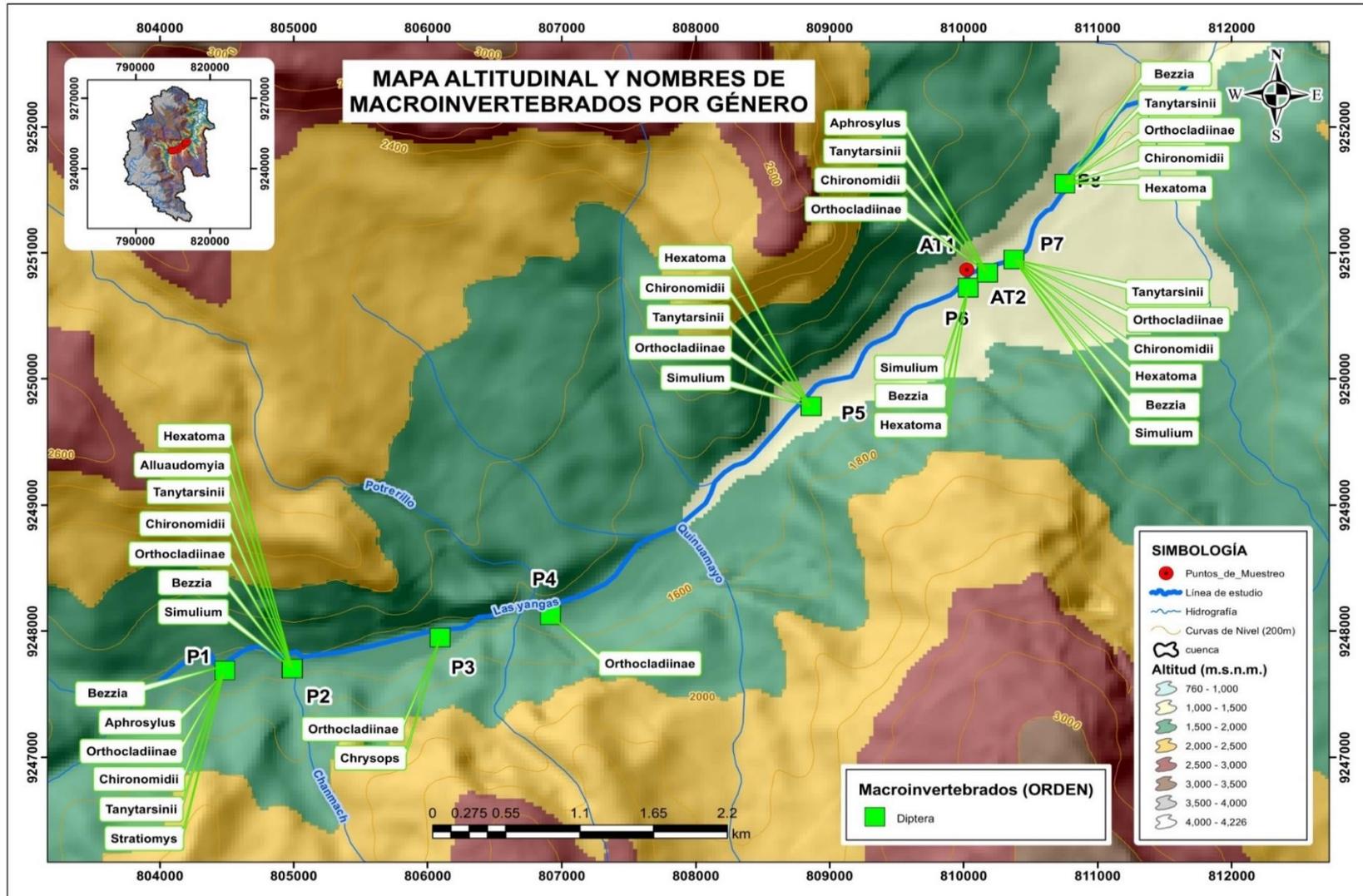


Tabla 15

Rango altitudinal y porcentaje de frecuencia – Plecoptera, Megaloptera, Haplotaixida y Basommatophora

Altitud	Géneros	Porcentajes de frecuencia
1000 – 2000 m.s.n.m.	<i>Anacroneuria</i>	70%
	<i>Corydalus</i>	40%
1000 – 1500 m.s.n.m.	<i>Tubifex</i>	20%
	<i>Physa</i>	10%
	<i>Claudioperla</i>	
1500 – 2000 m.s.n.m.	<i>Indonemoura</i>	20%
	<i>Dugesia</i>	10%

La tabla anterior muestra los géneros de las órdenes *Plecoptera*, *Megaloptera*, *Haplotaixida* y *Basommatophora*, quien obtuvo el mayor porcentaje de recolección fue *Anacroneuria* con un 70%, seguido de *Corydalus* con un 40%, ambas se distribuyen desde 1000 hasta 2000 m.s.n.m.

Por otra parte, con una frecuencia menor del 20% está *Tubifex* y con el 10% se encuentran *Physa* y *Claudioperla*, estas comprendieron un rango altitudinal desde 1000 hasta 1500 m.s.n.m.

Por último, los géneros *Indonemoura* y *Dugesia* obtuvieron porcentajes del 20% y 10% respectivamente, y su rango altitudinal va desde 1500 hasta 2000 m.s.n.m. Para un mejor entendimiento, la figura a continuación muestra dicha distribución.

Figura 18

Mapa Altitudinal (Plecoptera, Megaloptera, Haplotaaxida, Basommatophora).

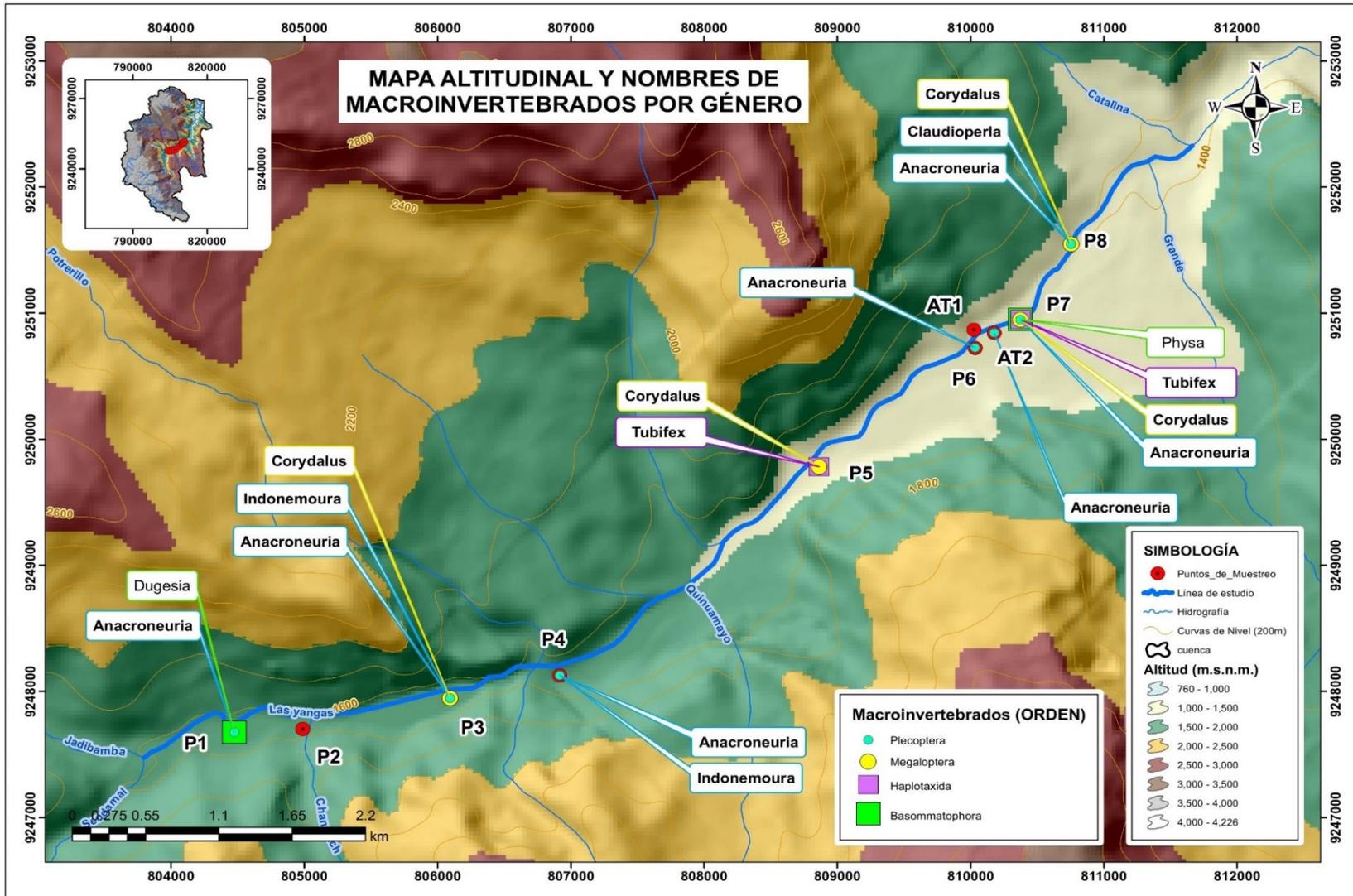


Tabla 16

Rango altitudinal y porcentajes de frecuencia – Odonata, Coleoptera, Hemiptera y Trichoptera

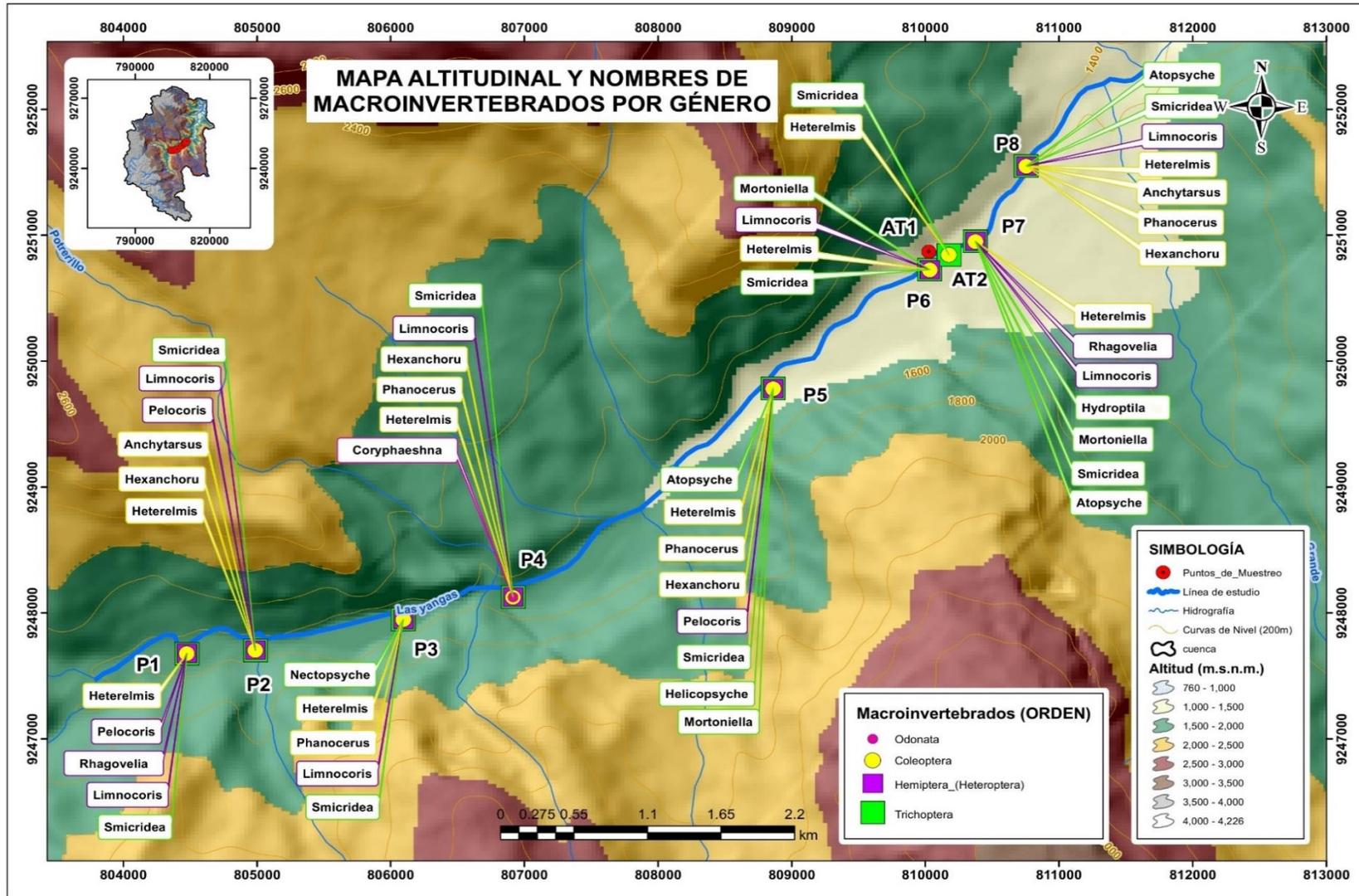
Altitud	Géneros	Porcentajes de frecuencia
1000 – 2000 m.s.n.m.	<i>Heterelmis</i>	90%
	<i>Smicridea</i>	
	<i>Limnocoris</i>	70%
	<i>Hexanchoru</i>	40%
	<i>Phanocerus</i>	
	<i>Pelocoris</i>	30%
	<i>Anchytarsus</i>	20%
<i>Rhagovelia</i>		
1000 – 1500 m.s.n.m.	<i>Atopsyche</i>	30%
	<i>Mortoniella</i>	
	<i>Helicopsyche</i>	10%
	<i>Hydroptila</i>	
1500 – 2000 m.s.n.m.	<i>Nectopsyche</i>	10%
	<i>Coryphaeshna</i>	

La tabla anterior muestra los géneros de las órdenes *Odonata*, *Coleoptera*, *Hemiptera* y *Trichoptera*, quienes obtuvieron el mayor porcentaje de recolección fueron *Heterelmis* y *Smicridea* con un 90%, seguido de *Limnocoris* con un 70%, luego *Hexanchoru* y *Phanocerus* tuvieron el 40%, después *Pelocoris* con el 30%, y por último *Anchytarsus* y *Rhagovelia* con un 20%, todos estos géneros se distribuyen desde 1000 hasta 2000 m.s.n.m. Por otra parte, con una frecuencia del 30% están *Atopsyche* y *Mortoniella*, y con el 10% se encuentran *Helicopsyche* y *Hydroptila*, su rango altitudinal comprende desde 1000 hasta 1500 m.s.n.m.

