

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN ESTACIÓN
BIOLÓGICA VILLA CARMEN-KOSÑIPATA-CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

ASESOR:

Dr. LUCIANO JULIÁN CRUZ MIRANDA

**FINANCIADO POR EL PROGRAMA
“YACHAYNINCHIS WIYARINAMPAQ”**

CUSCO – PERÚ

2023



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dr. Luciano Julian Cruz Miranda
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS
EN EL ÁREA DE CONCESIÓN ESTACIÓN BIOLÓGICA VILLA
CARMEN - KOSÑIPATA - CUSCO

Presentado por: AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS DNI N° 46745839;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de BIOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 24 de AGOSTO de 2026


.....
Firma

Post firma Luciano J. Cruz Miranda

Nro. de DNI 23833187

ORCID del Asesor orcid.org/009-002-9315-968x

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:615973517

AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EN EL ÁREA DE CONCESIÓN ESTACIÓN BIOLÓG...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:615971517

Fecha de entrega

21 ago 2026, 9:18 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 ago 2026, 9:28 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS UNSAAC - AARÓN DE LA SOTA -LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES (2° Rev).pdf

Tamaño del archivo

2.8 MB

166 páginas

26.980 palabras

146.321 caracteres

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, nuestro señor Jesucristo por la oportunidad de investigar en todo cuanto me he propuesto.

A mi familia sanguínea: Sonia Vargas Aguilar, Betsy Astrid Ortega Vargas y Juan Carlos Vargas Aguilar.

A mi familia Académica: Msc. Hernán Ortega, Mentor de la ictiología peruana y jefe del Departamento de Ictiología del MHN-UNMSM y Msc. Jerry Arana Maestre, gran amigo y curador del Departamento de Limnología del MHN-UNMSM y todos los miembros del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

A mi asesor: Dr. Luciano Julián Cruz Miranda, por su paciencia y comprensión en todo momento y circunstancia.

A la guía y soporte académico al Dr. José Ochoa.

A la Universidad Nacional San Antonio Abad (UNSAAC) por el financiamiento a través del convenio CONCYTEC–UNSAAC, según contrato de subvención N° 009-2018-UNSAAC, del Esquema Financiero: E053-2017-UNSAAC-04, DENOMINADO "TESIS TITULO PROFESIONAL".

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
JUSTIFICACIÓN.....	V
OBJETIVOS.....	VI
1.1. OBJETIVO GENERAL	VI
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VI
CAPITULO I. MARCO TEORICO	1
1.3. ANTECEDENTES.....	1
1.4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
1.4.1. <i>Estado de Conservación de los Continentales Peruanos</i>	4
1.4.2. <i>Ecosistemas Acuáticos Continentales Peruanos</i>	4
1.4.3. <i>Parámetros Físicos y químicos del agua.</i>	6
1.5. ASPECTO BIOLÓGICO	8
1.5.1. <i>Macroinvertebrados Acuáticos</i>	8
1.5.2. <i>Peces</i>	9
1.6. ÍNDICES BIOLÓGICOS	9
CAPITULO II. ÁREA DE ESTUDIO	11
2.1. UBICACIÓN	11
2.1.1. <i>Ubicación Política</i>	11
2.1.2. <i>Ubicación Geográfica</i>	11
2.1.3. <i>Límites.</i>	11
2.1.4. <i>Ubicación Hidrográfica</i>	12

2.1.5. Accesibilidad.....	12
2.1.6. Clima.....	14
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA DE VILLA CARMEN	16
2.2.1. Caracterización de la Quebrada Defensa.....	16
2.2.2. Caracterización de la Quebrada Sachavacayoc	16
2.2.3. Caracterización de la Quebrada Paredes.....	16
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOLOGÍA	19
3.1. MATERIALES.....	19
3.1.1. Materiales de campo	19
3.2.1. Material de Gabinete	20
3.2. METODOLOGÍA	20
3.2.1. Ubicación de estaciones de muestreo.....	20
3.2.2. Análisis de parámetros físicos y químicos del agua	23
3.2.3. Colecta e identificación de las comunidades bióticas acuáticas.....	23
3.2.4. Diversidad Alfa	25
3.2.5. Diversidad Beta	26
3.2.6. Análisis de indicadores biológico para macroinvertebrados acuáticos	27
3.2.7. Análisis del estado de conservación para peces	30
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA QUEBRADA DEFENSA, QUEBRADA SACHAVACAYOC Y QUEBRADA PAREDES	33
4.2. ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS.	34
4.2.1. Composición taxonómica y riqueza de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.....	34
4.2.2. Riqueza y abundancia relativa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de secas.	39
4.2.2.1. Análisis de la acumulación de especies de macroinvertebrados en la época de secas	42

4.2.2.2. Diversidad alfa para macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de secas.	43
4.2.2.3. Diversidad beta de los macroinvertebrados acuáticos en la época de secas	45
4.2.3. <i>Riqueza y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de lluvia.</i>	49
4.2.3.1. Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvias	52
4.2.3.2. Diversidad alfa para macroinvertebrados en época de lluvias	53
4.2.3.3. Diversidad Beta de los macroinvertebrados acuáticos para la época de lluvias	55
4.2.4. <i>Composición taxonómica y riqueza de la comunidad de peces de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes.</i>	58
4.2.5. <i>Riqueza y abundancia de la ictiofauna de las quebradas en estudio en época de secas</i>	62
4.2.5.1. Análisis de la curva de acumulación de especies peces de las estaciones evaluadas en la época de secas	64
4.2.5.2. Diversidad alfa de los peces época de secas	65
4.2.5.3. Diversidad beta de los peces en la época de secas	67
4.2.14.2 Índice cuantitativo de Morisita	69
4.2.6. <i>Riqueza y abundancia relativa de la ictiofauna de las quebradas en estudio en época de lluvias</i>	71
4.2.6.1. Análisis de la curva de acumulación de especies peces de las estaciones evaluadas en la época de lluvias	75
4.2.6.2. Diversidad alfa de los peces de las quebradas en estudio en época de secas	76
4.2.18. <i>Diversidad beta de los peces de las quebradas en estudio en la época de lluvias</i>	78
4.2.18.1. Índice cualitativo de Jaccard	78
4.2.18.2. Índice cuantitativo de Morisita	79
4.3. ÍNDICES BIÓTICOS DE LAS QUEBRADA DEFENSA, SACHAVACAYOC Y PAREDES EN EL ÁREA DE CONCESIÓN PRIVADA DE VILLA CARMEN -PILCOPATA - CUSCO	82
4.3.1. <i>Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Defensa en época de secas</i>	82

4.3.2. Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Sachavacayoc en época de secas	86
4.3.3. Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Paredes en época de secas 90	
4.3.4. Índices bióticos de los macroinvertebrados de la quebrada Defensa en época de lluvias	94
4.3.5. Índices bióticos de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Sachavacayoc en época de lluvias	97
4.3.6. Índices bióticos de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Paredes en época de lluvias	101
4.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL ÁREA DE CONCESIÓN PRIVADA DE VILLA CARMEN – KOSÑIPATA- CUSCO	104
4.4.1. Índice de Integridad Biótica (IBI) de la ictiofauna	104
DISCUSIONES.....	109
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXO 1. FICHAS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS.....	119
ANEXO 2. AUTORIZACIÓN PARA EFECTUAR INVESTIGACIÓN PESQUERA CONEXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE ESPECÍMENES HIDROBIOLÓGICOS	120
ANEXO 3. FORMATO DE CAMPO PARA DELIMITAR LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y LAS COLECTAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.	124
ANEXO 4. FICHA DE DATOS ICTIOLÓGICOS DE CAMPO.....	125
ANEXO 5. PUNTAJE DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL INDICE BMWP/COL (ROLDAN, 2012)	126

ANEXO 6. LISTA DE FAMILIAS CON PUNTAJE EN EL ÍNDICE BIÓTICO ANDINO (ABI) (ACOSTA , RÍOS , RIERADEVALL, & PRAT, 2009)	127
ANEXO 7. LISTA DE LAS PUNTUACIONES DE LAS FAMILIAS EN EL ÍNDICE BIÓTICO DE FAMILIAS. (HILSENHOFF, 1988)	128
ANEXO 6. FOTOGRAFIAS DE CAMPO.	129

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Tipos de ríos en la amazonía peruana</i>	6
Tabla 2.	<i>Ubicación geográfica de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y la quebrada Paredes</i>	11
Tabla 3.	<i>Precipitaciones y temperatura promedios de la estación metereológica chontachaca desde julio desde el año 2016 al mes de junio del año 2019.....</i>	14
Tabla 4.	<i>Ubicación de estaciones de muestreo de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes en la concesión Villa Carmen.....</i>	20
Tabla 5.	<i>Valoración del índice BMWP/COL. (Roldan & Ramirez., 2008)</i>	28
Tabla 6.	<i>Valoración del índice biótico andino - ABI (Acosta, et al., 2008).....</i>	28
Tabla 7.	<i>Valoración del índice de análisis % de familias ept (carrera & fierro., 2001)</i>	29
Tabla 8.	<i>Valoración del índice de familias -IBF (Hilsenhoff, 1988)</i>	30
Tabla 9.	<i>Categorías y criterios empleados en el índice IBI -modificado.....</i>	30
Tabla 10.	<i>Valoración del índice de integridad biológica -IBI</i>	31
Tabla 11.	<i>Parámetros físicos y químicos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la estación biológica de Villa Carmen .</i>	33
Tabla 12.	<i>Composición y riqueza general de las comunidades de macroinvertebrados en total de las quebradas en estudio.....</i>	34

Tabla 13. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes en época de secas.	39
Tabla 14. Índices de diversidad alfa en época de secas.....	43
Tabla 15. Índice de jaccard para las quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes	45
Tabla 16. Índice de morisita para las quebradas Defensa,Sachavacayoc y Paredes.....	47
Tabla 17. Abundancia de macroinvertebrados de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes en épocas de lluvia..	49
Tabla 18. Índices de diversidad alfa en época de lluvias	53
Tabla 19. Índice cualitativo de jaccard para la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes	55
Tabla 20. Índice cuantitativo de morisita para la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes	56
Tabla 21. Composición y riqueza general de la comunidad de peces de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes.	58
Tabla 22. Abundancia de la comunidad de peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de secas	62
Tabla 23. Índices de diversidad alfa en época de secas.....	65

Tabla 24. <i>Índice cualitativo de jaccard para las quebrada Defensa,</i> <i>sachavacayoc y paredes.....</i>	<i>67</i>
Tabla 25. <i>Índice cuantitativo de morisita para las quebrada Defensa,</i> <i>sachavacayoc y paredes.....</i>	<i>69</i>
Tabla 26. <i>Abundancia relativa de la ictiofauna de las quebradas Defensa,</i> <i>sachavacayoc y paredes en épocas de lluvias.....</i>	<i>71</i>
Tabla 27. <i>Índices de diversidad alfa en época de secas.....</i>	<i>76</i>
Tabla 28. <i>Índice cualitativo de jaccard para las quebradas Defensa,</i> <i>Sachavacayoc y Paredes.....</i>	<i>78</i>
Tabla 29. <i>Índice de similitud cuantitativa de morisita de peces de las quebradas</i> <i>Defensa, sachavacayoc y paredes en la época de lluvias</i>	<i>79</i>
Tabla 30. <i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01 de la quebrada</i> <i>Defensa</i>	<i>82</i>
Tabla 31. <i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02 de la quebrada</i> <i>Defensa.</i>	<i>84</i>
Tabla 32. <i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-03 de la quebrada</i> <i>Defensa</i>	<i>86</i>
Tabla 33. <i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04 de la quebrada</i> <i>Sachavacayoc</i>	<i>88</i>
Tabla 34. <i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05 de la quebrada</i> <i>Paredes</i>	<i>90</i>

Tabla 35.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06 de la quebrada Paredes</i>	<i>92</i>
Tabla 36.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01 de la quebrada Defensa</i>	<i>94</i>
Tabla 37.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02 de la quebrada defensa.....</i>	<i>95</i>
Tabla 38.	<i>Calidad de agua de la estación de la estación de muestreo R-QS-03 de la quebrada sachavacayoc</i>	<i>97</i>
Tabla 39.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04 de la quebrada Sachavacayoc</i>	<i>99</i>
Tabla 40.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05 de la quebrada Paredes</i>	<i>101</i>
Tabla 41.	<i>Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06 de la quebrada paredes</i>	<i>102</i>
Tabla 42.	<i>Nivel trófico de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y paredes en la época de secas.</i>	<i>104</i>
Tabla 43.	<i>Puntuación y calificación del índice de integridad biótica (IBI) de las quebradas en época de secas.....</i>	<i>105</i>
Tabla 44.	<i>Nivel trófico de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de lluvias.</i>	<i>106</i>

Tabla 45. <i>Puntuación y calificación de del índice de integridad biótica (IBI) de las quebradas en época de lluvias.....</i>	107
---	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de accesibilidad terrestre a la zona de estudio</i>	13
Figura 2. <i>Climatodiagrama de la estación metereológica de chontachaca - 2019</i>	15
Figura 3. <i>Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo y las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes</i>	18
Figura 4. <i>Mapa de estaciones de muestreo en los quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes.</i>	22
Figura 5. <i>Abundancia de macroinvertebrados acuáticos por familia taxonómica ..</i>	37
Figura 6. <i>Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos por orden taxonómico</i>	38
Figura 7. <i>Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados de las estaciones evaluadas en la época de secas.</i>	42
Figura 8. <i>Índice de diversidad de simpson de los macroinvertebrados en las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de secas .</i>	44
Figura 9. <i>Índice de diversidad de Shannon-Wiener de los macroinvertebrados de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de secas</i>	44
Figura 10. <i>Rangos de similitud cualitativa de Jaccard para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en época de secas.....</i>	46

Figura 11. <i>Rangos de similitud cualitativa de Morisita para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en épocas de secas.</i>	48
Figura 12. <i>Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos de las estaciones evaluadas en la época de lluvias</i>	52
Figura 13. <i>Índice de diversidad de Simpson de las comunidades de macroinvertebrados en época de lluvias</i>	53
Figura 14. <i>Índice de diversidad de Shannon-Wiener de los macroinvertebrados de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y Quebrada en la época de lluvias.</i>	54
Figura 15. <i>Dendrograma de similitud cualitativa de Jaccard para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvias</i>	56
Figura 16. <i>Dendrograma de similitud cuantitativa de Morisita para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvias</i>	57
Figura 17. <i>Abundancia de peces por familia taxonómica</i>	60
Figura 18. <i>Abundancia relativa de peces por órdenes de las quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes</i>	61
Figura 19. <i>Curva de acumulación de especies de las estaciones evaluadas en la época de secas</i>	64
Figura 20. <i>Índice de diversidad de Simpson de las comunidades de peces en épocas de secas</i>	65

Figura 21. <i>Índice de diversidad de Shannon-Wiener de las comunidades de peces en época de secas.</i>	66
Figura 22. <i>Dendrograma de similitud cualitativa de Jaccard para peces en la época de secas</i>	68
Figura 23. <i>Dendrograma de similitud cuantitativa de morisita para peces en la época de secas</i>	70
Figura 24. <i>Curva de acumulación de especies de las estaciones evaluadas en la época de lluvia</i>	75
Figura 25. <i>Índice de diversidad de Simpson de los peces en la época de lluvias.</i>	77
Figura 26. <i>Índice de diversidad de Shannon-Wiener de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de lluvias.</i>	78
Figura 27. <i>Dendrograma de similitud cualitativa de Jaccard para peces en época de lluvias.</i>	79
Figura 28. <i>Dendrograma de similitud de Morisita para las quebrada defensa, sachavacayoc y paredes en la época de lluvias.</i>	81
Figura 29. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01.</i>	83
Figura 30. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02</i>	85

Figura 31. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-03.</i>	87
Figura 32. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04.</i>	89
Figura 33. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05.</i>	91
Figura 34. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06,</i>	93
Figura 35. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01</i>	95
Figura 36. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02.</i>	96
Figura 37. <i>Resultado de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestrep R-QS-03</i>	98
Figura 38. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04</i>	100
Figura 39. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05</i>	101
Figura 40. <i>Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06</i>	103

RESUMEN

Se evaluó el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos en el área de concesión en el área de concesión de la Estación Biológica de Villa Carmen – Pilcopata – Cusco se realizó en las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes durante el periodo de agosto de 2018 y febrero de 2019. Se estableció 6 estaciones de muestreo por cada época en una gradiente altitudinal >500 m. a <800 registrando parámetros físicos y químicos. Se colectó comunidades de macroinvertebrados acuáticos y peces. Las identificaciones taxonómicas se efectuaron en los departamentos de Ictiología (peces) y departamento de Limnología del Museo de Historia Natural – UNMSM aplicando claves especializadas, Índice Biológico Andino ABI. Los parámetros físicos y químicos se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). La comunidad de macroinvertebrados presentó 11 órdenes, 39 familias y 46 especies de 2053 individuos mientras que la comunidad de peces se conformó por 4 órdenes, 10 familias, 20 géneros y 31 especies de 335 individuos demostrando una riqueza y distribución moderada – alta. Con un índice biótico de bentos BMWP, ABI, IBF y %EPT determinando calidades de agua de No Contaminadas a Aguas muy limpias, Buenas a Muy Buenas, Excelente a Regular y Regular a Buena en época de secas y en época de lluvias con calidades de Aguas con inicios de contaminación y Aguas No contaminadas, buenas y muy buenas, Excelente a mala y Buena a Mala. Finalmente, el índice de integridad Biótica (IBI) para peces mostró un estado de conservación aceptable en ambas épocas del año.

Palabras claves: Estado de conservación, Macroinvertebrados acuáticos, Peces, Índices bióticos, Índice de integridad biológica.

INTRODUCCIÓN

El Perú es una nación megadiversa en ecosistemas terrestres y acuáticas con poblaciones de flora, fauna y comunidades de organismos distribuidos en sus regiones de Costa, Sierra y Selva, estos último con una gran distribución de redes hidrográficas de un origen glacial recorriendo la vertiente de la cuenca Amazónica albergando grandes cadenas tróficas de peces sufriendo presiones por parte de las poblaciones humanas aledañas haciendo un uso desmedido de los recursos hidrobiológicos (Ortega, Samanez Valer, Rimarachin ching, Arana Maestre, & Palma Gonzales, 2014).

La estación biológica Villa Carmen está ubicada en el distrito de Kosñipata, provincia de Paucartambo, región de Cusco, dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de Biosfera del Manu inmersa en una red hidrográfica constituida por las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes, las cuales son afluentes del río Piñi Piñi y del río Alto Madre de Dios. Estos ecosistemas presentan una gran diversidad y abundancia de comunidades biológicas dentro de los bosques montanos y basimontanos de la región ecosistémica Yunga de las vertientes orientales de los andes de la amazonia. (MINAN, 2019).

El presente trabajo de investigación evaluó el estado de conservación de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes por medio de la diversidad, abundancia e índices biológicos de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos y peces continentales. La colecta se efectuó en seis estaciones de muestreo, cuyos resultados se alcanzaron al Servicio Nacional de Áreas Protegidas –SERNANP-, al Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre - SERFOR-, Ministerio de la Producción – PRODUCE-, Municipalidad provincial de Paucartambo y la Municipalidad distrital de Kosñipata con la finalidad de planificar estrategias de manejo en conservación y protección de cuencas andino-amazónicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático hoy en día está alterando los ecosistemas y ciclos biológicos de los seres vivos vulnerando en el equilibrio de biomas acuáticos reflejándose en el incremento de la concentración de nutrientes en los recursos hídricos, aumento de la temperatura del agua en las descargas pluviales, y la pérdida de la biodiversidad generando impactos dentro de la economía global (MINAM, 2017).

El agua es un importante recurso natural, renovable e indispensable para la vida y de uso estratégico para el desarrollo sostenible y el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y ciclos naturales, siendo patrimonio e interés común en la protección ambiental y su conservación de manera inalienable e imprescriptible (ANA, 2009).

La conservación y protección de los ecosistemas acuáticos montanos en el suroeste del Perú requiere una evaluación de las características físicas, químicas, diversidad de macroinvertebrados, peces, los que permiten determinar los índices bióticos e índice de integridad biológica y el uso sostenible de este recurso repercute en la economía de las comunidades y su desarrollo en el Área de concesión privada Villa Carmen – Pilcopata -Cusco para el uso sostenible de los recursos hídricos-hidrobiológicos que conservan las nacientes de las cuencas andino- amazónicas del valle de Kosñipata.

Por lo expuesto, se formula las siguientes interrogantes de investigación.

El problema general:

¿Cuál es el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en el área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen, ¿Pilcopata – Cusco?

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la calidad de los parámetros físico y químicos de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en el área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen -Pilcopata – Cusco?

- ¿Cuál es la diversidad, abundancia y estructura de las comunidades de macroinvertebrados y peces de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en el área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen -Pilcopata – Cusco?
- ¿En qué condiciones se encuentran los índices bióticos BMWP, ABI, IBF y %ETP de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en el área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen -Pilcopata – Cusco?
- ¿En qué condición se encuentra índice de integridad biológica de los ecosistemas acuáticos del área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen -Pilcopata – Cusco?

JUSTIFICACIÓN

Los conocimientos de los ecosistemas acuáticos de los bosques basi-montanos de la región Yunga entre 500 a 1800 m. de altitud son poco estudiados para planificar estrategias de desarrollo sostenible, por ello es de interés investigar el estado de conservación de las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes siendo cabeceras de cuenca de primer y segundo orden, las cuales actúan como tributarios de los ríos navegables Piñi Piñi y Alto Madre de Dios.

El uso simultaneo de metodologías basado en parámetros fisicoquímicos en conjunto de múltiples índices bióticos macroinvertebrados acuáticos (ABI, BMWP, IBF, %EPT) y peces (IBI) proveen una herramienta de diagnóstico integral y de alta sensibilidad ante perturbaciones ecológicas superando las limitaciones de los análisis individuales convencionales dando mayor soporte académico e interpretativo del estado ecológico.

Ante la ausencia de estrategias de conservación y protección para la biodiversidad acuática de macroinvertebrados y peces continentales de las cabeceras de cuenca andino– amazónicas de primer y segundo orden en las regiones de Cusco y Madre Dios frente a las principales actividades antrópicas latentes de pesca, sobrepesca, represamiento y minería, la presente investigación demostró el estado de salud y el equilibrio de ecosistemas acuáticos de acuerdo a su diversidad, abundancia, susceptibilidad de las especies, cadena trófica e índices biológicos. Así mismo, la información generada constituye una base de datos fundamental para las jefaturas de las áreas naturales protegidas, gobiernos locales y nacionales permitiendo establecer planes de manejo orientados a garantizar la seguridad hídrica de las poblaciones dependientes de su conservación.

Finalmente, el estudio está amparado por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAN, el Decreto Supremo N°019-2009-MINAN y la Resolución Ministerial N°455-2018-MINAN.

OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Evaluar el estado de conservación de la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes en el área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen -Pilcopata – Cusco

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos y químicos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes.
- Determinar la diversidad, abundancia y la composición de las comunidades de macroinvertebrados y peces.
- Estimar los Índices bióticos de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.
- Calcular el estado de conservación por medio del Índice de integridad biológica de los ecosistemas acuáticos.

CAPITULO I.

MARCO TEORICO

1.3. Antecedentes

Alva (1999) evaluó la diversidad y composición de los macroinvertebrados acuáticos con el método de arrastre de diferentes sustratos con una red Surber de 500 micras y según la susceptibilidad frente a contaminantes a lo largo de vertiente del río de Granada, España e infiere que el índice biológico IBMWP (Biological Monitoring Working Party Ibérico) es adaptado solo para el mar mediterráneo y se recomienda adaptar los índices de acuerdo a la biota de cada región.

(Salcedo *et al.*, 2003) Indicaron que la heterogeneidad del hábitat fluvial es determinante en la riqueza, diversidad y estructura poblacional de usando una red Surber de 500 micras por arrastre en los invertebrados acuáticos en relación a la concentración de nutrientes proveniente de la vegetación de ribera catalogada como excelente en la calidad de agua del río San Alberto, Oxapampa.

Jacobsen (2004) Estudió los patrones de riqueza familiar de macroinvertebrados acuáticos relacionados a rangos altitudinales caracterizando la riqueza funcional de las comunidades bióticas acuáticas con la riqueza de macrobentos en biotas similares de arroyos individuales a lo largo de las vertientes usando una red Surber de 500 micras en contra de la corriente y removiendo sustratos en las cabeceras de los altoandinos.

(Arroyo & Encalada, 2009) Evaluaron la calidad de agua a través de la captura de macroinvertebrados bentónicos con una red Surber de 500 micras determinando los índices biológicos en de bosque de neblina montano en Ecuador concluyendo que existe una asociación negativa entre la riqueza de familias de los estudiados con los parámetros de conductividad eléctrica y los sólidos disueltos y expresan que los índices biológicos tienen que ser más específicos e incluyentes según sus índices de sensibilidad a la contaminación.

(Tejerina-Garro & de Mérona, 2010) Manifiestan que la comunidad de peces capturados con una red de arrastre de 30 m x 3m y el flujo de sus poblaciones están relacionados con el descenso del nivel del agua y/o caudal en época de secas, impidiendo el desplazamiento de algunas especies piscívoras y/o carnívoros e insectívoros y en la época de creciente fluvial predominan los peces de hábitos alimenticios omnívoros oportunistas (insectívoros y piscívoros).

(Ortega *et al.*, 2012) Publicaron una lista de peces continentales del Perú con una composición taxonómica de 17 órdenes, 55 familias, 375 géneros y 1064 especies de peces provenientes de la cuenca amazónica occidental, cuenca del lago Titicaca y una parte de las vertientes del pacífico o costeros, depositados en el Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

(Lujan *et al.*, 2013) Demostraron la riqueza de taxones de macroinvertebrados acuáticos colectados con una red Surber de 500 micras y peces capturados con atarraya de 5kg son inversamente proporcionales a la abundancia de las comunidades hidrobiológicas con excepción de las algas, concluyen que la diversidad decrece con la altitud y es independiente del hábitat y los parámetros físicos y químicos como oxígeno disuelto, conductividad, temperatura, salinidad y potencial de hidrogeniones a lo largo del Araza.

(Meza Vargas, 2014) Empleó el índice de integridad biótica para determinar el estado de conservación de los hábitats acuáticos entre la cuenca Aucayacu y Tocache caracterizando como buenas y regulares con valores entre 20 a 40 en promedio respectivamente y registran 64 especies de peces donde los órdenes Characiformes y Siluriformes capturados con una red de arrastre de 30m x 3 m fueron dominantes y abundantes. (Meza Vargas, 2014)

(Quispe Phocco, 2015) Estudió la diversidad de la ictiofauna colectados con red de arrastre de 30m x 30m y macroinvertebrados acuáticos con red Surber de 500 micras como bioindicadores de la calidad hídrica en las quebradas Gamitana y Quebrada Valencia ubicados entre 176 m. y 500 m. de altitud en el bajo Madre de Dios registrando 489 individuos distribuidos en 22 familias, 62 géneros y 73 especies de peces

continentales y 125 individuos de macroinvertebrados acuáticos comprendidos en 4 clases, 11 órdenes, 19 familias y 26 especies y afirman que los parámetros físico y químicos como las actividades humanas condicionan la composición de las comunidades de peces y macroinvertebrados.