Finalmente, los géneros *Nectopsyche* y *Coryphaeshna* obtuvieron un porcentaje de frecuencia bajo del 10%, y su rango altitudinal va desde 1500 hasta 2000 m.s.n.m. La figura siguiente muestra la distribución de dichas órdenes.

Figura 19

Mapa Altitudinal (Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera).

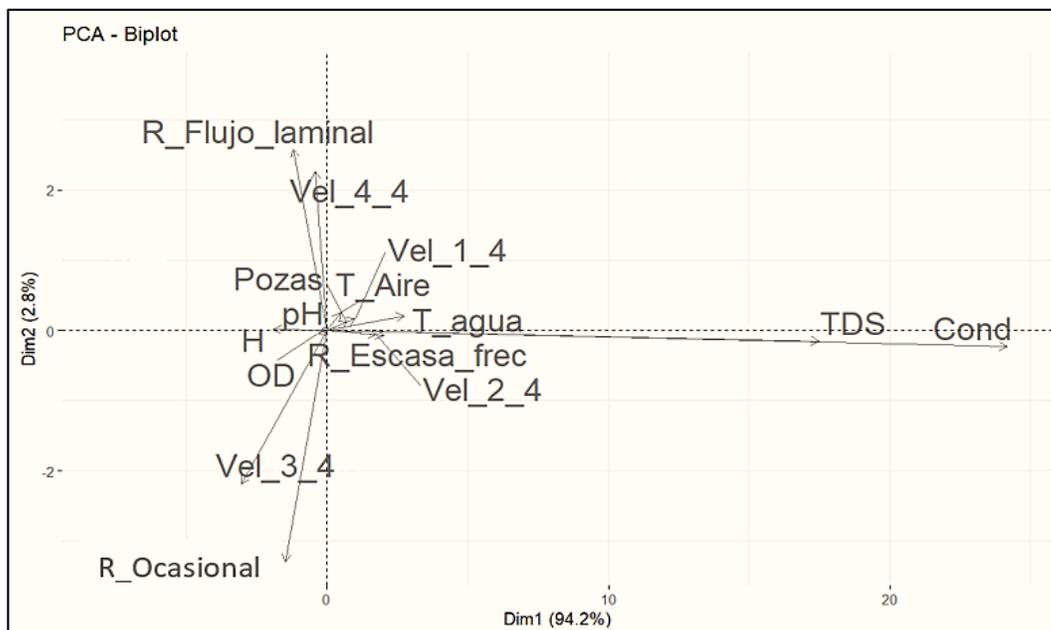


Con el objetivo de determinar el grado de correlación que existe entre los parámetros fisicoquímicos, macroinvertebrados acuáticos, especies vegetales, Índice del Hábitat Fluvial (IHF) y Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera (QBR), se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA).

La figura a continuación muestra el Biplot de los parámetros fisicoquímicos con los apartados del IHF (frecuencia de rápidos y regímenes de velocidad/profundidad); el eje horizontal representa la primera dimensión (Dim1), que explica el 94.2% de la varianza total, mientras que el eje vertical es la segunda dimensión (Dim2) que muestra un 2.8% de la varianza; juntas estas dos dimensiones capturan el 97% de la variabilidad total en los datos, lo cual es una proporción sustancial.

Figura 20

Biplot de los parámetros fisicoquímicos con los apartados del IHF.



Las variables cuyas flechas apuntan en direcciones similares están altamente correlacionadas, mientras que las que apuntan en direcciones opuestas están débilmente correlacionadas, estos resultados se presentan a mayor detalle en la siguiente figura:

Figura 21

Matriz de correlación de los parámetros fisicoquímicos con los apartados del IHF.

pH	-0.789***	-0.717***	-0.714***	-0.520*	-0.520*	-0.448*	-0.318	-0.318	0.124	0.126	0.231	0.389	0.397	0.616**	
H	-0.454*	-0.414	-0.406	-0.464*	-0.464*	-0.234	-0.464*	-0.464*	0.204	-0.213	0.479*	0.364	0.294		
Vel_3_4	-0.530*	-0.549*	-0.558*	-0.509*	-0.509*	-0.795***	-0.509*	-0.509*	0.089	0.549*	-0.509*	0.535*			
R_Ocasional	-0.425	-0.407	-0.416	-0.272	-0.272	-0.629**	-0.272	-0.272	-0.667**	0.142	-0.272				
Vel_4_4	-0.116	-0.087	-0.072	-0.111	-0.111	0.318	-0.111	-0.111	0.408	-0.260					
OD	-0.484*	-0.471*	-0.482*	-0.405	-0.405	-0.572**	-0.173	-0.173	0.212						
R_Flujo_laminar	-0.142	-0.159	-0.151	-0.272	-0.272	0.080	-0.272	-0.272							
Vel_2_4	0.405	0.491*	0.492*	-0.111	-0.111	0.405	1.000***								
R_Escasa_frec	0.405	0.491*	0.492*	-0.111	-0.111	0.405									
T_Aire	0.669**	0.615**	0.625**	0.492*	0.492*										
Vel_1_4	0.520*	0.434	0.434	1.000***											
Pozas	0.520*	0.434	0.434												
TDS	0.882***	1.000***													
Cond	0.881***														
T_agua															
	T_agua	Cond	TDS	Pozas	Vel_1_4	T_Aire	R_Escasa_frec	Vel_2_4	R_Flujo_laminar	OD	Vel_4_4	R_Ocasional	Vel_3_4	H	pH

Respecto a ello se interpretó que, el valor igual a 1.000 representa una correlación perfecta positiva, siendo el caso del TDS con la conductividad eléctrica; ya que, cuanto mayor es la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor es el valor de la conductividad (Equipos y Laboratorio, s.f.). Asimismo, las aguas termales de “Llanguat” son subterráneas, por lo tanto, muestran una correlación perfecta positiva con una categoría del régimen de velocidad/profundidad (lento – profundo). Del mismo modo, ocurre con la estación de monitoreo AT2, que es un curso de agua caliente afluente al río “Las Yangas”, dado que presenta una escasa frecuencia de rápidos y se relaciona muy estrechamente con dos categorías del régimen de velocidad/profundidad que son: lento – profundo y lento – poco profundo.

Por otro lado, las variables TDS y conductividad eléctrica indican una alta correlación directa positiva con la temperatura del agua, alcanzando valores de 0.882 y

0.881, respectivamente, esto guarda sentido pues la CE varía dependiendo de la temperatura del agua, es decir, a mayor temperatura mayor conductividad eléctrica (Sela, 2019). Mientras que, los altos niveles de TDS provocan que el agua se caliente más rápido, debido a que las partículas en suspensión absorben más calor (Carbotecnia, 2021).

El coeficiente de correlación (r) comprendido entre $0.549 \leq r \leq 0.669$ señalan una moderada correlación directa positiva entre la temperatura del aire con las variables de la conductividad, TDS y temperatura del agua; ya que dependiendo de la temporada del año las concentraciones aumentan o disminuyen; es decir, en la época de estiaje la temperatura del aire es mayor por ende la temperatura del agua incrementa y esto influye en la conductividad y el TDS.

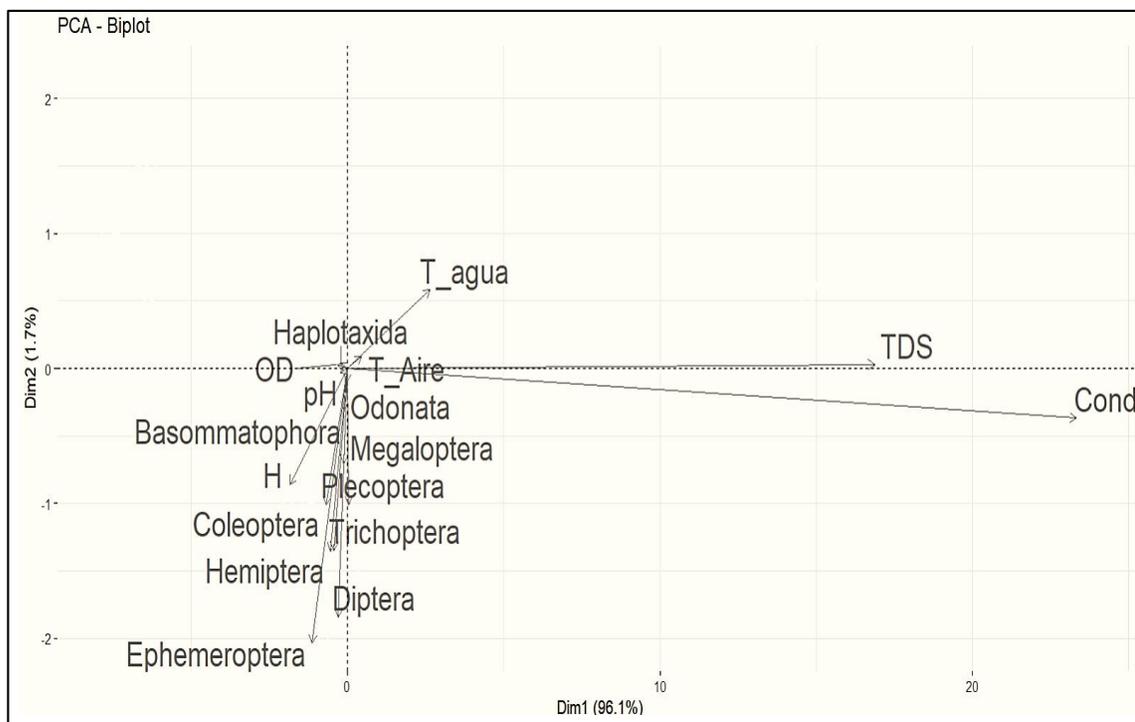
Por otra parte, los regímenes de velocidad/profundidad (sólo 3 de las 4 categorías) guardan relación con el oxígeno disuelto, puesto que la frecuencia de rápidos provoca que el agua sea más turbulenta y tenga una mayor absorción de oxígeno, debido a que la superficie del agua está expuesta al aire (Castilla, 2015).

Finalmente, en cuanto a las variables negativamente correlacionadas, el pH con la temperatura del agua obtuvieron el valor de -0.789, es decir, cuando hay un incremento de temperatura el pH disminuye, debido a la separación de las moléculas de hidrógeno y oxígeno, modificando el grado de ionización del agua (Rodríguez, 2009). De igual manera, el pH muestra una correlación inversa negativa con un régimen de velocidad/profundidad (lento – profundo) que corresponde a las aguas termales de “Llanguat”.

La figura siguiente muestra el Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos; el eje horizontal representa la primera dimensión (Dim1), que explica el 96.1% de la varianza total, mientras que el eje vertical es la segunda dimensión (Dim2) que muestra un 1.7% de la varianza; juntas estas dos dimensiones capturan el 97.8% de la variabilidad total en los datos, lo cual es una proporción significativa.

Figura 22

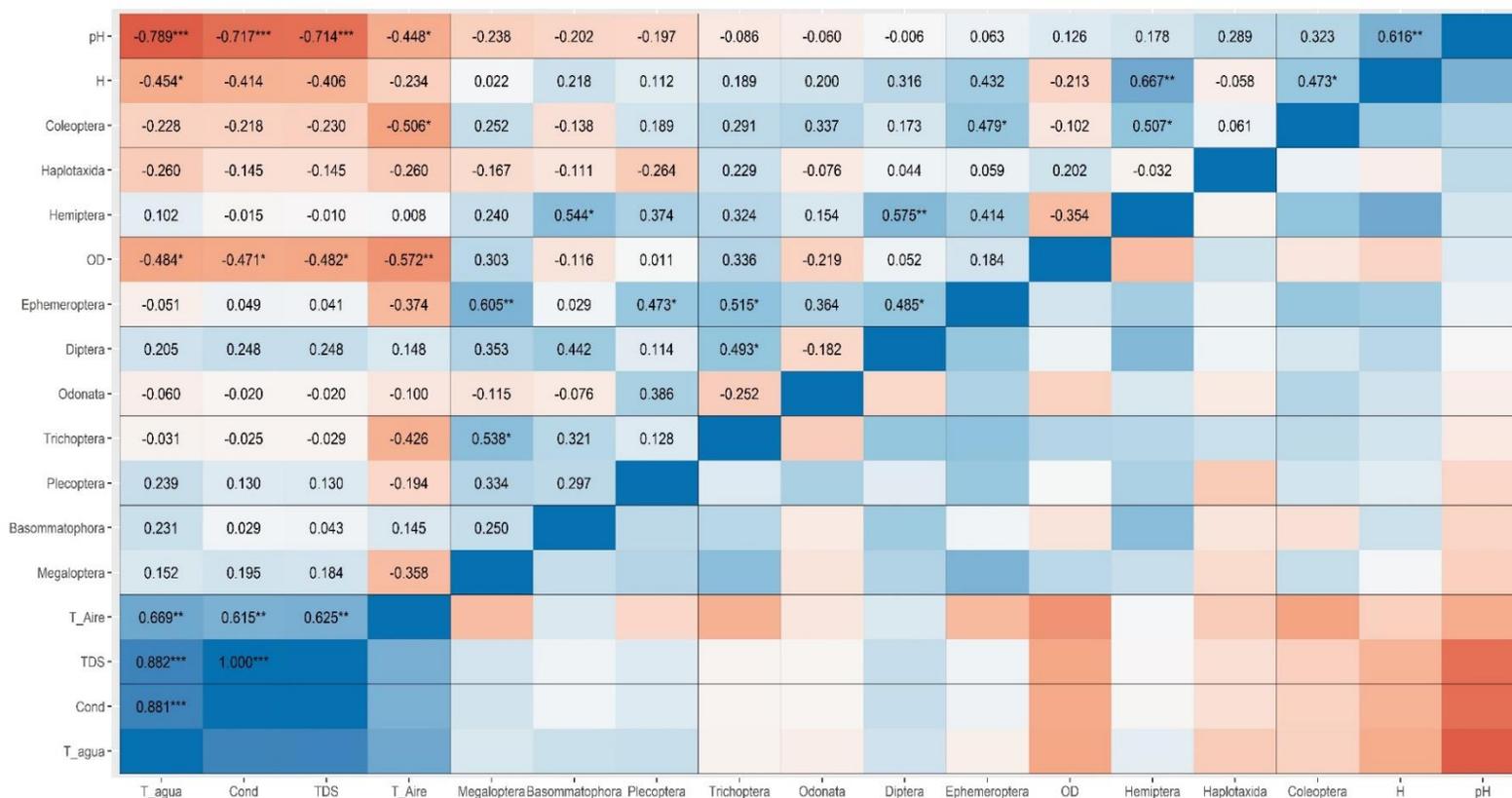
Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos.



Para una mejor visibilidad de las variables analizadas, la tabla a continuación muestra los resultados numéricos de las correlaciones, observándose que los parámetros fisicoquímicos, entre ellos; potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS), temperatura del agua (°C) y las órdenes de los macroinvertebrados acuáticos obtuvieron valores muy bajos, por lo tanto, no guardan relación.

Figura 23

Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos.



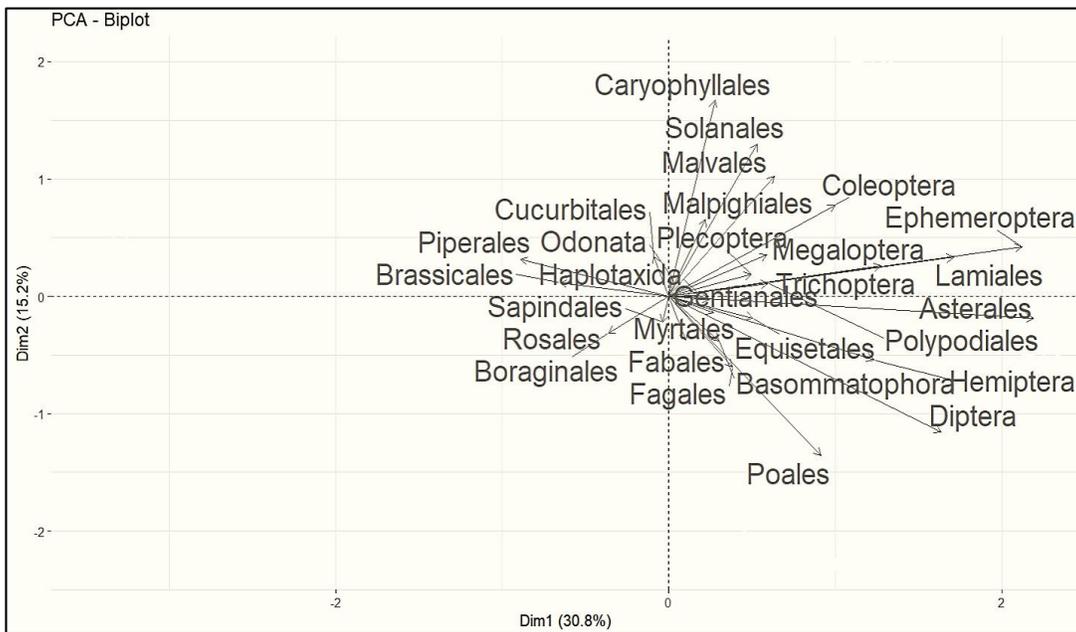
Sin embargo, las variables a continuación obtuvieron resultados comprendidos entre $0.507 \leq r \leq 0.605$, esto significa una correlación directa positiva entre los órdenes de los macroinvertebrados, es decir, que guardan proximidad en cuanto a su desarrollo y crecimiento en el ecosistema acuático. La mayoría de estas especies son moderadamente intolerantes a la contaminación, siendo indicadores ambientales de aguas limpias.

- a. *Ephemeroptera* con *Megaloptera* y *Trichoptera*.
- b. *Hemiptera* con *Basommatophora*, *Coleoptera* y *Diptera*.
- c. *Trichoptera* con *Megaloptera*.

La figura a continuación muestra el Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales; el eje horizontal representa la primera dimensión (Dim1), que explica el 30.8% de la varianza total, mientras que el eje vertical es la segunda dimensión (Dim2) que muestra un 15.2% de la varianza; juntas estas dos dimensiones capturan el 46% de la variabilidad total en los datos, lo cual es una proporción importante.

Figura 24

Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales.



Teniendo en cuenta la matriz de correlación se interpretó que, los valores comprendidos entre $0.502 \leq r \leq 0.688$ indican una correlación directa positiva entre las variables:

- a. *Odonata* con *Cucurbitales* (*Cucumis dipsaceus*).

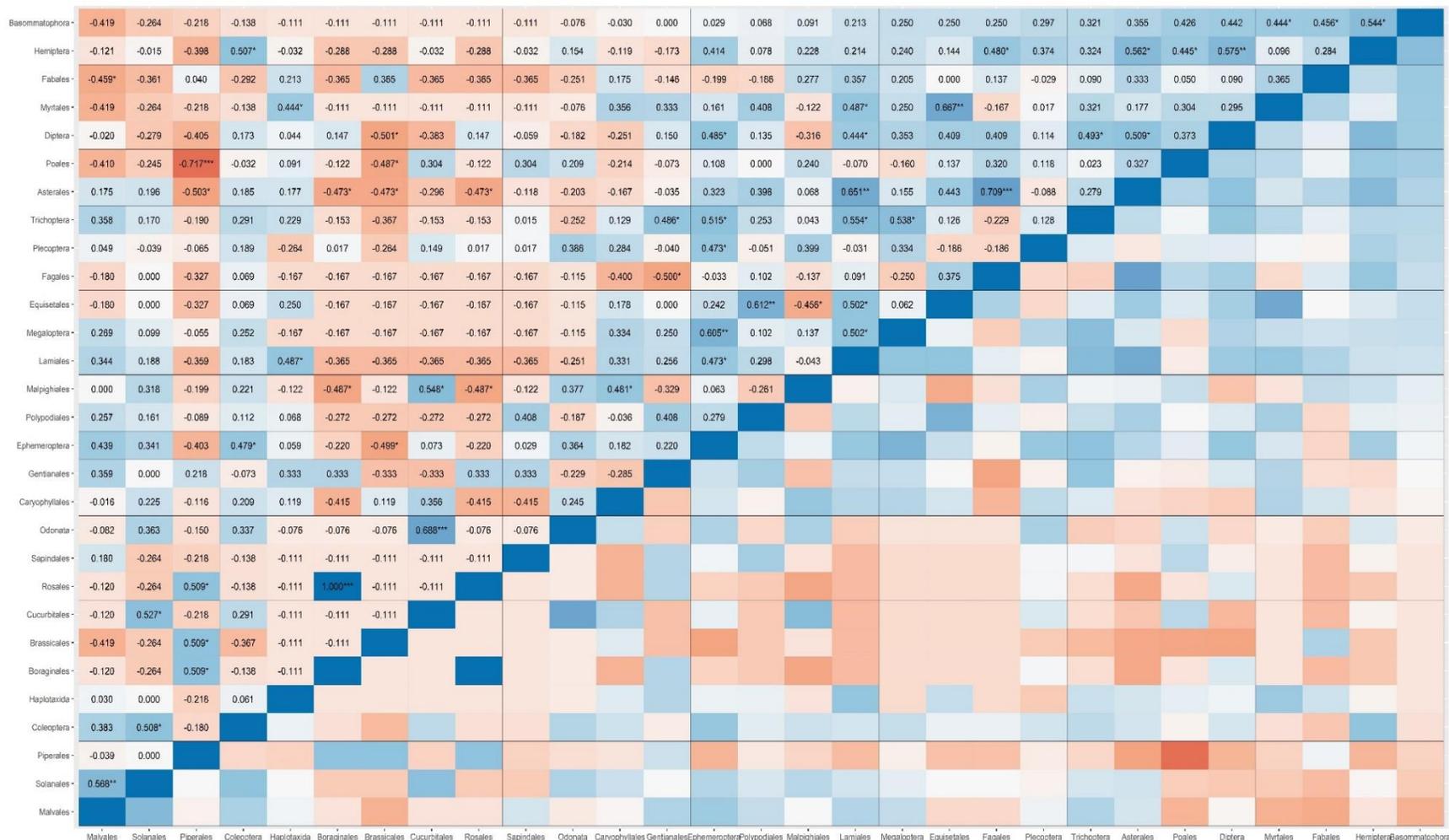
- b. *Diptera* y *Hemiptera* con *Asterales* (*Ambrosia artemisiifolia*, *Baccharis latifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Bidens pilosa*, *Chromolaena haughtii*, *Erigeron bonariensis*, *Erigeron floribundus*, *Flaveria bidentis*, *Galinsoga parviflora*, *Mikania sp.*, *Ophryosporus ruderales*, *Perymenium jelskii*, *Porophyllum ruderales*, *Trixis cacalioides*, *Verbesina sp.*, *Vernonanthura patens*).
- c. *Trichoptera* y *Megaloptera* con *Lamiales* (*Sanchezia longiflora*, *Tetramerium nervosum*, *Hyptis pectinata*, *Leonotis nepetifolia*, *Mesosphaerum eriocephalum*, *Proboscidea althaeifolia*, *Veronica anagallis – aquatica*).
- d. *Coleoptera* con *Solanales* (*Ipomoea dubia*, *Ipomoea hederifolia*, *Datura stramonium*, *Ichroma arborescens*, *Nicandra physalodes*).

Esto quiere decir que, existe una dependencia recíproca entre estas órdenes de macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales. Según Hanson et al. (2010), “Los macroinvertebrados controlan la productividad primaria de los ecosistemas acuáticos. Ellos consumen gran cantidad de algas y otros microorganismos asociados con el perifiton en ríos o bien con el plancton en lagos” (p.10). Por tal motivo, esto condiciona el desarrollo del ecosistema acuático y ribereño del río “Las Yangas”; asimismo, el recurso hídrico siempre estará ligado con los macroinvertebrados, debido a que cumplen un rol ecológico fundamental en la descomposición y recirculación de nutrientes.

Finalmente, las variables *Diptera* con *Brassicales* presentaron una correlación inversa negativa, pues obtuvieron un valor de -0.501; tomando como referencia los datos del estudio, la orden de la especie vegetal *Brassicales* sólo se encontró en el punto AT1 (Aguas Termales de “Llanguat”), mientras que, la orden de macroinvertebrados *Diptera* se recopiló en la mayoría de las estaciones de monitoreo, manifestando su abundancia en la zona.