(Peralta *et al.*, 2016) Registraron 69 familias de macroinvertebrados acuáticos bioindicadores de calidad de agua colectados con una red Surber de 500 micras, hábitat de preferencia y puntuación en los índices BMWP/col en subcuencas de los ríos del Alto Madre de Dios, Inambari, Madre de Dios, Tahuamanu, Las Piedras, Heath y Tambopata con un valor de 0 a 10 de sensibilidad frente a la contaminación por familia registrada.

(Tobes *et al.*, 2016) Evaluaron la relación de talla y peso de los peces dulce acuícola andino -amazónicos en una gradiente altitudinal entre los 2700 a 300 m. colectados en el Alto Madre de Dios por medio de una red de arrastre de 30m x 3 m, reportando 24 especies de los cuales 22 son especies nativas.

(Vivanco Medrano & Galdos Pantani, 2019) Evaluaron la calidad ecológica de un riachuelo localizado en la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, registrando 13 órdenes y 29 familias de macroinvertebrados acuáticos de un total de 387 individuos colectados por medio de una red Surber de 500 micras en una gradiente altitudinal desde los 180 a 203 m. de altitud.

(Meneses *et al.*, 2019), Determinaron los índices biológicos acuáticos cualitativos de ABI y BMWP en la parte alta, media y baja del Tota, Villapinzón, Tocancipá en Colombia por medio de una red D de arrastre, siendo el índice ABI más eficaz que el índice BMWP/Col por la representatividad de familias encontradas y puntajes otorgados en los evaluados por encima de 2000 m. de altitud.

1.4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.4.1.Estado de Conservación de los Continentales Peruanos

Los ecosistemas acuáticos son ambientes limnobios representando el 0.0002% del agua dulce encontrado en lagos y lagunas conformados por una gran diversidad de especies y comunidades biológicas acuáticas relacionadas a ambientes heterogéneos influyentes en su calidad fisicoquímicas y patrones de riqueza y abundancia de las mismas (Margalef, 1983).

El Perú se ubica dentro de los 20 países con mayor recurso hídrico de aguas superficiales sin embargo están sujetas a una desigualdad espacial y variabilidad estacional causando aridez en la vertiente occidental del Pacífico Sur, estrés hídrico moderado en el Norte y sobrecarga fluvial en la vertiente del Pacífico (MINAN, 2015) y expuestas a fuentes de contaminación, agrícolas, minera formales, informales e ilegales, hidrocarburiíferos e industriales con estrategias poco adecuadas en el tratamiento de aguas y pasivos ambientales (MINAGRI, 2016) atentando con la biodiversidad acuática de fitoplancton, zooplancton, perifiton y/o algas, macroinvertebrados acuáticos y peces (Ortega *et al.*, 2014).

1.4.2.Ecosistemas Acuáticos Continentales Peruanos

Los ecosistemas acuáticos continentales del Perú nacen en los glaciares y nevados a lo largo de la cordillera de los andes dirigiéndose a los grandes océanos y/o lagos subtropicales, distinguiéndose 3 sistemas de drenajes pluviales de importancia hidrológica donde:

El sistema de drenaje de las cuencas andino-amazónicas nacen en los andes orientales hasta el océano atlántico discurriendo a lo largo de las vertientes del río Amazonas (Ortega *et al.*, 2014).

Según (Maco García, 2006), los ecosistemas acuáticos amazónicos son cuerpos de agua que nacen en diferentes espacios y altitudes a lo largo de los andes orientales, ceja de selva, selva alta y llanura amazónica presentando características únicas por sus

características físicas, químicas albergan una diversa y exuberante fauna hidrobiológica (peces, macroinvertebrados acuáticos, perifiton y plancton) dividiéndose en:

A) Ríos de agua blanca

Son ríos que tienen origen en la cordillera de los andes con un extenso recorrido desde los nevados y cabeceras de primer orden hasta la llanura amazónica, presentan aguas turbias – lodosas a causa de la concentración de arena, arcilla y limo luciendo un aspecto marrón claro, contienen material en suspensión entre los 150 a 1900 ppm con una transparencia de 50 a 60 cm, turbidez alta impidiendo el paso de la luz, conductividad eléctrica entre 106 a 684 $\mu\text{S/cm}$, con pH de 5 a 9.5. (Maco García, 2006)

B) Ríos de agua Negra

Son ríos que se originan dentro de un bosque húmedo o subsuelo, la coloración aparente es negra y ácida en un rango de 3.5 a 6.9 de pH debido a sustancias de humus y sus ácidos derivados en concentraciones altas, una transparencia entre 23 y 118 cm, con una conductividad eléctrica entre 23 a 118 $\mu\text{S/cm}$ y una turbidez baja debido al poco material en suspensión con niveles de 150 ppm, se consideran pobres con relación a la concentración de nutrientes y sales minerales (Maco García, 2006).

C) Ríos de agua Clara

Pertenecen todos los tributarios de aguas cristalinas con poco material en suspensión menores a 150 ppm, con una transparencia total, conductividad eléctrica de 35 a 9900 $\mu\text{S/cm}$, pH ligeramente básicos entre 7.2 a 8.8, es característico de ríos de selva alta (Maco García, 2006).

D) Ríos de aguas Intermedias o Mixtas

Son ríos con características compartidas entre ríos de aguas blancas y de aguas negras, con un color aparente marrón claro a amarillo-verdoso, con niveles de sólidos en suspensión entre 30 a 250 ppm, transparencia de 20 a 60 cm, conductividad eléctrica tienen de 19 a 180 $\mu\text{S/cm}$ semejante a los ríos de aguas blancas y un pH ácido entre 4.1 a 6.9 con similitud a ríos de aguas negras (Maco García, 2006).

Tipos de ríos en la Amazonía peruana

Tabla 1. *Tipos de ríos en la Amazonía peruana*

Tipos de	Aguas Claras	Aguas Blancas	Aguas intermedias o mixtas	Aguas Negras
Características				
Color aparente	Cristalina a verde clara	marrón amarillento.	Marrón claro, verde amarillento	Marrón rojizo, café oscuro
Transparencia (Cm)	Total	05 a 60	20 a 60	40 a 240
Materia en suspensión (ppm)	Muy escasa	150 a 1900	30 a 250	Poca
Conductividad eléctrica (µS/cm)	35-990	106-450	19-180	23-118

Nota: autor García, 2006

1.4.3. Parámetros Físicos y químicos del agua.

Los parámetros físicos y químicos son indicadores asociados a los minerales y metales condicionando la naturaleza de los ríos y directamente en las comunidades acuáticas, por medio de Estándares de Calidad de Agua (ECA) logrando categorizar a las aguas superficiales por su utilidad sostenible, productividad y conservación en ríos y lagunas (ANA, 2016).

A) Oxígeno disuelto

Es un parámetro químico que se origina principalmente del oxígeno atmosférico hacia la columna de agua por medio de las burbujas producidas por la turbulencia de los diferentes tipos de flujos de agua (Cascadas, caídas y rápidos), precipitación pluvial y la fotosíntesis de plantas y algas sumergidas en y quebrada disolviéndose en el agua (mg/l) y su porcentaje de saturación varía por acción de la temperatura, la presión hidrostática, la presión atmosférica, la concentración de salinidad, la altitud y las condiciones

meteorológica . (Roldan, 2012), En Perú se considera que el oxígeno disuelto está dentro de los límites de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) permisibles si son >5 como valor mínimo (MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017).

B) Conductividad eléctrica

Es un parámetro físico que mide la cantidad total de iones y/o metales presentes en el agua capaces de conducir energía eléctrica, se define como el recíproco de la resistencia medida entre dos electrodos de 1.0 cm^2 y distanciados entre sí por 1.0 cm , los valores de conductividad se expresan en micro Siemens por cm ($\mu\text{S/cm}$) y se clasifican según su resistencia eléctrica en dieléctricos, semiconductores y superconductores (Roldan, 2012), en Perú se considera que la conductividad eléctrica está dentro de los límites de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) si no sobrepasa $1000\text{ }\mu\text{S/cm}$ en la categoría de “conservación del ambiente acuático” en de selva (MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017).

C) Potencial de hidrogeniones

Es la medida de concentración de iones de hidrógeno en una solución acuosa y conceptualmente define el nivel de solubilidad y/o disolución dentro de ella, sus valores oscilan de una escala de 0 a 6.99 es considerado aguas ácidas, si tiene un valor de 7 se consideran como aguas neutras y si tienen un valor entre 7.1 a 14 se consideran aguas básicas o duras (Margalef, 1983) , en Perú se considera que pH está dentro de los límites de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) entre 6.5 a 9.0 en la categoría de “conservación del ambiente acuático” en de la selva (MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017).

D) Temperatura

Producida por la radiación solar que varía en las zonas templadas en relación al cambio de las estaciones climáticas y en zonas tropicales (Selva alta y baja) y la temperatura en las aguas de los andinos es fría a extremadamente fría, llegando a gelificarse en condiciones por debajo de 0°C . y está relacionada directamente con la solubilidad del oxígeno en el agua, a mayor temperatura es menor la capacidad de disolver en un medio acuoso y este condiciona a todos organismos con poca tolerancia

a cambios o extinciones de su comunidad acuática. (Roldan, 2012), en Perú se considera que la temperatura está dentro de los límites de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) permisibles si solo varía en $\pm 3^{\circ}\text{C}$ en la categoría de “conservación del ambiente acuático” en la selva (MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017).

E) Salinidad

Es la concentración de iones o sales minerales que actúan directamente con la solubilidad del oxígeno disuelto y la temperatura ambiente condicionando los ecosistemas acuáticos de agua dulce y posible función en organismos dependientes del oxígeno disuelto para su respiración branquial o por medio de osmorregulación (Roldan, 2012), en Perú la salinidad en concentraciones de 0 a 0.12 ppm está dentro de los límites de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) en la selva (MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental, 2017).

1.5. Aspecto biológico

1.5.1. Macroinvertebrados Acuáticos

Son organismos acuáticos bentónicos que habitan en diferentes sustratos del lecho arenoso, arcilloso, rocoso, vegetación acuática sumergida, en paquetes de hojas y materia orgánica acumulada en cuerpos de agua de ambientes acuáticos lóticos y lénticos, miden de 3 a 70mm y son bioindicadores de la calidad del agua por la riqueza de especies tolerantes y poco tolerantes frente a la contaminación permitiendo un análisis espacial de los impactos y perturbaciones antrópicas en el medio ambiente y se clasifican en los siguientes ordenes (Fernández, 2009):

- Orden Coleóptera: Conformada por escarabajos acuáticos.
- Orden Díptera: Conformada por larvas de moscos y mosquitos.
- Orden Ephemeroptera: Conformado por larvas e imagos de efímeras.
- Orden Hemiptera: Conformado por chinches acuáticos.
- Orden Lepidoptera: Conformado por larvas de mariposas y polillas acuáticas.
- Orden Megaloptera: Conformado por larvas de insectos del género *Corydalus*
- Orden Odonata: Conformado por larvas de libélulas.

- Orden Plecoptera: Conformado por larvas de insectos del género *Perlidae*.
- Orden Trichoptera: Conformado por larvas de insectos de frigáneas.
- Orden Decapoda: Conformado por artrópodos similares a los camarones.
- Orden Haplotaxida: Conformado por gusanos acuáticos.

1.5.2. Peces

Los peces animales acuáticos vertebrados cosmopolitas en el mundo, se encuentran tanto en ecosistemas de agua dulce como salada, su principal característica que permite su clasificación es según el esqueleto, clasificándose en peces Agnatos (desprovistos de mandíbulas), condriactos (Tiburones y rayas), Osteíctios (peces con sistema óseo) según Nelson, J. S. (2016). En Sudamérica se estima un 40% de todas las especies de peces que existe en el mundo con más de 5100 especies descritas, siendo el río Amazonas el nicho de la mayoría de estos organismos (Reis et al., 2016) y en el Perú hasta el año 2014 según Ortega, se tiene registrado 1141 especies, siendo los órdenes más representativos Characiformes (peces que tienen escamas y aleta adiposa), Siluriformes (No tienen escamas o poseen duras como lóricas y bigotes), Cichliformes (escamas cicloideas, aleta dorsal extendida y de importancia en la acuariofilia) y Gymnotiformes (piel lisa, conducto anal próxima a la boca, con una aleta anal muy extendida, detectan campos eléctricos) (Ortega et al., 2012).

1.6. Índices Biológicos

Andean Biotic Index-S (ABI)

Conocido como el Índice Biótico Andino, propuesto por (Acosta , Ríos , Rieradevall, & Prat, 2009) conglomerada a una lista de valoraciones y categorizaciones de un inventario taxonómico de las familias presentes con diferentes niveles de tolerancia a la contaminación en los ecosistemas andino amazónicos de Ecuador y adaptado para algunos ríos en Perú por encima de los 2000 m.

Biological Monitoring Working Party (BMWP/col)

Inicialmente propuesto en base a un sistema de asignación de puntaje promedio por taxón de las familias de macroinvertebrados acuáticos o Average Score per Taxon (ASPT) en relación a la estacionalidad y el esfuerzo de muestreo en 268 puntos de colecta de 41 en Inglaterra (Armitage *et al.*, 1982), luego fue modificado y adaptado en Colombia, iniciando con la bioindicación de familias presentes en el Medellín para determinar el grado de contaminación presente (Roldán, *et al.*, 1973) y en la actualidad es empleado en todos los países con características orográficas similares y sistemas de drenajes de ecosistemas acuáticos de montaña (Roldan, 2012).

Índice Biótico De Familias (IBF)

El Índice Biótico de Familias (IBF) es una herramienta cuantitativa que utiliza las diferentes tolerancias de una comunidad de macroinvertebrados bentónicos en un único valor, los valores de tolerancia para cada familia taxonómica por ponderación de la abundancia relativa variando entre 0 (Taxón sensible) y 10 (taxón tolerante), al final se suma el producto del número de individuos encontrados por cada familia por el valor de tolerancia respectivo de esa familia, dividido entre el número total de individuos de la muestra, fue perfeccionado por (HILSENHOFF, 1988).

Índice De Análisis De % ETP

Este índice responde al análisis cuantitativo del uso de los patrones de riqueza y abundancia de tres grupos de macroinvertebrados sensibles y/poco tolerantes a contaminantes en la calidad del agua siendo la familia Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o moscas de piedra y Trichoptera presentes en ecosistemas acuáticos de montaña con gradiente altitudinal (Carrera & Fierro, 2001).

CAPITULO II.

ÁREA DE ESTUDIO

Las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes se encuentran en el área de concesión privada de Villa Carmen – Pilcopata -Cusco.

2.1. Ubicación

2.1.1. Ubicación Política

Políticamente se encuentra:

REGIÓN : Cusco

PROVINCIA : Paucartambo

DISTRITO : Kosñipata

2.1.2. Ubicación Geográfica

Las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes nacen la cadena montañosa del cerro Teparo Punta del valle del distrito de Kosñipata a una altitud 1027, 1064 y 1112 m. respectivamente y llegan a tributar a la Intercuenca del río Piñi Piñi (Tabla 2).

Tabla 2. *Ubicación geográfica de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y la Quebrada Paredes*

	Coordenada UTM, Zona horario (19L)					
	Inicio		Altitud (m.)	Final		Altitud (m.)
	ESTE (m.)	NORTE		ESTE	NORTE	
Quebrada Defensa	239747	8576430	1027	239169	8574190	521
Quebrada Sachavacayoc	239408	8576695	1064	236945	8575439	535
Quebrada Paredes	237904	8579718	1112	234120	8579951	555

2.1.3. Límites.

El área de estudio limita:

- Por el Norte, con el cerro Teparo Punta.

- Por el Sur, con el río Piñi Piñi.
- Por el Este, con la estación biológica de Manu.
- Por el oeste, con la comunidad nativa de Santa Rosa de Wakaria.

2.1.4. Ubicación Hidrográfica

Las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes se encuentran dentro de la Unidad Hidrogeográfica de la intercuenca Alto Madre De Dios (46649 – Código Pfafstetter) dentro de la Región Hidrográfica del Amazonas (Categoría 4).

2.1.5. Accesibilidad

La zona de estudio tiene acceso por:

- Vía terrestre: Cusco – Paucartambo – Pilcopata – Estación biológica Villa Carmen.

Vía Pluvial: Puerto Maldonado - Puerto Laberinto – Puerto Boca manu, Puerto Atalaya – Puerto oroya de la Estación biológica Villa Carmen (Figura 1).

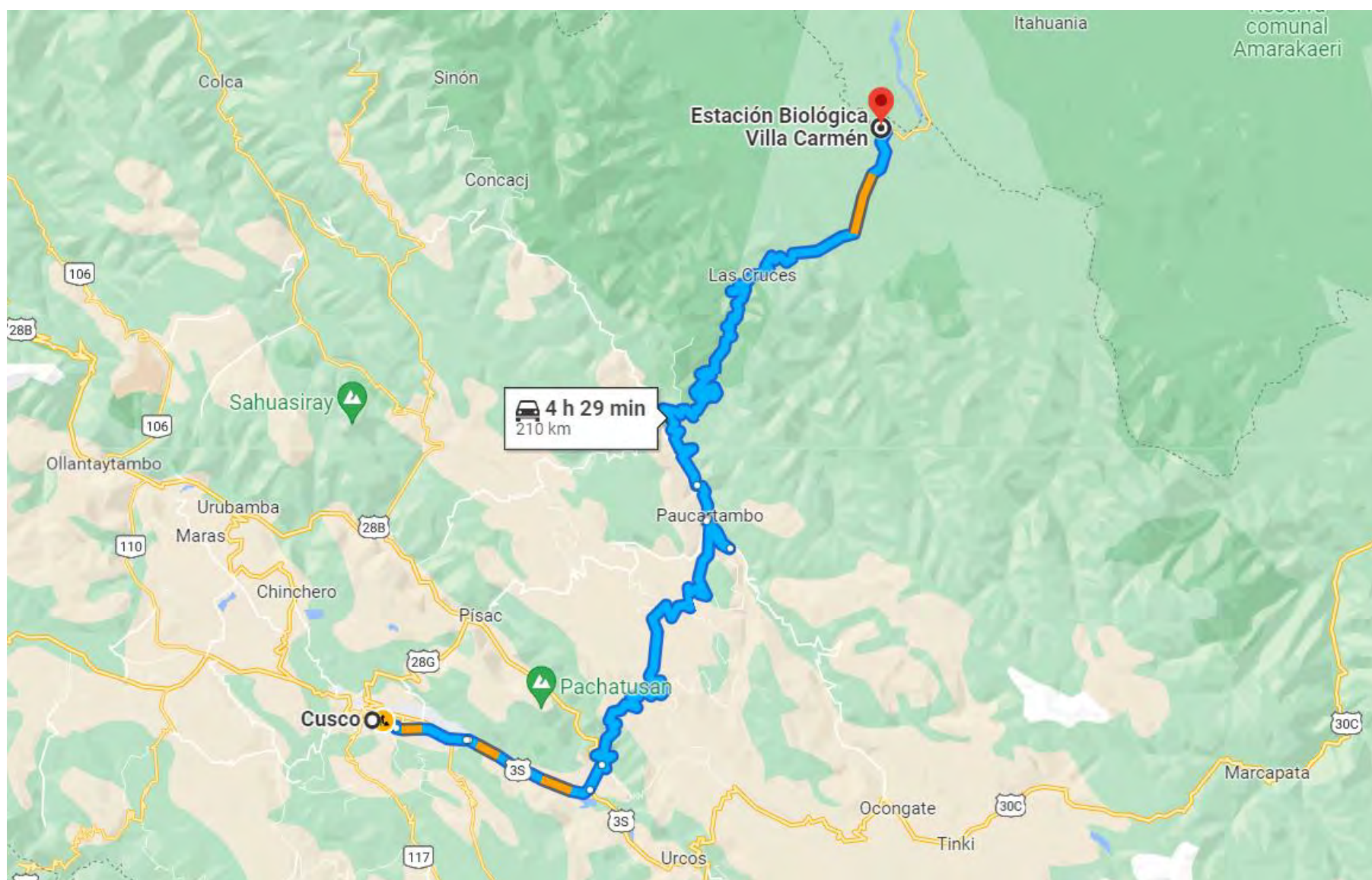


Figura 1. Mapa de accesibilidad terrestre a la zona de estudio

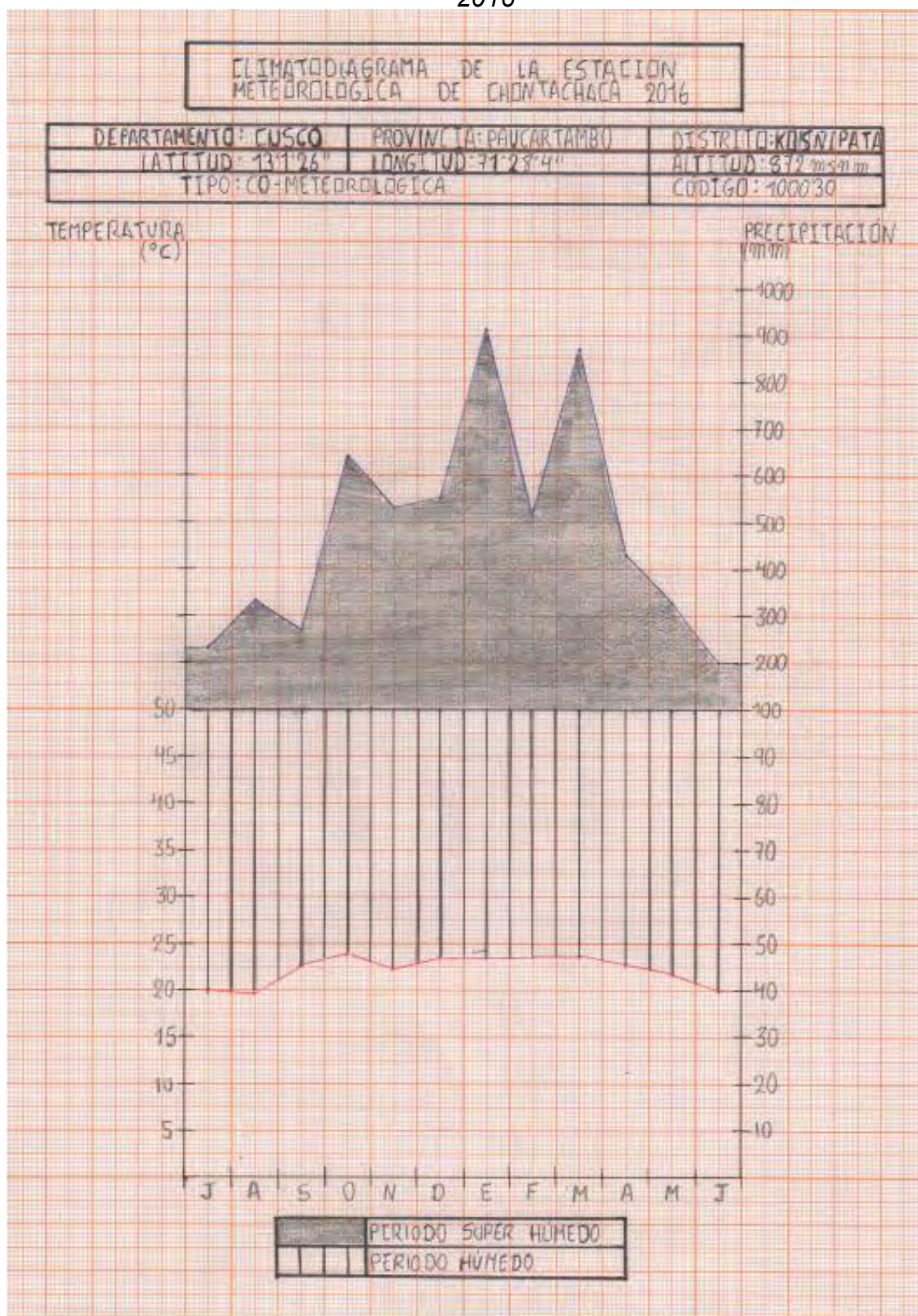
2.1.6. Clima

Los datos de las condiciones atmosféricas se obtuvieron de la estación meteorológica de Chontachaca de Julio de 2016 a junio de 2019 en un periodo de 4 años, con precipitaciones pluviales con un rango de 201.4 a 912.7 mm con una precipitación anual de 5822.6 y una temperatura media de 22.31 categorizando el clima del área de estudio como clima muy húmedo.

Tabla 3. *Precipitaciones y temperatura promedios de la estación meteorológica Chontachaca desde Julio desde el año 2016 al mes de junio del año 2019.*

MES	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (T°)
JULIO	231.8	20.012
AGOSTO	332.9	19.864
SETIEMBRE	273.4	22.825
OCTUBRE	641.3	24.02
NOVIEMBRE	532.7	22.25
DICIEMBRE	556.2	23.306
ENERO	912.7	23.57
FEBRERO	514.2	23.576
MARZO	870	23.644
ABRIL	427.6	22.833
MAYO	328.4	21.827
JUNIO	201.4	19.963
	Precipitación total: 5822.6	T° promedio: 22.31

Figura 2. Climatodiagrama de la estación metereológica de Chontachaca - 2016



2.2. Caracterización de los ecosistemas acuáticos de la estación biológica de Villa Carmen

2.2.1. Caracterización de la Quebrada Defensa

La Quebrada Defensa es una cuenca de primer orden con una longitud de 2.53 km con un caudal promedio de 2.45 m³/s en época de secas y 15.28 m³/s en época de lluvias que nace a una altitud aproximada de 1027m. en el cerro Teparo Punta llegando a unirse al Piñi Piñi a 511 m. de altitud, es un de aguas claras y duras con un pH alcalino, presenta un ancho de orilla mojado > a 4 m. con profundidades < a 0.5 m. provistos de múltiples hábitats con presencia de macroinvertebrados acuáticos y peces nativos dentro de la ecoregión natural Yunga presenta una cobertura vegetal de bosque secundario maduro en la parte baja del cauce de 500 a 600 m. de altitud y una cobertura vegetal de Bosque montano bajo con musgos y chusquea en la parte alta del cauce de 600 a 800 m. de altitud (ACCA, 2017).

2.2.2. Caracterización de la Quebrada Sachavacayoc

La Quebrada Sachavacayoc es una cuenca de primer orden con una longitud de 5.33 km con un caudal promedio en época de secas de 6.56 m³/s y 12.33 m³/s de que nace a una altitud aproximada de 1064 m. en el cerro Teparo Punta llegando a unirse al Piñi Piñi a los 534 m. de altitud, un de aguas claras y duras con un pH alcalino y alta conductividad eléctrica, además presenta un ancho de orilla mojado no > a 8 m. con profundidades < a 1 m. provistos de múltiples hábitats con presencia de macroinvertebrados acuáticos y peces nativos dentro de la ecoregión natural Yunga, presenta una cobertura vegetal de bosque secundario maduro en la parte baja del cauce (500 a 600 m. de altitud) y una cobertura vegetal de Bosque montano bajo con musgos y chusquea en la parte alta del cauce (600 a 800 m. de altitud) (ACCA, 2017).