Figura 25

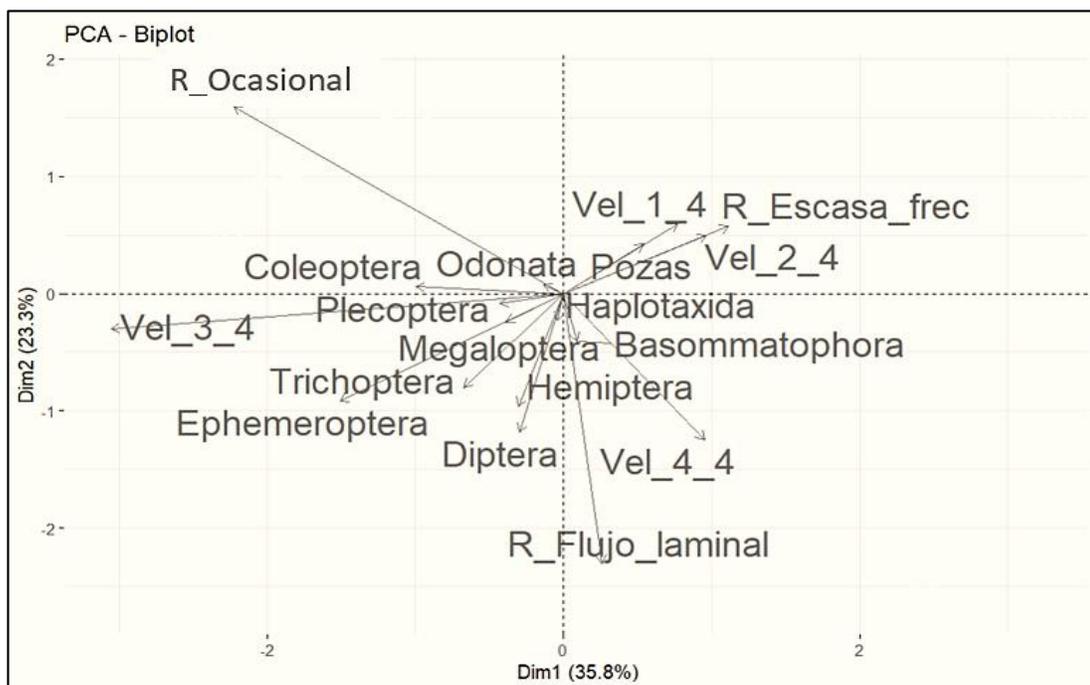
Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con las especies vegetales.



La figura siguiente muestra el Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los apartados del IHF (frecuencia de rápidos y regímenes de velocidad/profundidad); el eje horizontal representa la primera dimensión (Dim1), que explica el 35.8% de la varianza total, mientras que el eje vertical es la segunda dimensión (Dim2) que muestra un 23.3% de la varianza; juntas estas dos dimensiones capturan el 59.1% de la variabilidad total en los datos, lo cual es una proporción sustancial.

Figura 26

Biplot de los macroinvertebrados acuáticos con los apartados del IHF.



Los coeficientes comprendidos entre $0.524 \leq r \leq 0.605$ indican una correlación directa positiva, es decir, que las variables se mueven en una misma dirección, siendo el caso de las órdenes *Ephemeroptera* y *Hemiptera* con los regímenes de velocidad/profundidad (lento – profundo; lento – poco profundo; rápido – profundo; rápido – poco profundo), lo que significa que estos organismos pueden desarrollarse en ecosistemas acuáticos cuyas velocidades y profundidades son diversas.

Del mismo modo, se relacionó la orden *Coleoptera* con la ocurrencia ocasional de rápidos alcanzando un valor de correlación de 0.524, esto indica que en aquellas zonas del río “Las Yangas”, donde el agua es tranquila o la turbulencia es eventual, se desarrolla y habita este tipo de macroinvertebrado.

Figura 27

Matriz de correlación de los macroinvertebrados acuáticos con los apartados del IHF.



En cuanto a las variables negativamente correlacionadas, con un coeficiente de -0.501, se encontró la orden *Diptera* con una nula frecuencia de rápidos y un régimen de velocidad/profundidad (lento – profundo). Esto quiere decir, que este tipo de macroinvertebrado acuático no se encuentra en los hábitats que presentan dichas características.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con respecto a las condiciones ecológicas, la zona de vida que abarca el área de estudio del río “Las Yangas” pertenece al Bosque seco premontano tropical (bs – PT). Asimismo, los parámetros fisicoquímicos indican valores adecuados para la supervivencia de los organismos acuáticos, obteniendo los siguientes promedios: pH con 8.6; OD con 6.45 mg/L; CE con 503.4 μ S/cm; TDS con 254.65 mg/L y temperatura del agua con 26.25 °C. Por otro lado, se identificaron treinta y ocho (38) géneros de macroinvertebrados acuáticos, que comprenden diez (10) órdenes y veintiocho (28) familias. Los análisis de metales y aniones demuestran que el río “Las Yangas” no presenta contaminación ni potenciales riesgos para la salud. Las condiciones climatológicas de la temperatura del aire y la humedad relativa monitoreadas en los puntos de monitoreo obtuvieron promedios de 27.94 °C y 42.05%, respectivamente.

Los índices hidromorfológicos señalaron que el IHF presenta el hábitat con algunas limitaciones, mientras que el QBR revela que el bosque está ligeramente perturbado y existe un indicio de alteración importante. Cabe resaltar que las, ciento dos (102) especies vegetales recolectadas en su totalidad fueron nativas, donde el 97% pertenece al filo *Angiosperms* (plantas con flores) y el 3% al filo *Pteridophytes* (Helechos y aliados de los helechos); aquellas con mayor frecuencia de recolección en la ribera del río “Las Yangas” fueron ocho (08); *Baccharis salicifolia*, *Melinis repens*, *Phragmites australis*, *Ricinus communis*, *Sida cordifolia*, *Tetramerium nervosum*, *Trixis cacalioides* y *Vachellia macracantha*.

Los mapas de distribución taxonómico altitudinal de los macroinvertebrados acuáticos abarca desde 1000 m.s.n.m. hasta 2000 m.s.n.m., siendo los géneros más frecuentes; *Atopophlebla*, *Baetodes*, *Heterelmis* y *Smicridea*. Con el Análisis de Componentes Principales (PCA), las variables de sólidos totales disueltos (TDS) con conductividad eléctrica (CE) muestran una relación perfecta positiva, mientras que, las variables negativamente correlacionadas son el potencial de hidrógeno (pH) con la temperatura del agua, además existe una correlación directa positiva entre las órdenes de macroinvertebrados acuáticos y las especies vegetales; *Odonata* con *Cucurbitales*, *Diptera* y *Hemiptera* con *Asterales*, *Trichoptera* y *Megaloptera* con *Lamiales*, *Coleoptera* con *Solanales*.

5.2. Recomendaciones

Es importante elaborar un protocolo de evaluación con condiciones de referencia alineados a altitudes menores, ya que el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) están diseñados para ríos que están por encima de los 3500 m.s.n.m., es decir, zonas andinas.

Se sugiere la calibración de los índices QBR a los tipos de coberturas vegetales que se presentan en ecosistemas áridos y semiáridos de Latinoamérica.

Se recomienda realizar investigaciones en cuanto a la distribución de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, con mayor énfasis en este tipo de ecosistemas áridos y semiáridos del Perú.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Agència Catalana de l'Aigua. (2006). *Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos*. Barcino Solucions Gràfiques. http://observatoriagua.uib.es/repositori/gf_indicadores_calidad.pdf
- Álvarez, L. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31357>
- Arana, J., Carrasco, C., Coayla, P., Rayme, C. & Sánchez, M. (2021). Aquatic Macroinvertebrates of Arid and Semi-Arid Ecosystems of Peru. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.658940>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Gráfica Industrial Alarcón S.R.L. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>
- Aybar, C. (2017). *Mapa de Zonas de Vida del Perú: Guía Explicativa*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/259>
- Barbosa, J., Medeiros, E., Brasil, J., Cordeiro, R., Crispim, M. & Silva, G. (2012). Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1), 103–118. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x2012005000030>

- Bernex, N. (2003). *Hacia una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Perú*. ROEL S.A.
<https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/hacia-una-gestion-integrada-de-los-recursos-hidricos-en-el-peru/>
- Boyd, C. (2015). *Water Quality: An Introduction*. Springer International Publishing.
https://www.google.com.pe/books/edition/Water_Quality/ODwwCgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Carbotecnia. (2021). *Significado de los sólidos disueltos totales en agua (TDS)*.
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-tds/>
- Carpenter, S., Fisher, S., Grimm, N. & Kitchell, J. (1992). Global Change and Freshwater Ecosystems. *Ecology and Systematics*, 23, 119–139.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.001003>
- Carvajal, V. (2017). *Las especies introducidas, establecidas e invasoras. ¡Una amenaza silenciosa para nuestra biodiversidad!*. <https://biologia.epn.edu.ec/index.php/invintr>
- Castilla, C. (2015). *Influencia de parámetros físicos y químicos en el agua superficial*. Revista del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid.
https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura_f26.pdf
- Chapman, P., Bailey, H. & Canaria, E. (2000). Toxicity of total dissolved solids associated with two mine effluents to chironomid larvae and early life stages of rainbow trout. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19(1), 210–214.
<https://doi.org/10.1002/etc.5620190125>

- Contador, T., Kennedy, J. & Rozzi, R. (2012). The conservation status of southern South American aquatic insects in the literature. *Biodiversity and Conservation*, 21(8), 2095–2107.
<https://doi.org/10.1007/s10531-012-0299-x>
- Creswell, J. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Microbe Magazine. <https://doi.org/10.1128/microbe.4.485.1>
- Dallas, H. & Ross-Gillespie, V. (2015). Sublethal effects of temperature on freshwater organisms, with special reference to aquatic insects. *Water SA*, 41(5), 712–726.
<https://doi.org/10.4314/wsa.v41i5.15>
- De Souza, N. y Aguilar, E. (2022). *Influencia de factores ambientales en la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y grupos funcionales alimenticios en tres sectores de la cuenca del Río Chillón (Lima)* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Archivo digital.
<https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/11661>
- Díaz, L. (2011). *La observación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2714>
- Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biológica*. Fundación Miguel Lillo.
https://www.researchgate.net/publication/260417584_Macroinvertebrados_bentonicos_Sudamericanos_Sistemática_y_Biología/link/00b7d5310f9a6c1839000000/download
- Dulzaides, M. y Molina, A. (2004). *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso*. Acimed. <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v12n2/aci11204.pdf>

- Eden, A. (2021). *¿Por qué el arsénico en el agua es tan peligroso para tu salud?*.
<https://www.edenagua.com/blog/por-que-el-arsenico-en-el-agua-es-tan-peligroso-para-tu-salud/#:~:text=¿Y cómo puede haber arsénico, en distintas fuentes de agua.>
- Equipos y Laboratorio. (s.f.). *Qué son los TDS y la Conductividad Eléctrica*.
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-son-los-tds-y-la-conductividad-electrica>
- Ferrú, M. y Fierro, P. (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. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400007>
- Forero, J. y Palacios, J. (2021). Propuesta de optimización de la cuenca del Río el Añil mediante herramientas computacionales. *Inventum*, 16(31), 40–49.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.31.2021.40-49>
- Galeano, E., Monsalve, L. y Mancera, J. (2017). Evaluación de la calidad ecológica de quebradas andinas en la cuenca del río Magdalena, Colombia. *Organismos Acuáticos y Calidad Ecológica*, 20(2), 413–424.
<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/398/339>
- Gobierno Regional Cajamarca. (2009). *Estrategia Regional de Biodiversidad de Cajamarca al 2021*. Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4621>
- Gurnell, A., Piégay, H., Swanson, F. & Gregorys, S. (2002). Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology*, 47, 601–619. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00916.x>

- Hankel, G., Emmerich, D. y Molineri, C. (2018). Macroinvertebrados bentónicos de ríos de zonas áridas del noroeste argentino. *Ecología Austral*, 28, 435–445. <https://doi.org/10.25260/ea.18.28.2.0.645>
- Hanson, P., Springer, M. y Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de Macroinvertebrados Acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 3–37. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001#:~:text=Los macroinvertebrados controlan la productividad,con el plancton en lagos.
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>
- Junta de Extremadura. (s.f.). *Pesca y Ríos en Extremadura*. http://pescayrios.juntaextremadura.es/pescayrios/web/guest/seguimiento-de-los-rios-extremenos?p_p_id=101_INSTANCE_2A8h&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_101_INSTANCE_2A8h_struts_action=%2Fass
- Ladrera, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Revista Ecológica*. https://www.researchgate.net/publication/345148470_Los_macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_del_estado_ecologico_de_los_rios
- Loné, P. (2016). *El papel de los indicadores hidromorfológicos en la determinación del estado ecológico de los ríos*. <https://www.comunidadism.es/el-papel-actual-de-los-indicadores-hidromorfologicos-para-la-determinacion-del-estado-ecologico-de-los-rios/>