2.2.3. Caracterización de la Quebrada Paredes

La Quebrada Paredes es una cuenca de primer orden con una longitud de 4.92 km con un caudal promedio en época de secas de 12.14 m³/s y en época de lluvias de 14.02 m³/s que nace a una altitud aproximada de 1112m. en el cerro Teparo Punta

llegando a unirse al Piñi Piñi a los 555 m. de altitud, es un de aguas claras y duras con un pH alcalino, presenta un ancho de orilla mojado no > a 12 m. con profundidades < a 1.5 m. provistos de múltiples hábitats con presencia de macroinvertebrados acuáticos y peces nativos dentro de la ecoregión natural Yunga, presenta una cobertura vegetal de bosque secundario maduro en la parte baja del cauce (500 a 600 m. de altitud) y una cobertura vegetal de Bosque montano bajo con musgos y chusquea en la parte alta del cauce (600 a 800 m. de altitud) (ACCA, 2017).

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LAS QUEBRADAS DEFENSA, SACHAVAYOQ Y PAREDES.

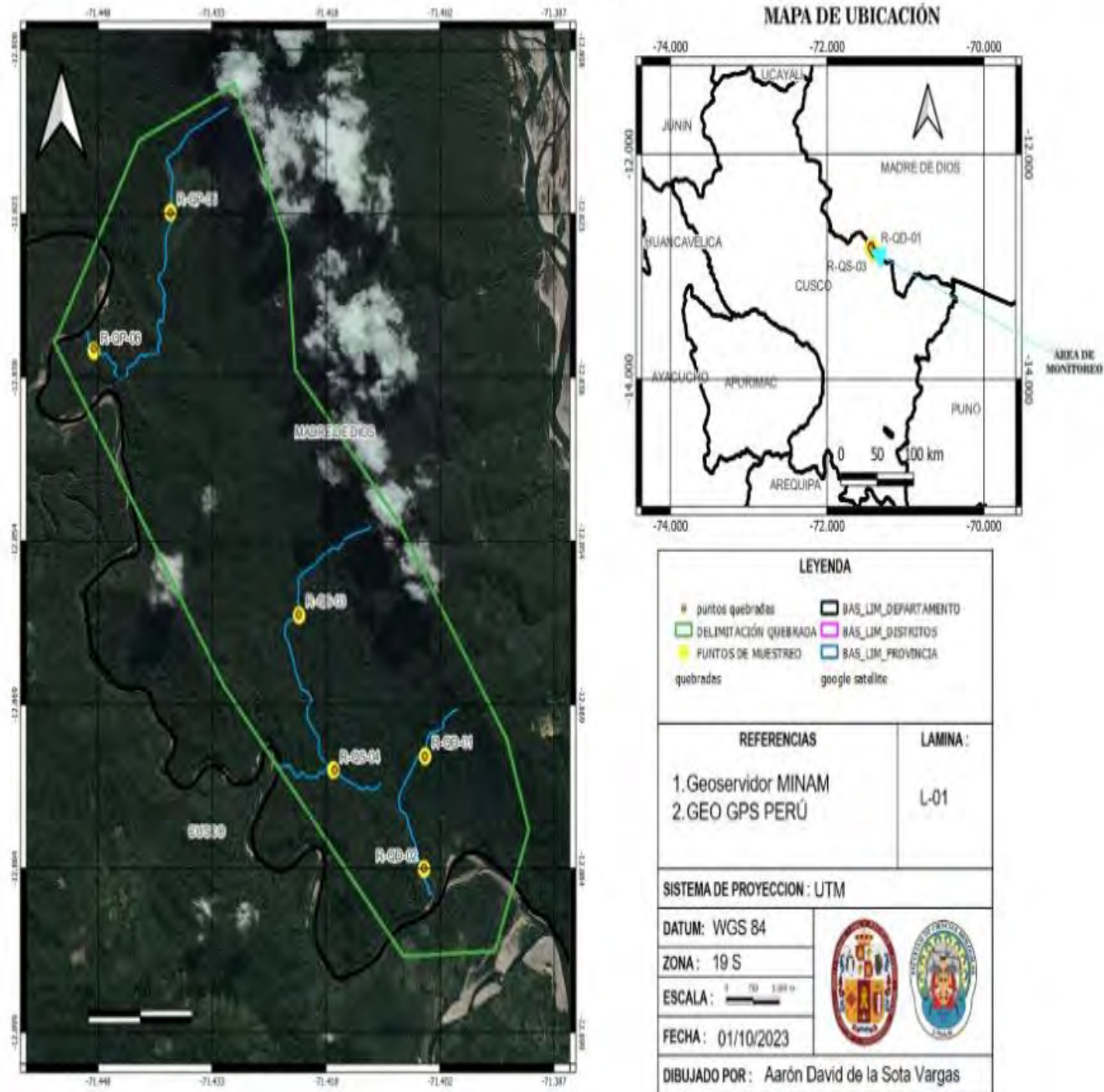


Figura 3. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo y las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes

CAPITULO III.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales de campo

Los materiales y equipos empleados para el análisis de los parámetros físicos y químicos, colecta de macroinvertebrados acuáticos y peces en el área de la concesión Villa Carmen, son los siguientes:

- Equipo Multiparámetro Hach Q-1999
- Equipo de protección personal (EPPs).
- Red Surber de 30cm x 30cm de 500 μ .
- Bandejas blancas y pinzas entomológicas.
- Frascos de plásticos de 500 ml con tapa hermética.
- Etiquetas de papel vegetal, bolígrafo, tijeras, lápiz, cinta adhesiva.
- Cámara digital.
- Alcohol al 70° de pureza.
- Wader (traje impermeable).
- Guantes de látex.
- Cinta métrica de 20m.
- Red de arrastre de 10m. x 5m. con malla de 5mm.
- Red atarrayada de 8kg.
- 1 balde plástico.
- 1 balanza de campo.
- Cuaderno de campo
- Formol alcohólico al 10%
- Alcohol de 96°.
- Tapas de plásticos con tapa hermética.

3.2.1. Material de Gabinete

Los materiales de gabinete empleado son los siguientes:

- Frascos herméticos de 250 ml y 500 ml.
- Táper de 20cmx30cm con tapa dura y hermética.
- Tamices.
- Ictiómetro.
- Pinzas entomológicas.
- Estereoscopio.
- Software estadístico Past.
- Bibliografía especializada.
- Laptop.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Ubicación de estaciones de muestreo

La ubicación de las estaciones de muestreo fueron geo referenciadas, se basa en la proyección cartográfica transversa de Mercator UTM (Universal Transversa Mercator) considerando el tipo de vegetación y la altitud que se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. *Ubicación de estaciones de muestreo de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en la concesión Villa Carmen*

ESTACIÓN DE MUESTREO	CUERPO ACUÁTICO	TIPO DE VEGETACIÓN	COORDENADAS UTM – 19L (m.)	FECHAS	
				SECAS	LLUVIAS
R-QD-01	Quebrada Defensa	Bosque montano bajo con musgos y chusquea	Este: 239072	28/08/2019	24/02/2020

			Norte: 8575625		
R-QD-02	Quebrada Defensa	Bosque secundario maduro	Este: 239068	28/08/2019	24/02/2020
			Norte: 8574466		
R-QS-03	Quebrada Sachavacayoc	Bosque montano bajo con musgos y chusquea	Este :238447	29/08/2019	25/02/2020
			Norte:8575324		
R-QS-04	Quebrada Sachavacayoc	Bosque secundario maduro	Este: 237388	29/08/2019	25/02/2020
			Norte: 8575396		
R-QP-05	Quebrada Paredes	Bosque montano bajo con musgos y chusquea	Este :234230	30/09/2019	26/02/2020
			Norte:8579737		
R-QP-06	Quebrada Paredes	Bosque secundario maduro	Este :235161	30/09/2019	26/02/2020
			Norte:8579749		

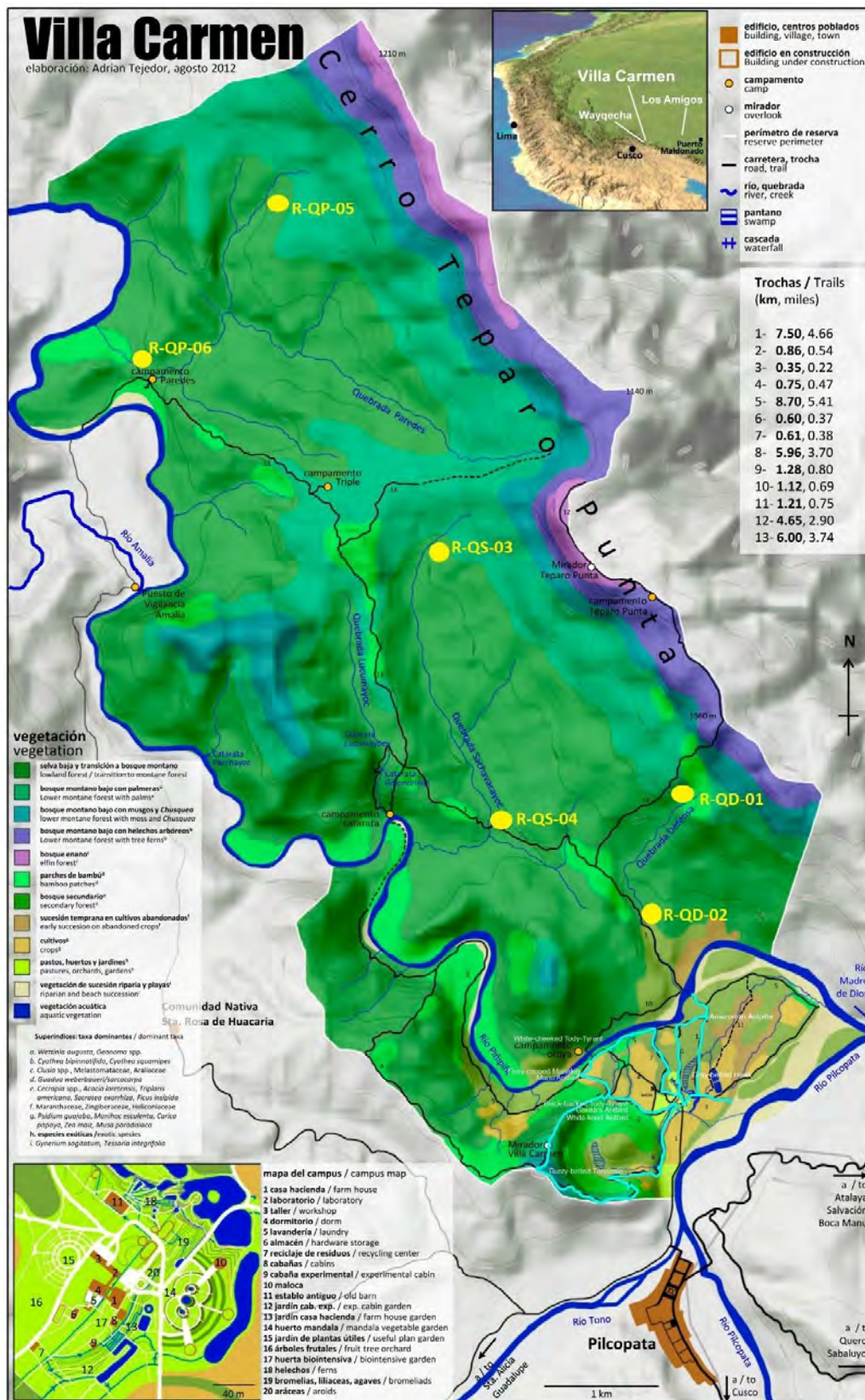


Figura 4. Mapa de estaciones de muestreo en las quebrada Defensa, Sachavayoc y Paredes.

3.2.2. Análisis de parámetros físicos y químicos del agua

Los análisis de agua del objeto de estudio, se determinaron mediante un equipo multiparámetro modelo Hach Q-1999 in situ registrando los siguientes parámetros: (ANA, 2016)

- Oxígeno disuelto (mg/L) por uso de un oxímetro.
- Potencial de hidrogeniones por uso de un sensor de pH.
- Conductividad eléctrica (uS/cm) por uso de un conductímetro.
- Temperatura (°C) por método de uso de un termómetro de campo.
- Salinidad por medio del uso de un sensor de minerales.
- Caudal por medio de un Caudalímetro

3.2.3. Colecta e identificación de las comunidades bióticas acuáticas

A) Colecta de macroinvertebrados acuáticos

Para la colecta se utilizó una RED SURBER de 500 μ de abertura de malla, colocándose en contra de la dirección del flujo de agua permitiendo la colecta de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes estaciones de muestreo preestablecidos con un esfuerzo de muestreo de 100 m. de longitud, efectuando 3 submuestreos en 1 hora por cada estación de muestreo; se vierte a una bandeja blanca, donde se segrega los materiales de desecho (Hojas, arena, limo, grava) (Ortega, 2014).

B) Preservación de la Muestra

Las muestras de macroinvertebrados acuáticos colectados de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes se preservaron en frascos de 500 ml con alcohol etílico de 70° (Ortega, 2014).

C) Rotulado de la Muestra

Todas las muestras colectadas son etiquetadas en papel resistente al agua y/o alcohol etílico rotulando el nombre del código de punto de muestreo, fecha, tipo de sustrato y nombre del colector para la identificación posterior en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

D) Identificación de las familias y géneros de macroinvertebrados acuáticos

El proceso de identificación de familias y géneros se inicia con la agrupación de los especímenes y se observa por medio de un estereoscopio las características taxonómicas de las familias y géneros se determinó claves especializadas en el Laboratorio de Limnología del Museo de Historia Natural de la UNMSM (Dominguez *et al.*, 2006).

E) Técnica de captura de los peces

Se capturó mediante la técnica de red de arrastre de 15 metros de largo y 2 metros de alto con una apertura de malla de $\frac{1}{2}$ pulgada, llevando la red adherida al sustrato y avanzando hacia el centro aprovechando la corriente haciendo un semicírculo y finalmente se jala la red con los peces capturados hacia la orilla; con un esfuerzo de captura de 1 hora por cada estación de muestreo.

Los peces se colectaron en un recipiente de plástico para la obtención de datos morfométricos como: longitud estándar y longitud total de los individuos y liberación de especies recapturados y algunos especímenes son fijados para su identificación posterior en el laboratorio del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la UNMSM (Ortega, 2014).

F) Preservación de la Muestra

Las muestras colectadas se fotografiaron, se introdujeron en acuarios en una superficie plana con una escala milimétrica de referencia, se contabilizó y se estabularon las especies capturadas de peces < 7 cm de longitud total para su preservación en alcohol al 70% y empaquetadas en pañal gasa de 30 x 40 cm y en especies de peces mayores > de 7 cm de longitud total en una solución de formol al 10% durante 24 y 48 horas, luego se procedió a enjuagarlos en agua y finalmente fijados y envueltos en pañal gasa con una solución de etanol al 70% (Ortega, 2014).

G) Rotulado de la Muestra

Todas las muestras se etiquetaron en un papel especial resistente al alcohol etílico e introducidos a los contenedores de los peces colectados con una cinta adhesiva

rotulando: nombre de la cuenca, datos de localidad, fecha, tipo de sustrato y nombre del colector para facilitar su identificación en el laboratorio del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la UNMSM (Ortega, 2014).

H) Identificación de las familias y géneros peces

La identificación de especies de peces se inicia separando cada contenedor de pañal gasa con muestras colectadas por estación de muestreo, se agrupan los especímenes según su forma y tamaño y se observa por medio de un estereoscopio las características taxonómicas de familias, géneros y especies mediante claves especializadas del Laboratorio del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la UNMSM (van der Sleen & Albert, 2017)

3.2.4. Diversidad Alfa

Riqueza de especies

Es el número de especies presentes en un determinado espacio geográfico en un determinado periodo sin contar el tamaño de la muestra (MORENO, 2001)

R: Número de especies diferentes en un área.

Abundancia de especies:

Abundancia de especies

Es la cantidad de individuos de la misma especie de una comunidad en un determinado espacio geográfico (ecosistema y/o río) en un determinado periodo (MORENO, 2001).

Abund. Relativa (%) o $P = S/N$

S= Número total de especies.

N = Número total de individuos.

Índice de Simpson

$$\lambda = \sum p_i^2$$

P_i = Abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie y dividido entre el número total de individuos de la muestra

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (MORENO, 2001).

Índice de Shannon – Wiener

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad \hat{H}' = -\sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \times \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Dónde:

P_i = Abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie y dividido entre el número total de individuos de la muestra.

n_i = Número de individuos de la especie.

n = Número total de individuos para todas las especies de la comunidad.

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, es decir, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (MORENO, 2001).

3.2.5. Diversidad Beta

A) Coeficiente de Similitud de Jaccard

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

a = Número de especies presentes en el sitio A.

b= Número de especies presentes en el sitio B.

C= Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

El intervalo de valores para este índice varía de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. (MORENO, 2001)

B) Índice de Morisita – Horn

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i \times bn_j)}{(da + db)aN \times bN}$$

Dónde:

ani = Número de individuos de la i-enésima especie en el sitio A.

bni = Número de individuos de la j-enésima especie en el sitio B.

$$da = \sum ani^2 / aN^2$$

$$db = \sum bni^2 / bN^2$$

Este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie.

3.2.6. Análisis de indicadores biológico para macroinvertebrados acuáticos

A) Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Se obtuvo el cálculo del índice BMWP/Col por compartir familias representativas presentes en ambientes acuáticos montanos presentes en Perú identificando los especímenes de macroinvertebrados acuáticos, agrupando y asignando puntuaciones correspondientes a cada familia taxada, sumando un valor final que representa el resultado del índice IBMWP que sirvió para determinar el estado / potencial ecológico de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes por medio del Ratio de Calidad Ecológica.

Ratio de Calidad Ecológica: Valor Observado/Valor de Referencia (Roldan & Ramirez, 2008).

Tabla 5. Valoración del índice BMWP/Col. (Roldan & Ramirez, 2008)

CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP	SIGNIFICADO
I	>150	Aguas muy limpias (Prístinas)
	101 – 150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.
II	61 – 100	Son evidentes algunos efectos de la contaminación.
III	36 – 60	Aguas contaminadas (ecosistema alterado).
IV	16 – 36	Aguas muy contaminadas (ecosistema muy alterado).
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas (ecosistema fuertemente alterado).

B) Índice Biótico Andino (ABI)

Se calculó el Índice Biótico Andino (ABI) por considerarse según el D.S. 014-2017 MINAN categorizando en ambientes acuáticos de la cordillera andina dentro los 700 m.s.n.m. identificando los individuos colectados agrupándolas por familias. (Huamantínco, 2015) y se le asignó la puntuación correspondiente a cada familia taxada y la sumatoria final representa el resultado del índice ABI (tabla 6) de las diferentes estaciones de muestreo de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes (Acosta, et al., 2008).

Tabla 6. Valoración del índice Biótico Andino - ABI (Acosta, et al., 2008)

ÍNDICE BIÓTICO ANDINO (ABI)	CALIDAD DE AGUA
>96	Muy bueno
59 – 96	Bueno
36 – 58	Regular
16 - 35	Malo
< 15	Pésimo

C) Índice de Análisis De % Familias De EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)

El Índice %EPT se basa en la presencia de tres grupos bioindicadores (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) basado en la abundancia relativa (%) de estos ordenes de macroinvertebrados acuáticos y finalmente se compara con la escala de valoración (Carrera-Reyes & Fierro-Peralbo, 2001).

Tabla 7. Valoración del Índice de análisis % de familias EPT (Carrera-Reyes & Fierro-Peralbo, 2001)

PORCENTAJE EPT (%)	CALIDAD DEL AGUA
75 -100%	Muy buena
50 - 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24 %	Mala

D) Determinación del Índice Biótico de Familias (IBF)

El índice Biótico de Familias se basa en la asignación de un puntaje específico entre 0 a 10 a cada grupo taxonómico según el grado de sensibilidad y tolerancia a la contaminación, a mayor nivel de susceptibilidad a contaminantes menor es el puntaje otorgado usando la siguiente formula:

$$IBF = \sum (n_i * t_i) / N,$$

Dónde:

t_i : El valor de tolerancia de cada grupo taxonómico.

n_i : Número de individuos en un grupo taxonómico.

N : Número total de la muestra.

Los valores de tolerancia por familia para el IBF

La característica principal del Índice Biótico de Familias (IBF) consiste en el producto entre los puntajes de tolerancia de cada grupo taxonómico por la abundancia de cada grupo, dividiéndose entre el número total de la muestra, obteniéndose un

resultado representativo de la calidad de agua de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes.

Tabla 8. Valoración del Índice de Familias -IBF (HILSENHOFF, 1988)

CLASE DE CALIDAD	RANGO DE ÍNDICE DE FAMILIAS	CALIDAD DE AGUA
I	0- 3.75	Excelente
II	3.76 - 4.25	Muy buena
III	4.26 - 5.00	Buena
IV	5.01 - 5.75	Regular
V	5.76 - 6.50	Bastante pobre
VI	6.51 – 7.25	Pobre
VII	7.26	Muy pobre

3.2.7. Análisis del estado de conservación para peces

B) Índice de Integridad Biológica (IBI)

Mide el grado de hábitat que mantiene una comunidad biológica equilibrada, integrada y adaptada a especies de peces que tienen una composición, diversidad y organización funcional de la ictiofauna donde el índice evalúa 12 criterios biológicos (tabla 10), en conjunto determina el estado de conservación de las diferentes estaciones de muestreo mediante una valoración específica del índice biológico (Tabla 11) (Ortega, 2014).

Tabla 9. Categorías y criterios empleados en el índice IBI -modificado

CATEGORIAS	MEDIDAS	CRITERIOS	A	B	C
	1°	Número de especies	1	3	5
	2°	Characiformes	1	3	5

Riqueza o diversidad de especies de los peces	3°	Siluriformes	1	3	5
	4°	Gymnotiformes	1	3	5
	5°	No Ostariophysi	1	3	5
	6°	Tolerantes	1	3	5
Composición trófica de las especies de los peces	7°	Omnívoros	1	3	5
	8°	Detritívoros	1	3	5
	9°	Carnívoros	1	3	5
Abundancia y condición sanitaria de los peces	10°	N° de individuos	1	3	5
	11°	Saludables	1	3	5
	12°	No lesionados	1	3	5

NOTA:

- A: El rango de calificación < 1/3 parte de los criterios.
El rango de calificación entre la 1/3 y 2/3 parte de los criterios.
- B: El rango de calificación entre la 3/3 y 2/3 parte de los criterios.
- C: criterios.

La calificación de la integridad biótica de los ecosistemas estudiados se valoró de acuerdo a:

Tabla 10. *Valoración del índice de Integridad Biológica -IBI*

Rango de valores	Calificación
12- 20	Condición deteriorada
21-30	Condición afectada

31-40	Condición aceptable
41-50	Condición buena
51-60	Condición excelente

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas y químicas de la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes

Tabla 11. *Parámetros físicos y químicos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la estación biológica de Villa Carmen*

		ÉPOCA DE SECAS						ÉPOCA DE LLUVIAS					
PARAMETROS	FISICO Y QUÍMICOS	R-QD-01	R-QD-02	R-QS-03	R-QS-04	R-QP-05	R-QP-06	R-QD-01	R-QD-02	R-QS-03	R-QS-04	R-QP-05	R-QP-06
	Oxígeno disuelto (mg/l).	6.85	6.81	6.74	6.32	6.92	6.2	6.1	5.96	6.2	6.1	6.15	6.05
	Conductividad (μS/cm)	126	145	137	189	104	189	192	195	210	230	205	225
	Temperatura (°C)	20.2	23	19	21	19	20.5	18.3	18.5	17.8	18.3	17.5	19.3
	Potencial de hidrogeniones (pH)	7.95	7.92	7.88	7.86	7.85	7.51	8	7.8	7.95	7.9	7.8	7.95
	Salinidad (ppm)	0.05	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.16	0.18	0.15	0.18	0.13	0.16
	Transparencia (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	5%	5%	5%	5%	10%	10%
	Profundidad promedio(m)	0.28	0.35	0.48	0.53	0.46	0.4	0.33	0.45	1	1.1	0.7	0.73
	Caudal (m3/s)	2.32	2.59	6.09	7.04	10.58	13.7	2.9	5.19	10.09	14.37	13.76	14.28

Según la tabla 11, los resultados de los parámetros físicos y químicos registrados en todas las estaciones de muestreo se encontraron dentro de los estándares de calidad de aguas emitidos por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAN, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, título E2: -Selva.

4.2. Estructura comunitaria de las comunidades acuáticas.

4.2.1. Composición taxonómica y riqueza de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Compuesto de la siguiente manera.

Tabla 12. Composición y riqueza general de las comunidades de macroinvertebrados en total de las quebradas en estudio

ORDENES	FAMILIA	ESPECIE	ESPECIES POR ORDEN	% DE ESPECIES POR ORDEN	—
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	<i>Anchytarsus sp</i>	7	16%	—
	ELMIDAE	<i>Austrelmis sp</i>			—
		<i>Heterelmis sp</i>			—
		<i>Pharceonus sp</i>			—
	PSEPHENIDAE	<i>Psephenus sp</i>			—
	DYTISCIDAE	<i>Rhantus sp</i>			—
	SCIRTIDAE	<i>Scirtes sp</i>			—
DECAPODA	PALEOMONIDAE	<i>Macrobrachium sp</i>	1	2%	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	<i>Alluaudomya sp</i>			

	ATHERICERIDAE	<i>Atherix sp</i>		
	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus sp</i>		
	SIMULIIDAE	<i>Gigantodax sp</i>		
	LIMONIIDAE	<i>hexatoma sp</i>		
		<i>Molophilus sp</i>	9	20%
	EMPIDIDAE	<i>Neoplasta sp</i>		
	CHIRONOMIDAE	<i>Tanytarsus sp.</i>		
	TIPULIDAE	<i>Tipula sp</i>		
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	<i>Andesiops sp</i>		
		<i>Baetodes sp</i>		
		<i>Camelobaetidius sp</i>		
	EUTHYPLOCIIDAE	<i>Euthyplocia sp</i>		
	LEPTOHYPHIDAE	<i>Tricorythodes sp</i>		
		<i>Leptohyphes sp</i>	8	18%
	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Meridialaris sp</i>		
		<i>Traulodes sp</i>		
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	<i>Lombricus sp.</i>	1	2%
HEMIPTERA	NAUCORIDAE	<i>Limnocoris sp</i>	3	7%
	VELIIDAE	<i>Rhagovelia sp</i>		
	STAPHILINIDAE	<i>Thinobius sp</i>		
LEPIDOPTERA	CRAMBIDAE	<i>Petrophila sp</i>	1	2%
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	<i>Corydalis sp</i>	1	2%
ODONATA	COENAGRIONIDAE	<i>Argia sp</i>	4	9%
	GOMPHIDAE	<i>Progomphus sp</i>		
	LIBELLULIDAE	<i>Brachymesia sp</i>		

	AESHNIDAE	<i>Rhionaeschna sp</i>		
PLECOPTERA	PERLIDAE	<i>Anacroneuria sp</i>	1	2%
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	<i>Atopsyche sp</i>		
		<i>Cailloma sp</i>		
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Leptonema sp</i>		
	ODONTOCERIDAE	<i>Marilia sp</i>		
	HYDROPTYLIDAE	<i>Metrichia sp</i>	9	20%
	LEPTOCERIDAE	<i>Nectopsyche sp</i>		
	CALAMOCERATIDAE	<i>Phylloicus sp</i>		
	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus sp</i>		
	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma sp</i>		
11	36	45	45	100%

El total de individuos colectados fue 2053, pertenecientes a 2 Phylum, 3 clases, 11 órdenes, 36 familias, 45 géneros y 45 especies (tablas 13 y 17).