Maltchik, L. & Medeiros, E. (2006). Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: Implications of hydrological disturbance and species diversity. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 16(7), 665–677.
<https://doi.org/10.1002/aqc.805>

Marcano, J. (s.f.). *Las zonas de vida*. <https://ecohis.jmarcano.com/biodiversidad/zonas-vida/>

Mateo, R., Felicísimo, Á. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 217–240.
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>

Meteorología & Sostenibilidad. (s.f.). *Humedad relativa*.
<https://www.eltiempo.es/noticias/meteopedia/humedad-relativa>

Ministerio del Ambiente. (2012). *Mapa de Tierras Secas del Perú*. Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C.
<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/115/BIV01188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio del Ambiente. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Métodos-de-Colecta-identificación-y-análisis-de-comunidades-biológicas.compressed.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias*. El Peruano. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- Pachacama, A. (2023). *Determinación de la afectación de los suelos colindantes a plantaciones de eucalipto (Eucalyptus globulus) y Pino (Pinus radiata) mediante el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo en la comunidad de Pesillo, Cantón Cayambe* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24423/1/TTS1198.pdf>
- Palma, A., González, J., Reyes, C. y Ramos, R. (2013). Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 1–14. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000100001>
- Peña, E. (2007). *Calidad de Agua - Oxígeno Disuelto*. Escuela Superior Politecnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- Pérez, K., Chui, H., Condori, W., Roque, E., Yabar, P., Jinéz, E. y Calsina, B. (2024). Características fisicoquímicas de las aguas termales de Phutina, Puno, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 41(1), 1–5. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.41.1.1>
- Pritchard, G. (1991). Insectos en Fuentes Termales. *Memorias de La Sociedad Entomológica de Canadá*, 123(S155), 89–106. <https://doi.org/10.4039/entm123155089-1>
- Rodríguez, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008. *Revista Pensamiento Actual*, 9(12–13), 125–134. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932>
- Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis.”

<https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>

Rondón, D. (2020). *Relación entre lo ambiental y lo fisicoquímico. El caso del oxígeno disuelto.*

Universidad

Pedagógica

Nacional.

[http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12602/relación entre lo ambiental y lo fisicoquímico. el caso del oxígeno disuelto.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12602/relación_entre_lo_ambiental_y_lo_fisicoquímico_el_caso_del_oxígeno_disuelto.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Sánchez, S. (2011). *Zonas de Vida de Cajamarca.* [https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Memoria Descriptiva Zvida-1.pdf](https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Memoria_Descriptiva_Zvida-1.pdf)

Scheibler, E. & Ciocco, N. (2013). Diversity of aquatic insects and other associated macroinvertebrates in an arid wetland (Mendoza Province , Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 72(1–2), 41–53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322028489005>

Sela, G. (2019). *La conductividad eléctrica del agua y del suelo.* [https://cropaia.com/es/blog/conductividad-electrica-del-agua-y-suelo/#:~:text=Sin embargo o%2C la lectura de,de 1°C en la temperatura.](https://cropaia.com/es/blog/conductividad-electrica-del-agua-y-suelo/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20la%20lectura%20de,de%201%C2%BA%20en%20la%20temperatura.)

Sigler, A. y Bauder, J. (2017). *Alcalinidad , pH , y Sólidos Disueltos Totales.* Northern Plains & Mountains. [http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity pH TDS 2012-11-15-SP.pdf](http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS_2012-11-15-SP.pdf)

Smith, R. & Smith, T. (2000). *Elements of Ecology.* Addison-Wesley. <https://www.abebooks.com/9780321042965/Elements-Ecology-Update-4th-Edition-0321042964/plp>

Solís, Y., Zúñiga, L. y Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza

- del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35–46. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- Suárez, M., Vidal, M., Sánchez, M., Alba, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Jáimez, P., Munné, A., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Salinas, M., Toro, M. y Vivas, S. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: El uso del índice QBR. *Limnetica*, 21(3–4), 135–148. <https://doi.org/10.23818/limn.21.22>
- Tevalcor. (2024). *Importancia de la Detección de Aniones en la Calidad del Agua y Salud Pública*. <https://tevalcor.com/deteccion-aniones-agua/#:~:text=Desde el punto de vista,potenciales riesgos para la salud.>
- UNESCO. (2004). *Desarrollo de tierras áridas y semiáridas: Obstáculos y perspectivas*. Romanya Valls. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000024592_spa
- Vidal, M., Gómez, R. y Suárez, M. (2004). Los ríos de las regiones semiáridas. *Ecosistemas*, 13(1), 16–28. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/219>
- Villagra, P., Meglioli, P., Pugnaire, F., Vidal, B., Aranibar, J. y Jobbágy, E. (2013). La regulación de la partición del agua en zonas áridas y sus consecuencias en la productividad del ecosistema y disponibilidad de agua para los habitantes. *Servicios Ecosistémicos Hídricos: Estudios de Caso En América Latina y El Caribe*, 111–125. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/54815>
- WFO. (s.f.). *Plant List*. <https://wfoplantlist.org/>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo A. Panel fotográfico

Figura 28

Río “Las Yangas” – Época de Lluvia.



Figura 29

Río “Las Yangas” – Época de Estiaje.



Figura 30

Aguas Termales de Llanguat.



Figura 31

Unión de las Aguas Termales al Río “Las Yangas”.



Figura 32

Georreferenciación de los puntos de muestreo utilizando el GPS.



Figura 33

Calibración del Multiparámetro Portátil Hanna HI 9829.



Figura 34

Recolección de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Lluvia.



Figura 35

Recolección de Macroinvertebrados Acuáticos – Época de Estiaje.



Figura 36

Medición de parámetros fisicoquímicos con el Multiparámetro Portátil Hanna.

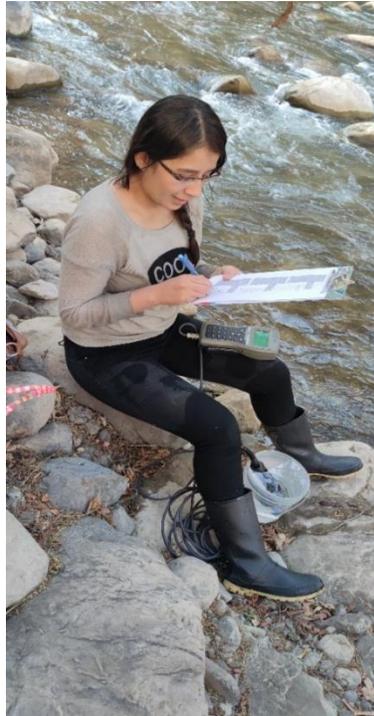


Figura 37

Almacenamiento y etiquetado de muestras de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 38

Lavado de muestras de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 39

Disposición de macroinvertebrados acuáticos en las placas Petri.



Figura 40

Separación de macroinvertebrados acuáticos.

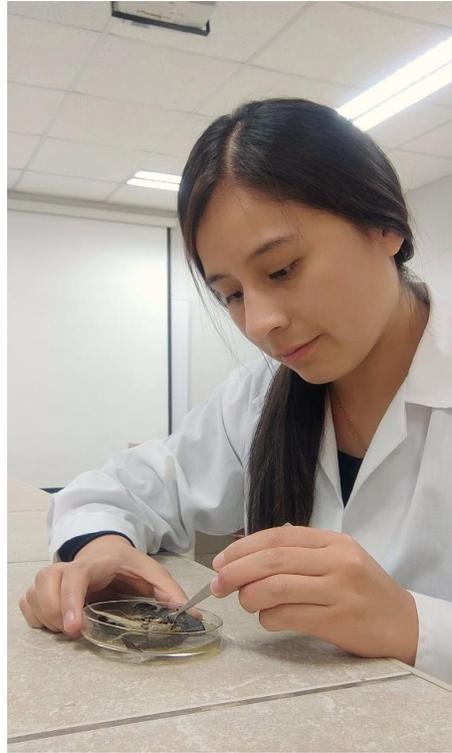


Figura 41

Preservación de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 42

Observación de macroinvertebrados acuáticos con el Estereoscopios Olympus SZX7.



Figura 43

Búsqueda taxonómica de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 44

Recolección de muestras de agua.



Figura 45

Recolección de muestras de especies vegetales.

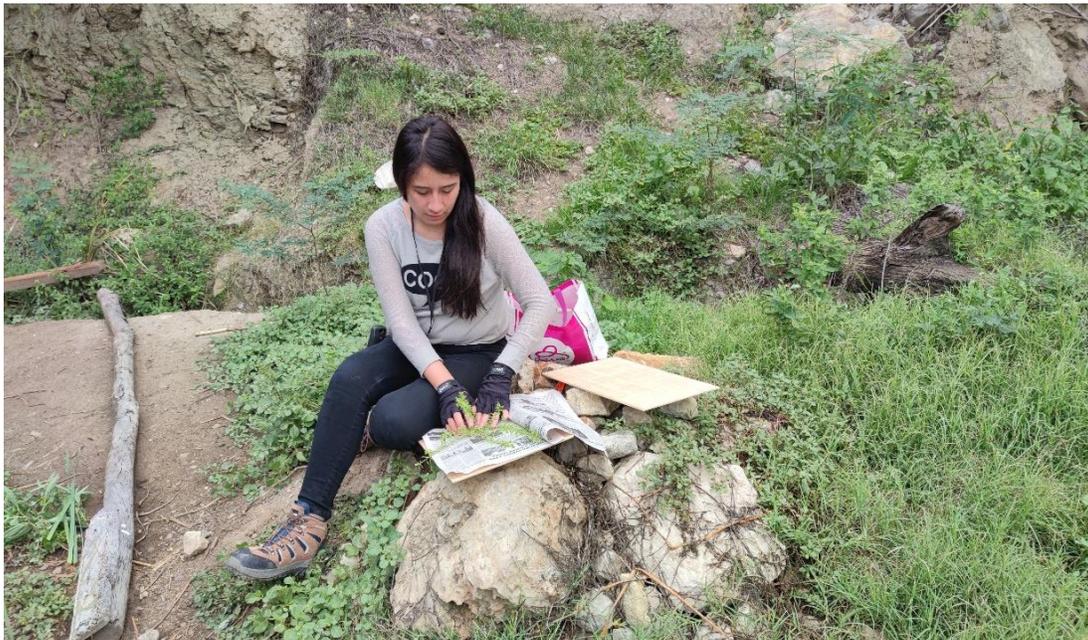


Figura 46

Elaboración de la Prensa Botánica.



Figura 47

Secado y preservación de muestras de especies vegetales.



Figura 48

Identificación y búsqueda taxonómica de las especies vegetales en el Herbario CPUN “Isidoro Sánchez Vega”.

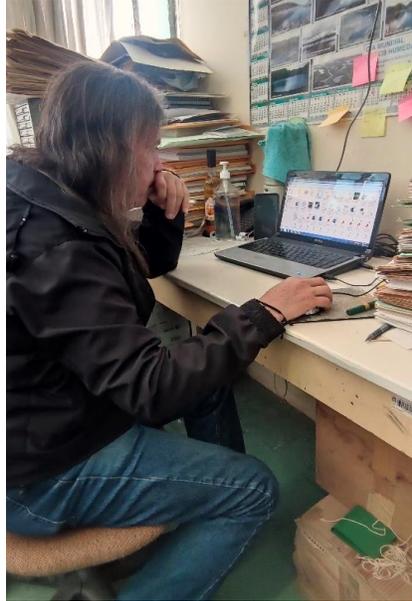


Figura 49

Mediciones de Temperatura Ambiente (°C) y Humedad Relativa (%) empleando el Termohigrómetro.

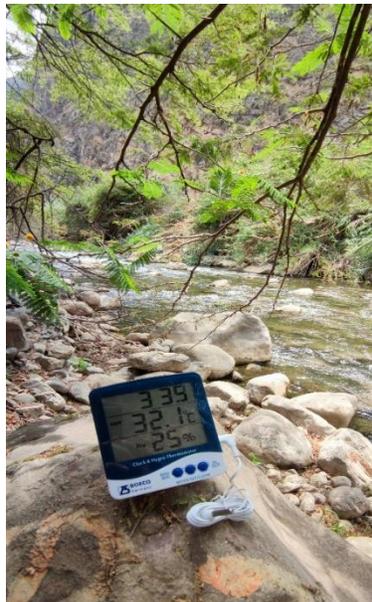


Figura 50

Cadena de custodia.