La riqueza total de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes está conformada por 45 especies. Los órdenes Diptera y Trichoptera con nueve especies respectivamente registran el 20.0 % de la riqueza total de la zona, seguido del orden Ephemeroptera con ocho especies (18.0%) y el orden Coleoptera con siete especies (16.0%). En menor proporción encontramos al orden Hemiptera con tres especies (7.0%) y finalmente, los órdenes Decápoda, Haplotaquída, Lepidoptera, Megaloptera y Plecoptera con una contribución menor con 1 especie (2.0%) del total general

De acuerdo a la Figura 5, de un total de 36 familias identificadas, la familia CHIRONOMIDAE es la más representativa con 641 individuos teniendo a la especie *Chironomus sp.*, seguido de la familia LEPTOPHLEBIIDAE con 335 individuos, la familia PERLIDAE con 221 individuos, la familia BAETIDAE con 169 individuos siendo estas tres últimas familias de gran relevancia ecológica.

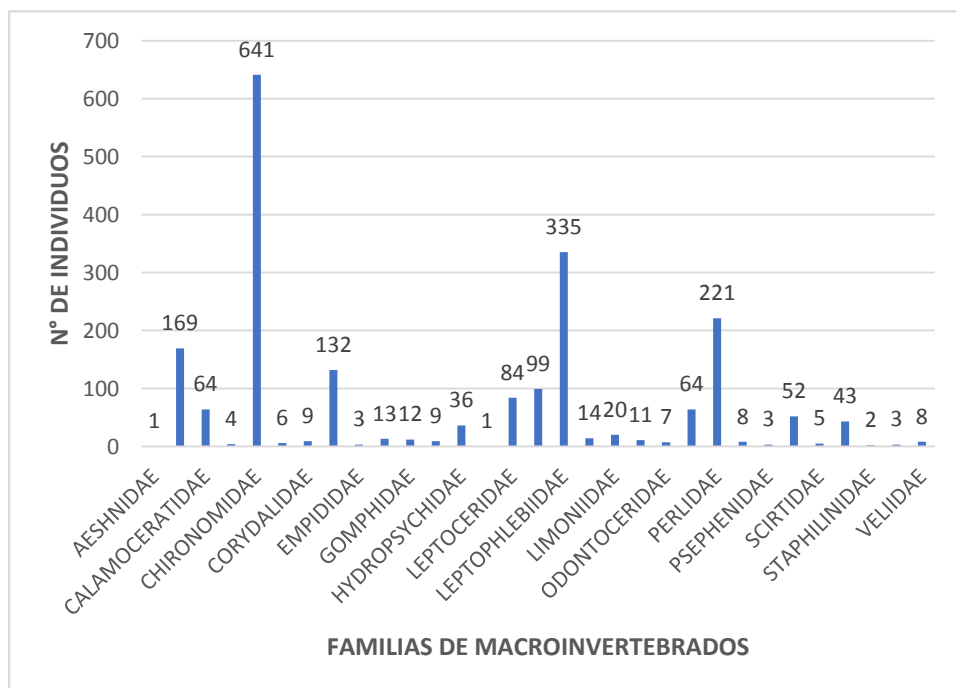


Figura 5. Abundancia de macroinvertebrados acuáticos por familia taxonómica

La abundancia relativa por especie evidenció que dentro la familia Chironomidae se encontró a la especie más representativa, siendo *Chironomus sp.* con 613 individuos (29.36%) de la comunidad total, seguido de la familia Ephemeroptera con la especie *Meridialaris sp.* con 305 individuos (14.61%), así mismo, la familia Perlidae con la especie *Anacroneuria sp.* con 221 individuos representa (10.58%) (tabla 13). Estas especies son de importancia ecológica por ser especies de alto nivel indicador de la calidad de agua (Fernández, 2009) por el contrario, las especies abundantes <10 individuos representan entre el 0.05% a 0.38% de la abundancia total (Figura 5).

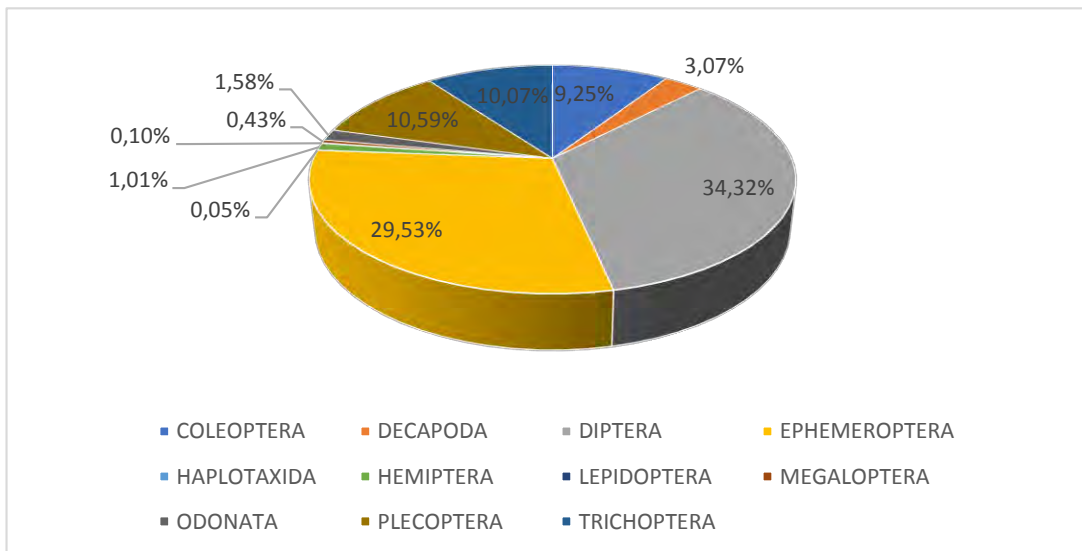


Figura 6. *Abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos por orden taxonómico*

De acuerdo a la figura 6, se identificó un total de 11 órdenes, el orden más dominante fue el orden Díptera con 716 individuos (34.32%), a este le siguieron en representatividad el orden Ephemeroptera con 616 individuos (29.53%), el orden Plecoptera con 221 individuos (10.59%), el orden Trichoptera con 210 individuos (10.07%), el orden Coleoptera con 193 individuos (9.25%). En menor proporción se registraron el orden Decapoda con 64 individuos (3.07%), el orden Odonata con 33 individuos (1.58%), el orden Hemiptera con 21 individuos (1.01%). Finalmente, las menores abundancias correspondieron al orden Megaloptera con nueve individuos (0.43%) y el orden Haplontaxida con 1 individuo representando el 0.05%, sumando un total de 2053 especímenes colectadas en las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes.

4.2.2. Riqueza y abundancia relativa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de secas.

Conformado de la siguiente manera:

Tabla 13. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de secas.

ESPECIE	Quebrada Defensa	Abund. Relativa (%)	Quebrada Sachavacayoc	Abund. Relativa (%)	Quebrada Paredes	Abund. Relativa (%)	N° individuos	Abund. Relativa total
<i>Rhantus sp</i>	1	0.21%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.09%
<i>Heterelmis sp</i>	8	1.71%	18	4.72%	10	3.53%	36	3.18%
<i>Austrelmis sp</i>	18	3.85%	8	2.10%	5	1.77%	31	2.74%
<i>Anchytarsus sp</i>	3	0.64%	10	2.62%	4	1.41%	17	1.50%
<i>Pharceonus sp</i>	0	0.00%	2	0.52%	2	0.71%	4	0.35%
<i>Scirtes sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%
<i>Psephenus sp.</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%
<i>Macrobrachium sp</i>	19	4.06%	29	7.61%	8	2.83%	56	4.95%
<i>Alluaudomya sp</i>	1	0.21%	2	0.52%	1	0.35%	4	0.35%
<i>Tanytarsus sp.</i>	18	3.85%	9	2.36%	1	0.35%	28	2.47%
<i>Chironomus sp</i>	209	44.66%	48	12.60%	9	3.18%	266	23.50%
<i>hexatoma sp</i>	2	0.43%	9	2.36%	1	0.35%	12	1.06%
<i>Gigantodax sp</i>	0	0.00%	12	3.15%	19	6.71%	31	2.74%
<i>Neoplasta sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%
<i>Molophilus sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%

<i>Atherix sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	2	0.71%	2	0.18%
<i>Tipula sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	3	1.06%	3	0.27%
<i>Lombricus sp.</i>	1	0.21%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.09%
<i>Limnocoris sp</i>	2	0.43%	0	0.00%	4	1.41%	6	0.53%
<i>Rhagovelia sp</i>	2	0.43%	1	0.26%	1	0.35%	4	0.35%
<i>Thinobius sp</i>	0	0.00%	1	0.26%	0	0.00%	1	0.09%
<i>Rhionaeschna sp</i>	1	0.21%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.09%
<i>Progomphus sp</i>	3	0.64%	6	1.57%	2	0.71%	11	0.97%
<i>Brachymesia sp</i>	6	1.28%	4	1.05%	2	0.71%	12	1.06%
<i>Argia sp</i>	0	0.00%	1	0.26%	4	1.41%	5	0.44%
<i>Anacroneuria sp</i>	33	7.05%	51	13.39%	17	6.01%	101	8.92%
<i>Baetodes sp</i>	12	2.56%	28	7.35%	10	3.53%	50	4.42%
<i>Andesiops sp</i>	6	1.28%	10	2.62%	10	3.53%	26	2.30%
<i>Leptohyphes sp</i>	14	2.99%	13	3.41%	12	4.24%	39	3.45%
<i>Tricorythodes sp</i>	0	0.00%	2	0.52%	1	0.35%	3	0.27%
<i>Meridialaris sp</i>	35	7.48%	58	15.22%	96	33.92%	189	16.70%
<i>Traulodes sp</i>	25	5.34%	0	0.00%	0	0.00%	25	2.21%
<i>Euthyplocia sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%
<i>Phylloicus sp</i>	24	5.13%	14	3.67%	13	4.59%	51	4.51%
<i>Leptonema sp</i>	3	0.64%	10	2.62%	6	2.12%	19	1.68%
<i>Nectopsyche sp</i>	18	3.85%	23	6.04%	20	7.07%	61	5.39%
<i>Polycentropus sp</i>	0	0.00%	2	0.52%	5	1.77%	7	0.62%
<i>Marilia sp</i>	0	0.00%	1	0.26%	1	0.35%	2	0.18%
<i>Atopsyche sp</i>	0	0.00%	7	1.84%	5	1.77%	12	1.06%
<i>Calilloma sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.35%	1	0.09%
<i>Corydalus sp</i>	4	0.85%	1	0.26%	3	1.06%	8	0.71%
<i>Petrophila sp</i>	0	0.00%	1	0.26%	0	0.00%	1	0.09%
TOTAL	468	100.00%	381	100.00%	283	100.00%	1132	100.00%

Según la tabla 13, la riqueza específica y abundancia relativa de macroinvertebrados acuáticos mostraron variaciones marcadas entre las estaciones evaluadas durante la época de secas.

En la quebrada Defensa, se registró una abundancia de 468 individuos distribuidos de 25 especies siendo *Chironomus sp.* la especie más dominante con 209 especímenes (44.66%), seguido por la especie *Meridialaris sp.* con 35 individuos (7.48%), *Anacroneuria sp.* con 33 individuos (7.05%), *Traulodes sp.* con 25 individuos (5.34%) y *Phylloicus sp.* con 24 individuos (5.13%).

En la quebrada Sachavacayoc se identificó la cantidad de 29 especies con una mayor dominancia de la especie *Meridialaris sp.* con 58 individuos (15.14%), proseguido de la especie *Anacroneuria sp.* con 52 individuos (13.32%), la especie *Chironomus sp.* con 48 individuos (12.53%), *Baetodes sp.* con 28 individuos (7.31%) y *Nectopsyche sp.* con 23 individuos (6.01%).

En la quebrada Paredes se identificó la cantidad de 36 especies de macroinvertebrados acuáticos, teniendo mayor abundancia la especie *Meridialaris sp.* con 96 individuos (33.92%), seguido de la especie *Nectopsyche sp.* con 20 individuos (7.07%), la especie *Gigantodax sp.* con 19 individuos (6.71%), las especies *Anacroneuria sp.* con 17 individuos (6.01%) y la *Phylloicus sp.* con 13 individuos (4.59%).