SGC - LRA
 P-20-F01, Ver. 01



CADENA DE CUSTODIA

N° CC - 101 - 2013

DATOS DEL CLIENTE				PARÁMETROS																																																																																																																																											
Nombre: <i>Carlita Roxana Trujillo Ramirez</i>				Químicos																								Biológicos		Campo		Muestras Observadas (**)																																																																																																															
Teléfono: <i>720614822</i>				pH																								Conductividad		Turbidez			Color		Olor		Sabor		Cloro residual		Cloro Total		TDS		TSS		TS		SS		SF		SV		Alcalinidad		Carbonatos		Bicarbonatos		Salinidad		Acidez		Aniones		Metales Traciales		Metales Disueltos		Mercurio Disuelto		Dureza Total		Dureza Calcio		Dureza Magnésica		Cloruro Total		Cloruro WAD		Cloruro Libre		Sulfuro Colorimétrico		Sulfuro ISE		N. Amoniaco		N. total		BOD5		DOO		Cromo VI		Materia Orgánica		Aceites y Grasas		Oxígeno Disuelto		TPH		Detergentes		Fenoles		B. Heterófitas		Coliformes Totales		Coliformes Termot.		E. Coli		Gamma Ductenalis		Enterococos		OVL		HYLH		Fomas Parasitarias		Ps. Aeruginosa		Vibrio Cholerae		Salmonella		pH		Oxígeno Disuelto		Temperatura		Conductividad		Cloro Residual
e-mail: <i>carlita.rosario.1@gmail.com</i>																																																																																																																																															
Procedencia de la muestra: <i>Abastecimiento</i>																																																																																																																																															
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)																																																																																																																																											
01	P6	Rio Las Yuncas	15:00	Rio																																																																																																																																											
02	P6	Rio Las Yuncas	15:10	Rio																																																																																																																																											
03	P7	Rio Las Yuncas	15:30	Rio																																																																																																																																											
04	P7	Rio Las Yuncas	15:40	Rio																																																																																																																																											
05	AT 1	Llanos	16:00	Agua Tercial																																																																																																																																											
06	AT 1	Llanos	16:10	Agua Tercial																																																																																																																																											
07	AT 2	Llanos	17:30	Agua Tercial																																																																																																																																											
08	AT 2	Llanos	18:40	Agua Tercial																																																																																																																																											

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por	Cliente	X
	Laboratorio	
Nombre de quien toma la muestra	<i>Carlita Roxana Trujillo Ramirez</i>	
Fecha de muestreo	<i>20/02/2013</i>	
Firma de la persona que toma la muestra	<i>[Firma]</i>	

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA ()**

Temperatura de recepción (1)	
Recipiente apropiado (2)	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dentro del tiempo establecido (3)	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Correctamente preservadas (4)	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Cumplen con el volumen (5)	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Nombre del recepcionista	<i>[Firma]</i>
Firma	Fecha y Hora

CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme	
Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo	Nombre y firma del que entrega la muestra
	<i>[Firma]</i>
No Conforme	
La(s) muestra(s) no cumplen con uno o más requisitos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación.	Nombre y firma del que entrega la muestra

OBSERVACIONES:

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio

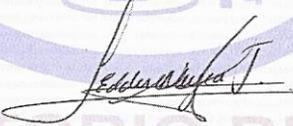
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.

Anexo B. Promedio de los parámetros fisicoquímicos

Estaciones	Época	Parámetros fisicoquímicos				
		pH	OD (mg/L)	CE (μ S/cm)	TDS (mg/L)	Temperatura (°C)
P1	Lluvia	9.38	6.52	231	115	18.20
P2		9.36	7.07	228	114	17.99
P3		8.92	7.11	226	113	17.82
P4		8.71	7.16	223	112	17.94
P5		9.92	6.51	253	126	18.60
P6		8.73	6.96	248	124	18.82
AT1		7.09	5.09	1200	660	54.10
AT2		8.34	5.79	1120	562	38.80
P7	Estiaje	8.65	7.46	270	135	19.90
P8		8.96	8.06	241	120	20.40
P1		8.55	5.08	443	222	23.35
P2		9.03	5.05	431	216	23.45
P3		8.88	5.53	419	210	22.93
P4		8.54	5.40	412	206	22.27
P5		8.36	7.42	492	243	22.30
P6		8.29	7.02	414	207	25.60
AT1		7.83	5.14	859	430	50.40
AT2		7.97	6.22	1656	827	40.50
P7	8.24	7.14	258	129	28.60	
P8	8.25	7.21	444	222	23.10	
Promedio		8.60	6.45	503.40	254.65	26.25

Anexo C. Resultados del Análisis de Agua

	LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084			
INFORME DE ENSAYO N° IE 0323101			
DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ		
Dirección	-		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	izquierdocarlita1@gmail.com
DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	28.02.23	Hora de Muestreo	15:00 a 17:40
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	08		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación		
Referencia de la Muestra:	Celendin- Llangat		
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Contrato	SC-131	Cadena de Custodia	CC - 101 - 23
Fecha y Hora de Recepción	01.03.23	16:20	Inicio de Ensayo 01.03.23 16:35
Reporte Resultado	10.03.23	16:10	
 Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028			
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA			
Cajamarca, 10 de marzo de 2023			
Página: 1 de 5			



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0323101

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			P6	P6	P7	P7	AT1	AT1
Código Laboratorio			0323101-01	0323101-02	0323101-03	0323101-04	0323101-05	0323101-06
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Subterránea	Subterránea
Localización de la Muestra			Río las Yangas	Río las Yangas	Río las Yangas	Río las Yangas	Celendin-Llanguat	Celendin-Llanguat
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.553	-	0.505	-	0.041	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	-	<LCM	-	0.178	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	-	<LCM	-	9.393	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.022	-	0.017	-	0.176	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	57.55	-	60.71	-	56.11	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.036	-	0.030	-	<LCM	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.632	-	0.598	-	2.341	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.940	-	1.051	-	39.62	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	-	<LCM	-	1.942	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	1.635	-	1.852	-	13.28	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.036	-	0.032	-	0.188	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	2.343	-	2.510	-	222.8	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	0.043	-	0.052	-	<LCM	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.969	-	1.120	-	26.87	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	2.106	-	2.521	-	17.71	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.115	-	0.108	-	1.223	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	0.018	-	0.019	-	<LCM	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	<LCM	-	<LCM	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	-	<LCM	-	0.006	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	0.020	-	0.022	-	<LCM	-
Sílice (SiO2)	mg/L	0.2225	13.54	-	14.62	-	37.88	-



Cajamarca, 10 de marzo de 2023

Página: 2 de 5



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0323101

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			AT2	AT2	-	-	-	-
Código Laboratorio			0323101-07	0323101-08	-	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Celendin-Llanguat	Celendin- Llanguat	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	-	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.035	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	0.152	-	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	8.487	-	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.152	-	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	59.30	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	2.008	-	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	35.11	-	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	1.384	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	15.40	-	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.155	-	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	210.2	-	-	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	28.20	-	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	20.15	-	-	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	1.054	-	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	0.007	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Sílice (SiO2)	mg/L	0.2225	39.57	-	-	-	-	-



Cajamarca, 10 de marzo de 2023

Página: 3 de 5



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0323101

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			P6	P6	P7	P7	AT1	AT1
Código Laboratorio			0323101-01	0323101-02	0323101-03	0323101-04	0323101-05	0323101-06
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Subterránea	Subterránea
Localización de la Muestra			Río las Yangas	Río las Yangas	Río las Yangas	Río las Yangas	Celendín-Llanguat	Celendín- Llanguat
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	-	<LCM	-	<LCM	-	0.460
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	-	2.551	-	2.815	-	314.6
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	-	<LCM	-	<LCM	-	0.128
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	-	<LCM	-	<LCM	-	0.610
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	-	0.378	-	0.422	-	1.908
Sulfato (SO ₄ ⁼)	mg/L	0.0700	-	1.996	-	2.106	-	82.45
Fosfato (PO ₄ ⁼)	mg/L	0.0320	-	<LCM	-	<LCM	-	<LCM

Legenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			AT2	AT2	-	-	-	-
Código Laboratorio			0323101-07	0323101-08	-	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Celendín-Llanguat	Celendín- Llanguat	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	-	0.408	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	-	301.6	-	-	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	-	0.105	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	-	0.579	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	-	1.806	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ⁼)	mg/L	0.0700	-	80.30	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ⁼)	mg/L	0.0320	-	<LCM	-	-	-	-

Legenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.

Cajamarca, 10 de marzo de 2023

DEL AGUA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0323101

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"



Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 10 de marzo de 2023

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 5 de 5

Anexo D. Macroinvertebrados Acuáticos

Figura 51

Anacroneuria



Figura 52

Aphrosylus

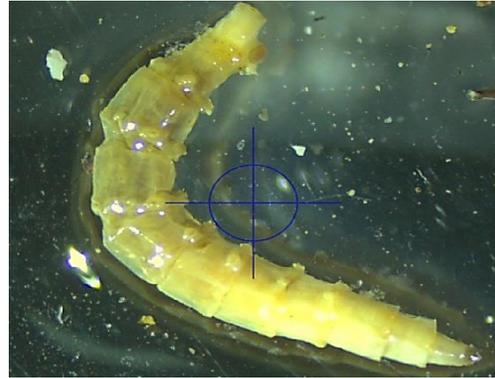


Figura 53

Atopsyche

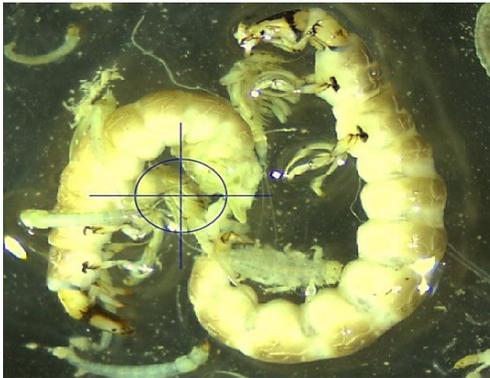


Figura 54

Corydalus



Figura 55

Helicopsyche



Figura 56

Heterelmis

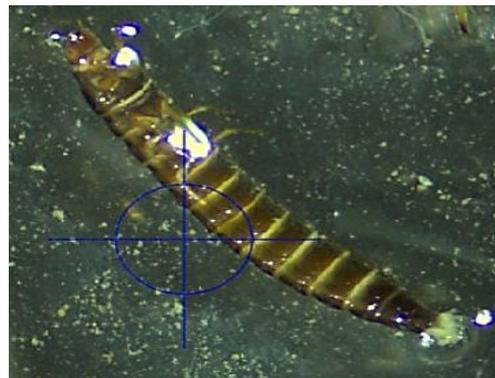


Figura 57

Hexatoma

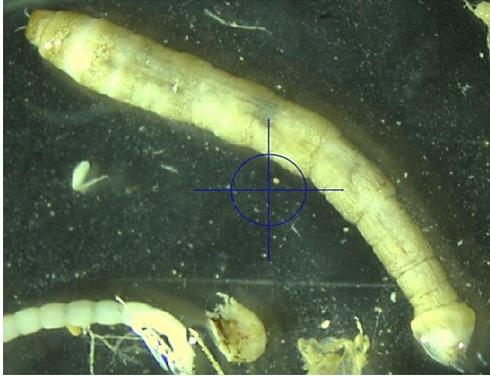


Figura 58

Leptohyphes



Figura 59

Limnocoris

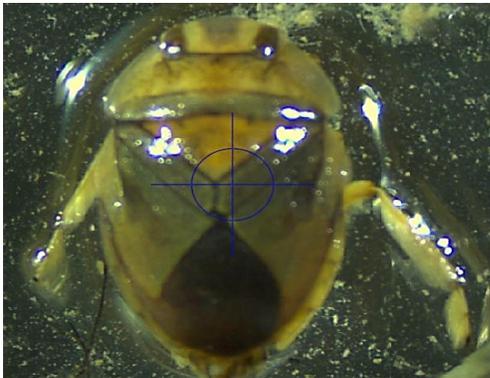


Figura 60

Nectopsyche



Figura 61

Pelocoris



Figura 62

Smicridea



Figura 63

Baetodes



Figura 64

Haplohyphes

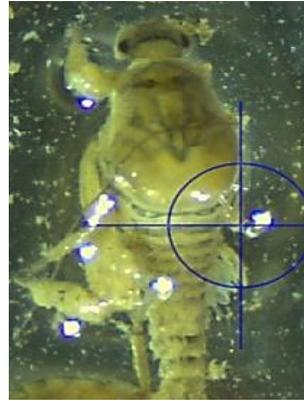


Figura 65

Bezzia



Figura 66

Chironomidii



Figura 67

Rhagovelia



Anexo E. Fichas de campo

Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P1
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado aproximadamente a 400 metros al este de la unión de los ríos Jadibamba y Sendamal.
Accesibilidad	Al lado izquierdo del puente el "Triunfo - Saraus" existe un camino de herradura, este se recorre por una distancia de 4 km aproximadamente durante un tiempo promedio de una hora y media.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9247678
Este	804474
Altitud	1592
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P2
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado aproximadamente a 600 metros al este del P1.
Accesibilidad	Al lado izquierdo del puente el "Triunfo - Saraus" existe un camino de herradura, este se recorre por una distancia de 3.4 km aproximadamente durante un tiempo promedio de una hora.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9247702
Este	804987
Altitud	1558
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P3
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado aproximadamente a 1.28 km al este del P2.
Accesibilidad	Al lado izquierdo del puente el "Triunfo - Saraus" existe un camino de herradura, este se recorre por una distancia de 2.1 km aproximadamente durante un tiempo promedio de 40 minutos.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9247948
Este	806093
Altitud	1555
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P4
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado al sur oeste del puente el "Triunfo - Saraus".
Accesibilidad	Al lado izquierdo del puente el "Triunfo - Saraus" existe un camino de herradura, este se recorre por una distancia de 1.2 km aproximadamente durante un tiempo promedio de 20 minutos.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9248126
Este	806916
Altitud	1538
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P5
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado al lado izquierdo del puente colgante que ingresa al centro turístico "El Encanto del Papayal".
Accesibilidad	Tomando como referencia la iglesia de la localidad de Llanguat, se recorre la trocha carrozable por una distancia de 2.9 km aproximadamente.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	
Sistema de Coordenadas: Proyección UTM	
Norte	9249783
Este	808862
Altitud	1447
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P6
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado al lado derecho de la Oroya del río "Las Yangas".
Accesibilidad	Tomando como referencia la iglesia de la localidad de Llanguat, se recorre la trocha carrozable por una distancia de 1.3 km aproximadamente, luego se toma el desvío que se encuentra al lado derecho hasta llegar al río "Las Yangas".
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	
Sistema de Coordenadas: Proyección UTM	
Norte	9250726
Este	810034
Altitud	1435
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	AT1
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado cruzando el río "Las Yangas" justo frente a las piscinas de aguas termomedicinales del centro turístico de "Llanguat".
Accesibilidad	Para ingresar a la zona donde se encuentran las "Aguas Termales de Llanguat" se utiliza una Oroya, luego se recorre un camino de herradura por una distancia de 80 metros aproximadamente.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9250869
Este	810024
Altitud	1417
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	AT2
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado aproximadamente a 150 metros al este del punto AT1.
Accesibilidad	Tomando como referencia el lugar donde se encuentran las "Aguas Termales de Llanguat" se debe bajar a la zona pedregosa del río, visiblemente se distingue un curso de agua caliente, aproximadamente a 60 metros antes que se una al río "Las Yangas" está el punto de monitoreo.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9250844
Este	810178
Altitud	1420
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P7
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado al este del punto AT2.
Accesibilidad	Tomando como referencia el punto de muestreo AT2, se recorre una distancia de 200 metros aproximadamente aguas abajo.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	Sistema de Coordenadas: Proyección UTM
Norte	9250949
Este	810375
Altitud	1413
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

<i>Fichas de Identificación del Punto de Monitoreo</i>	
Nombre del cuerpo de agua	Río "Las Yangas"
Código del punto de monitoreo	P8
Ubicación	El punto de muestreo se encuentra ubicado al lado izquierdo del puente Pizón.
Accesibilidad	Tomando como referencia la iglesia de la localidad de Llanguat, se recorre la trocha carrozable por una distancia de 250 metros aproximadamente, luego se toma el desvío que se encuentra al lado derecho hasta llegar al puente Pizón.
Representatividad	El punto se escogió porque cuenta con vegetación ribereña y/o árboles que sus hojas van hacia el agua.
Finalidad del monitoreo	Medición de parámetros fisicoquímicos.
	Recolección de macroinvertebrados acuáticos.
Reconocimiento del Entorno	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Celendín
Distrito	Celendín
Localidad	Llanguat
Coordenadas (WGS84)	
Sistema de Coordenadas: Proyección UTM	
Norte	9251550
Este	810755
Altitud	1409
Zona	17
Hemisferio	Sur
Fotografía del punto de monitoreo	
	

Anexo F. Fichas para la Evaluación del Índice Hábitat Fluvial (IHF)

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF			
Muestra: Punto 1			
Fecha: 01/03/2023			
Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez			
Bloques			Puntuación
1. Inclusión rápidos			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5
2. Frecuencia de rápidos			
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	X
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			4
3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17
4. Regímenes de velocidad/profundidad			
Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	X
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			10
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	X
TOTAL (una categoría)			3
6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas		2	X
Raíces expuestas		2	X
Diques naturales		2	
TOTAL (sumar categorías)			6
7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)			
% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			65

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 2

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	X
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			6

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 3

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	X
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			6

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 4

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques

Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	X
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			6

3. Composición del substrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

65

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 5

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques

Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	X
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			4

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

63

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 6

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos			
	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)		5	

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	X
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)		4	

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)		17	

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)		8	

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	X
TOTAL (una categoría)		3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)		6	

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)		20	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 63

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto AT1

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	X
TOTAL (una categoría)			2

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	X
TOTAL (una categoría)			4

5. Porcentaje de sombra en el cauce

	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	X
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas		2	X
Raíces expuestas		2	X
Diques naturales		2	
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 57

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto AT2

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	X
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			8

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	X
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			6

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 7

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos			
	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	X
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			4

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	X
TOTAL (una categoría)		3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 63

Evaluación del Hábitat Fluvial para ríos Andinos, Índice IHF

Muestra: Punto 8

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

Bloques

Puntuación

1. Inclusión rápidos

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	X
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			5

2. Frecuencia de rápidos

	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	X
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura > 25	4	
	Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)			6

3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	X
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	X
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			17

4. Regímenes de velocidad/profundidad

Somero: <0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
Lento: <0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	X
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			8

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3	X	
TOTAL (una categoría)			3

6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)

Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	X
Presencia de troncos y ramas	2	X	
Raíces expuestas	2	X	
Diques naturales	2		
TOTAL (sumar categorías)			6

7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)

% Plocon + briófitos	10% - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	X
% Pecton	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10% - 50%	10	X
	< 10% o > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
TOTAL (sumar categorías)			20

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

65

Anexo G. Fichas para la Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 1

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
1. Grado de cubierta de la zona de ribera		
>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	
2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)		
Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	
3. Calidad de la cubierta		
Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 2

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques Puntuación

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 3

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
---------	------------	--

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 4

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
1. Grado de cubierta de la zona de ribera		
>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	
2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)		
Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	
3. Calidad de la cubierta		
Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	X
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	10	
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)	65	

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 5

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques Puntuación

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	X
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	10	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 6

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques Puntuación

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	X
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	10	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto AT1

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
---------	------------	--

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto AT2

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques	Puntuación	
---------	------------	--

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 7

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques Puntuación

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	X
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	25	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 80

Evaluación de la Calidad del Bosque de Ribera para Comunidades arbóreas, Índice QBR

Muestra: Punto 8

Fecha: 01/03/2023

Operador: Carlita Roxana Izquierdo Ramirez

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos

Bloques **Puntuación**

1. Grado de cubierta de la zona de ribera

>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10	X
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	10	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	5	X
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%	-5	
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10	
TOTAL	15	

2. Estructura de la cubierta (se contabiliza)

Recubrimiento de árboles superiores al 75%	25	
Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	X
Recubrimiento de árboles inferiores al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y 25%	5	
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	10	
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%	5	
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	5	X
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5	
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5	
Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10	
TOTAL	15	

3. Calidad de la cubierta

Todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos	25	X
Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10	
Del 26 al 50% de los árboles de son especies introducidas	5	
Más del 51% de los árboles de son especies introducidas	0	
>75% de los arbustos son de especies autóctonas	10	
51 - 75% o más de los arbustos es de especies autóctonas	5	
26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-5	
Menos del 25% de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	-10	
TOTAL	25	

4. Grado de naturalidad del canal fluvial

El canal del río no ha estado modificado	25	
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	X
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5	
Río canalizado en la totalidad del tramo	0	
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10	
Si existe alguna presa u otra estructura transversal en el lecho del río	-10	
Si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundante	-5	
Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10	
TOTAL	10	

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) 65

Anexo H. Constancia de Identificación Botánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE BOTÁNICA
HERBARIO CPUN "ISIDORO SÁNCHEZ VEGA"
herbariocpuniv@gmail.com Av. Atahualpa N° 1050 - Cajamarca



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

EL CURADOR DEL HERBARIO CPUN "ISIDORO SÁNCHEZ VEGA", DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA – PERÚ

HACE CONSTAR:

Que, las 102 muestras botánicas procedentes del centro poblado de Llangat – río Las Yangas, con coordenadas 6° 46' 47" L.S. 78° 12' 24" L.O. y a una altitud de 1463 m.s.n.m. del distrito de Celendín, provincia de Celendín y departamento de Cajamarca, es parte de la Tesis denominada: **"Distribución de Comunidades de Macroinvertebrados Acuáticos en el ecosistema Semiárido del río Las Yangas, Celendín – Cajamarca 2023"**, presentada por la Tesista: **Ing. CARLITA ROXANA IZQUIERDO RAMIREZ**, identificada con D.N.I. N° 70613069, estudiante del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS, MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, fueron identificadas, analizadas y determinadas científicamente en el Herbario de esta Casa Superior de Estudios, para ello se adjunta la lista de las especies encontradas, dando la conformidad.

Se expide la presente constancia a la interesada, para los fines que estime conveniente.

Cajamarca, 22 de enero de 2024



M. Cs. Ing. JUAN F. MONTOYA QUINO
Curador del Herbario "Isidoro Sánchez Vega"
CPUN-UNC

Cc: Secretaría del Herbario.

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AUTOR	FILO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	HÁBITO DE CRECIMIENTO
1	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Altamisa	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Ambrosia	Artemisiifolia	Hierba
2	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Pers.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Baccharis	Latifolia	Arbusto
3	<i>Baccharis salicifolia</i>	Hierba del carbonero, Jarilla	(Ruiz & Pav.) Pers.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Baccharis	Salicifolia	Arbusto
4	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco, Cadillo	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Bidens	Pilosa	Hierba
5	<i>Chromolaena haughtii</i>	No reportado	(B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Chromolaena	Haughtii	Arbusto
6	<i>Erigeron bonariensis</i>	Hierba de tiempo, Simonillo	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Erigeron	Bonariensis	Hierba
7	<i>Erigeron floribundus</i>	El ayaguachi del Perú	(Kunth) Sch.Bip.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Erigeron	Floribundus	Hierba
8	<i>Flaveria bidentis</i>	Contrayerba, Mata gusanos	(L.) Kuntze	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Flaveria	Bidentis	Hierba
9	<i>Galinsoga parviflora</i>	Manzanilla, Estrellita	Cav.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Galinsoga	Parviflora	Hierba
10	<i>Mikania sp.</i>	No reportado	Willd.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Mikania	Sp.	Enredadera
11	<i>Ophryosporus ruderales</i>	No reportado	Meyen	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Ophryosporus	Ruderales	Arbusto
12	<i>Perymenium jelskii</i>	No reportado	(Hieron.) S.F.Blake	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Perymenium	Jelskii	Árbol
13	<i>Porophyllum ruderales</i>	Aicoro, ahucoro, kirkiña	(Jacq.) Cass.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Porophyllum	Ruderales	Hierba
14	<i>Trixis cacalioides</i>	Hierba linda	D.Don	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Trixis	Cacalioides	Arbusto
15	<i>Verbesina sp.</i>	No reportado	L.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Verbesina	Sp.	Hierba
16	<i>Vernonanthura patens</i>	Flor de la cuaresma	(Kunth) H.Rob.	Angiosperms	Asterales	Asteraceae	Vernonanthura	Patens	Árbol
17	<i>Albizia multiflora</i>	Quebracho, Angolo	(Kunth) Barneby & J.W.Grimes	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Albizia	Multiflora	Árbol
18	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Pájaro rojo del paraíso	(L.) Sw.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Caesalpinia	Pulcherrima	Árbol
19	<i>Centrosema virginianum</i>	Gallito	(L.) Benth.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Centrosema	Virginianum	Hierba
20	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	No reportado	(L.) Greene	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Chamaecrista	Glandulosa	Arbusto
21	<i>Coursetia grandiflora</i>	No reportado	Benth. ex Oerst.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Coursetia	Grandiflora	Arbusto
22	<i>Crotalaria incana</i>	Arveja silvestre de sierra	L.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Crotalaria	Incana	Hierba
23	<i>Dalea cylindrica</i>	Cholumbe	Hook.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Dalea	Cylindrica	Hierba
24	<i>Leucaena trichodes</i>	Chapra	(Jacq.) Benth.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Leucaena	Trichodes	Árbol
25	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chonchito, Siratro	(DC.) Urb.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Macroptilium	Atropurpureum	Enredadera
26	<i>Melilotus indicus</i>	Meliloto de flor pequeña	(L.) All.	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Melilotus	Indicus	Hierba
27	<i>Parkinsonia praecox</i>	Palo verde	(Ruiz & Pav.) Hawkins	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Parkinsonia	Praecox	Árbol
28	<i>Phaseolus pachyrrhizoides</i>	No reportado	Harms	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Phaseolus	Pachyrrhizoides	Hierba
29	<i>Tara spinosa</i>	Tara, taya	(Molina) Britton & Rose	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	Tara	Spinosa	Árbol



Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AUTOR	FILO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	HÁBITO DE CRECIMIENTO
30	<i>Vachellia aroma</i>	Tusca, Aromita	(Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	<i>Aroma</i>	Árbol
31	<i>Vachellia macracantha</i>	Trupillo blanco	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	Angiosperms	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	<i>Macracantha</i>	Árbol
32	<i>Puya sp</i>	Puya	Molina	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Puya</i>	<i>Sp.</i>	Hierba
33	<i>Tillandsia humilis</i>	No reportado	C.Prest	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Humilis</i>	Hierba
34	<i>Tillandsia sp.</i>	Clavel de aire	L.	Angiosperms	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Sp.</i>	Hierba
35	<i>Cyperus ochraceus</i>	Navajuela	Vahl	Angiosperms	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Ochraceus</i>	Hierba
36	<i>Arundo donax</i>	Caña común	L.	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Arundo</i>	<i>Donax</i>	Hierba
37	<i>Cenchrus myosuroides</i>	Cadillo arenoso	Kunth	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Cenchrus</i>	<i>Myosuroides</i>	Hierba
38	<i>Cenchrus setosus</i>	Pasto elefante enano	Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Cenchrus</i>	<i>Setosus</i>	Hierba
39	<i>Chloris barbata</i>	Barbas de indio, Cebadilla	Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>Barbata</i>	Hierba
40	<i>Chloris radiata</i>	Pata de gallo	(L.) Sw.	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>Radiata</i>	Hierba
41	<i>Leptochloa crinita</i>	Cola de caballo	(Lag.) P.M.Peterson & N.Snow	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Leptochloa</i>	<i>Crinita</i>	Hierba
42	<i>Melinis repens</i>	Zacate rosado, Hierba de la lana	(Willd.) Zizka	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>Repens</i>	Hierba
43	<i>Phragmites australis</i>	El carrizo	(Cav.) Trin. ex Steud.	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Phragmites</i>	<i>Australis</i>	Hierba
44	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Graminea corredora	(Lour.) Clayton	Angiosperms	Poales	Poaceae	<i>Rottboellia</i>	<i>Cochinchinensis</i>	Hierba
45	<i>Typha domingensis</i>	Tule, Totorá, Espadaña	Pers.	Angiosperms	Poales	Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>Domingensis</i>	Hierba
46	<i>Alternanthera pungens</i>	Retama, Catarama	Kunth	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Pungens</i>	Hierba
47	<i>Amaranthus hybridus</i>	Bledo, Sabia	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>Hybridus</i>	Hierba
48	<i>Chenopodium album</i>	Cenizo, Ollabelarra	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>Album</i>	Hierba
49	<i>Chenopodium sp.</i>	Sabi hostozuria	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>Sp.</i>	Hierba
50	<i>Borzicactus tenuiserpens</i>	No reportado	(Rauh & Backeb.) Kinnach	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Borzicactus</i>	<i>Tenuiserpens</i>	Arbusto
51	<i>Espostoa lanata</i>	Viejo de Perú	(Kunth) Britton & Rose	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Espostoa</i>	<i>Lanata</i>	Arbusto
52	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal, Palera, Penca	(L.) Mill.	Angiosperms	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Ficus-Indica</i>	Arbusto
53	<i>Allionia incarnata</i>	Corollos, Ajipilla	L.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Allionia</i>	<i>Incarnata</i>	Hierba
54	<i>Boerhavia tuberosa</i>	Pega - pega	Lam.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia</i>	<i>Tuberosa</i>	Hierba
55	<i>Boerhavia verbenacea</i>	No reportado	Killip	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia</i>	<i>Verbenacea</i>	Hierba
56	<i>Bougainvillea peruviana</i>	Papelillo	Bonpl.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea</i>	<i>Peruviana</i>	Enredadera

DIRECTOR
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LIMA
C. P. [illegible]
[Handwritten signature]

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AUTOR	FILO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	HÁBITO DE CRECIMIENTO
57	<i>Mirabilis viscosa</i>	Maravillita	Cav.	Angiosperms	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Mirabilis	Viscosa	Hierba
58	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Bejuco chivo	Meisn.	Angiosperms	Caryophyllales	Polygonaceae	Muehlenbeckia	Tamnifolia	Hierba
59	<i>Persicaria punctata</i>	Chilillo Rojo	Small	Angiosperms	Caryophyllales	Polygonaceae	Persicaria	Punctata	Hierba
60	<i>Sanchezia longiflora</i>	Cresta de gallo	(Hook.f.) Hook.f. ex Planch.	Angiosperms	Lamiales	Acanthaceae	Sanchezia	Longiflora	Arbusto
61	<i>Tetramerium nervosum</i>	El olotillo	Nees	Angiosperms	Lamiales	Acanthaceae	Tetramerium	Nervosum	Hierba
62	<i>Hyptis pectinata</i>	Alhucema, Nigua	Poit.	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	Hyptis	Pectinata	Hierba
63	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Bola del rey, Bastón de San Francisco	(L.) R.Br.	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	Leonotis	Nepetifolia	Arbusto
64	<i>Mesosphaerum eriocephalum</i>	Poleo azul	(Benth.) Kuntze	Angiosperms	Lamiales	Lamiaceae	Mesosphaerum	Eriocephalum	Hierba
65	<i>Proboscidea althaeifolia</i>	La yuca de monte o de caballo	(Benth.) Decne.	Angiosperms	Lamiales	Martyniaceae	Proboscidea	Althaeifolia	Hierba
66	<i>Veronica anagallis - aquatica</i>	Espiga de reina, Hierba de locos	L.	Angiosperms	Lamiales	Plantaginaceae	Veronica	Anagallis - aquatica	Hierba
67	<i>Abutilon mollissimum</i>	Varilla	(Cav.) Sweet	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Abutilon	Mollissimum	Arbusto
68	<i>Gaya endacantha</i>	No reportado	Hochr.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Gaya	Endacantha	Hierba
69	<i>Gaya peruviana</i>	No reportado	Ulbr.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Gaya	Peruviana	Hierba
70	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	(L.) Garcke	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Malvastrum	Coromandelianum	Arbusto
71	<i>Sida cordifolia</i>	Escobilla China	L.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Sida	Cordifolia	Arbusto
72	<i>Sida rhombifolia</i>	Ancojacha, Ancusacha	L.	Angiosperms	Malvales	Malvaceae	Sida	Rhombifolia	Hierba
73	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo	L.	Angiosperms	Malvales	Muntingiaceae	Muntingia	Calabura	Árbol
74	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Hierba de la golondrina	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia	Hypericifolia	Hierba
75	<i>Euphorbia elliptica</i>	Casalina, Catalina en Jalisco	Lam.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia	Elliptica	Hierba
76	<i>Euphorbia sp.</i>	No reportado	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	Euphorbia	Sp.	Hierba
77	<i>Ricinus communis</i>	Higuera del diablo, Higuera infernal	L.	Angiosperms	Malpighiales	Euphorbiaceae	Ricinus	Communis	Árbol
78	<i>Banisteriopsis oxyclada</i>	No reportado	(A.Juss.) B.Gates	Angiosperms	Malpighiales	Malpighiaceae	Banisteriopsis	Oxyclada	Enredadera
79	<i>Diplopterys leiocarpa</i>	No reportado	(A.Juss.) W.R.Anderson & C.Davis	Angiosperms	Malpighiales	Malpighiaceae	Diplopterys	Leiocarpa	Arbusto
80	<i>Salix chilensis</i>	Sauce Amargo	L.	Angiosperms	Malpighiales	Salicaceae	Salix	Chilensis	Árbol
81	<i>Ipomoea dubia</i>	No reportado	Roem. & Schult.	Angiosperms	Solanales	Convolvulaceae	Ipomoea	Dubia	Enredadera
82	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Frijolillo	L.	Angiosperms	Solanales	Convolvulaceae	Ipomoea	Hederifolia	Enredadera
83	<i>Datura stramonium</i>	El estramonio	L.	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	Datura	Stramonium	Arbusto

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 VENEZUELA

[Handwritten Signature]

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AUTOR	FILO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	HÁBITO DE CRECIMIENTO
84	<i>Iochroma arborescens</i>	Toquín	J.M.H.Shaw	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	<i>Iochroma</i>	<i>Arborescens</i>	Arbusto
85	<i>Nicandra physalodes</i>	Capulí cimarrón, Toccooro	(L.) Gaertn.	Angiosperms	Solanales	Solanaceae	<i>Nicandra</i>	<i>Physalodes</i>	Hierba
86	<i>Asclepias curassavica</i>	Flor de sangre, Platanillo	L.	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias</i>	<i>Curassavica</i>	Hierba
87	<i>Prestonia mollis</i>	Salva mula	Kunth	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Prestonia</i>	<i>Mollis</i>	Enredadera
88	<i>Vallesia glabra</i>	Peralillo	Link	Angiosperms	Gentianales	Apocynaceae	<i>Vallesia</i>	<i>Glabra</i>	Árbol
89	<i>Peperomia dolabriformis</i>	Congona	Kunth	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia</i>	<i>Dolabriformis</i>	Hierba
90	<i>Peperomia trollii</i>	No reportado	Hutchison & Rauh	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia</i>	<i>Trollii</i>	Hierba
91	<i>Piper aduncum</i>	Matico, Hierba del soldado	L.	Angiosperms	Piperales	Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Aduncum</i>	Árbol
92	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Cola de alacrán	Murray	Angiosperms	Boraginales	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Angiospermum</i>	Arbusto
93	<i>Tropaeolum haynianum</i>	No reportado	Bernh.	Angiosperms	Brassicales	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum</i>	<i>Haynianum</i>	Hierba
94	<i>Cucumis dipsaceus</i>	Jaboncillo, friega mate.	Ehreb. ex Spach	Angiosperms	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucumis</i>	<i>Dipsaceus</i>	Hierba
95	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Kunth	Angiosperms	Fagales	Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>Acuminata</i>	Árbol
96	<i>Ludwigia peruviana</i>	Clavo de Agua	(L.) H.Hara	Angiosperms	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia</i>	<i>Peruviana</i>	Hierba
97	<i>Scutia sp.</i>	No reportado	(Comm. ex DC.) Brongn.	Angiosperms	Rosales	Rhamnaceae	<i>Scutia</i>	<i>Sp.</i>	Arbusto
98	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chamana, Chamisa samana	Jacq.	Angiosperms	Sapindales	Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>Viscosa</i>	Arbusto
99	<i>Kallstroemia pubescens</i>	Abrojo pálido	(G.Don) Dandy	Angiosperms	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia</i>	<i>Pubescens</i>	Hierba
100	<i>Equisetum giganteum</i>	Cola de caballo gigante	L.	Pteridophytes	Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	<i>Giganteum</i>	Hierba
101	<i>Pityrogramma trifoliata</i>	Varilla de la Costa	(L.) R.M.Tryon	Pteridophytes	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Pityrogramma</i>	<i>Trifoliata</i>	Hierba
102	<i>Thelypteris glandulosolanosa</i>	Raqui - raqui	(C.Chr.) R.M.Tryon	Pteridophytes	Polypodiales	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i>	<i>Glandulosolanosa</i>	Hierba



[Handwritten signature]

Anexo I. Muestras botánicas

Figura 68

Abutilon mollissimum



Figura 69

Albizia multiflora



Figura 70

Alnus acuminata



Figura 71

Ambrosia artemisiifolia



Figura 72

Asclepias curassavica



Figura 73

Baccharis salicifolia



Figura 74

Borzicactus tenuiserpens



Figura 75

Bougainvillea peruviana



Figura 76

Cenchrus myosuroides



Figura 77

Chenopodium album



Figura 78

Chloris radiata



Figura 79

Crotalaria incana



Figura 80

Cucumis dipsaceus



Figura 81

Cyperus ochraceus



Figura 82

Erigeron bonariensis



Figura 83

Espositoa lanata



Figura 84

Euphorbia hypericifolia



Figura 85

Euphorbia sp.



Figura 86

Heliotropium angiospermum



Figura 87

Leonotis nepetifolia



Figura 88

Leucaena trichodes



Figura 89

Macroptilium atropurpureum



Figura 90

Malvastrum coromandelianum



Figura 91

Melinis repens



Figura 92

Mirabilis viscosa



Figura 93

Muntingia calabura



Figura 94

Nicandra physalodes



Figura 95

Opuntia ficus indica



Figura 96

Phaseolus pachyrrhizoides



Figura 97

Phragmites australis



Figura 98

Piper aduncum



Figura 99

Pityrogramma trifoliata



Figura 100

Porophyllum ruderale



Figura 101

Prestonia mollis



Figura 102

Puya sp.



Figura 103

Ricinus communis



Figura 104

Salix chilensis



Figura 105

Sanchezia longiflora



Figura 106

Sida cordifolia



Figura 107

Sida rhombifolia



Figura 108

Tara spinosa



Figura 109

Thelypteris glandulosolanosa



Figura 110

Tillandsia sp.



Figura 111

Tretamerium nervosum



Figura 112

Trixis cacalioides



Figura 113

Vachellia macracantha



Figura 114

Verbesina sp.



Figura 115

Veronica anagallis – aquatica