4.2.2.1. Análisis de la acumulación de especies de macroinvertebrados en la época de secas

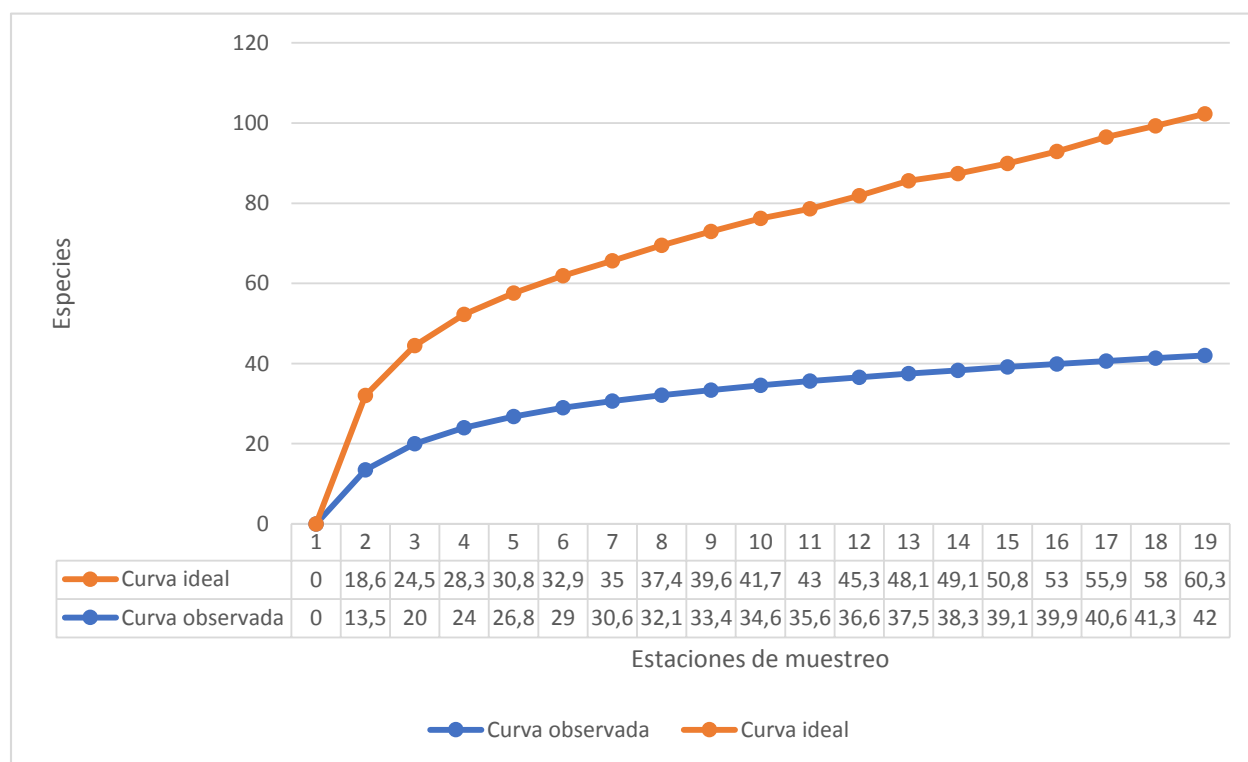


Figura 7. Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados de las estaciones evaluadas en la época de secas.

NOTA: La estación uno (1) no corresponde a ninguna estación evaluada y solo representa el punto de partida de la acumulación de especies.

De acuerdo a la figura 7, se observó una asíntota mayor en la curva ideal el cual representa la riqueza total de especies y una asíntota menor en la curva observada que representa a las especies encontradas en las 18 estaciones de muestreo evaluadas (tres réplicas por estación). La dirección de la asíntota se mantuvo paralela entre ambas curvas con tendencia a separación, significando que se requiere mayor esfuerzo de captura de macroinvertebrados acuáticos en la época de seca para alcanzar la representatividad total del ecosistema estudiado.

4.2.2.2. Diversidad alfa para macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de secas.

Tabla 14. *Índices de diversidad alfa en época de secas.*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes	Total
Riqueza de especies	25	29	36	42
Abundancia (N)	468	383	283	1134
Simpson (1-D)	0.77	0.91	0.85	0.89
Shannon (H)	2.19	2.80	2.69	2.74

Se consideró los índices de riqueza específica el índice de dominancia de Simpson, los índices de equidad de Shannon expresado de la siguiente manera. (tabla 14).

- **Índice de Simpson.**

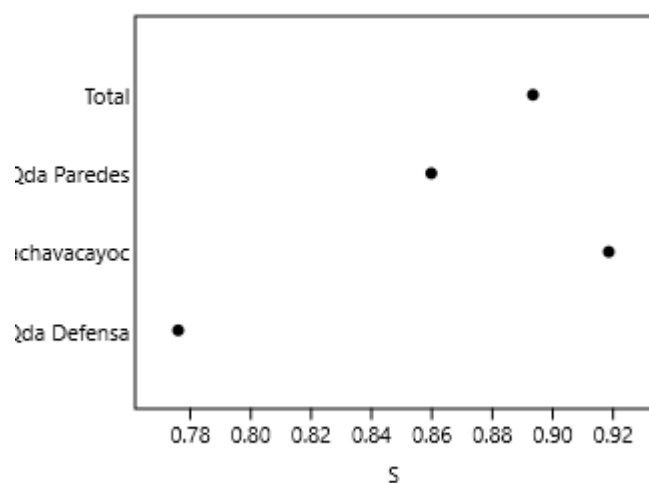


Figura 8. Índice de diversidad de Simpson de los macroinvertebrados en las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de secas

Según la figura 8, el índice de diversidad de Simpson fue similar entre las quebradas evaluadas, aunque ligeramente menor en la Quebrada Paredes con 0.85; esto ocurrió a pesar de registrar una mayor cantidad de especies, lo que evidenció una mayor dominancia de taxones en comparación con la Quebrada Sachavacayoc (0.91) y la Quebrada Defensa (0.77). Estos valores demostraron una homogeneidad no solamente en la riqueza de especies, sino también en términos de equitatividad.

- **Índice de Shannon-Wiener.**

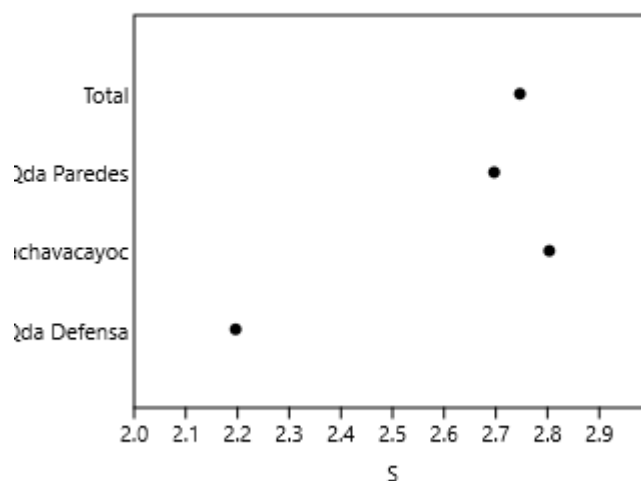


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de los macroinvertebrados de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de secas

De acuerdo con la figura 9, el índice de diversidad de Shannon-Wiener alcanzó su valor más alto en la Quebrada Sachavacayoc con 2.80, lo cual demostró una mayor

diversidad en este ecosistema frente a lo registrado en las quebradas Paredes (2.69) y Defensa (2.19), respectivamente.

4.2.2.3. Diversidad beta de los macroinvertebrados acuáticos en la época de secas

Índice cualitativo de Jaccard

Tabla 15. *Índice de Jaccard para las quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes*

INDICE DE SIMILITUD - JACCARD			
	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.58	0.52
Quebrada Sachavacayoc	0.58	1	0.71
Quebrada Paredes	0.52	0.71	1

De acuerdo con la Tabla 15, el mayor grado de similitud composicional en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se registró entre la Quebrada Sachavacayoc y la Quebrada Paredes ($J = 0.71$), lo cual demostró que ambas estaciones compartieron un alto porcentaje de especies durante la época de secas. Por el contrario, la menor afinidad de nicho se presentó entre las quebradas Paredes y Defensa ($J = 0.525$).

Según el dendrograma de la figura 10, el análisis de agrupamiento mostró el mayor grado de similitud composicional entre la quebrada Sachavacayoc y la quebrada Paredes, las cuales formaron un primer conglomerado de afinidad del 71.0%. Por el contrario, la quebrada Defensa se separó tempranamente de este grupo principal, enlazándose a un

nivel de similitud menor de apenas el 55.6% con respecto al nodo común de las dos primeras quebradas. Este patrón de ordenamiento jerárquico confirmó el mayor recambio de especies (diversidad beta) que presenta la quebrada Defensa en comparación con los demás ambientes lóticos evaluados durante la época de secas.

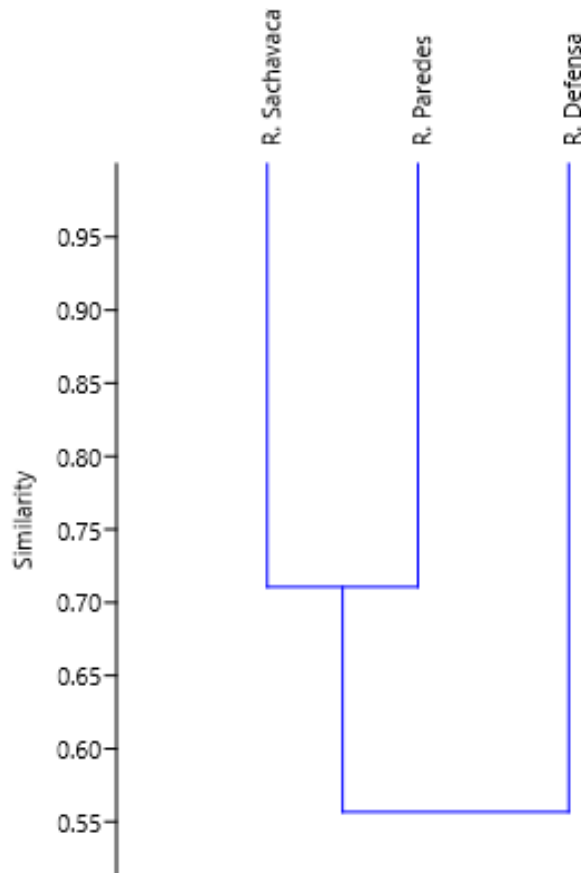


Figura 10. Rangos de similitud cualitativa de Jaccard para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en época de secas

Índice cuantitativo de Morisita

Tabla 16. *Índice de Morisita de las Quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes.*

INDICE DE SIMILITUD - MORISITA			
	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.59	0.29
Quebrada Sachavacayoc	0.59	1	0.74
Quebrada Paredes	0.29	0.74	1

De acuerdo a la Tabla 16, los valores del índice de similitud de Morisita de los macroinvertebrados acuáticos evidenciaron una relación más afín en la estructura de abundancias de especies entre la quebrada Sachavacayoc y la quebrada Paredes con 0.74, lo cual reflejó una coincidencia en los taxones dominantes en ambos cuerpos lóticos. Por el contrario, se evidencia una afinidad cuantitativa menor entre la quebrada Paredes y la quebrada Defensa siendo 0.29 enfatizando una diferencia en la distribución de los organismos colectados.

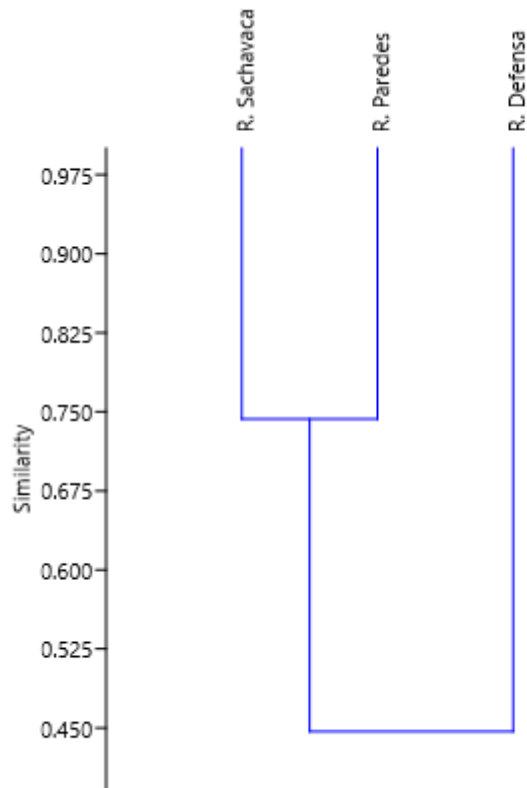


Figura 11. Rangos de similitud cualitativa de Morisita para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en épocas de secas

Según el dendrograma de la Figura 11, el análisis de agrupamiento cuantitativo reveló un agrupamiento más afín entre la Quebrada Sachavacayoc y la Quebrada Paredes, con un nivel de similitud del 74.0%. No así, para la quebrada Defensa que se distanció de este grupo principal a un nivel de afinidad menor (aproximadamente 45.0%). Esta prueba en base al ordenamiento jerárquico de las abundancias mostró la marcada diferencia en la representatividad numérica de los macroinvertebrados de la Quebrada Defensa frente a las demás estaciones durante la época de secas.

4.2.3. Riqueza y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de las quebradas en estudio en época de lluvia.

Tabla 17. Abundancia de macroinvertebrados de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en épocas de lluvia

ESPECIE	Quebrada defensa	Abund. Relativa (%)	Quebrada Sachavacayoc	Abund. Relativa (%)	Quebrada Paredes	Abund. Relativa (%)	N° individuos	Abund. relativa total
<i>Anacroneuria sp</i>	38	12.46%	32	10.42%	24	7.77%	94	10.21%
<i>Anchytarsus sp</i>	24	7.87%	8	2.61%	4	1.29%	36	3.91%
<i>Andesiops peruvianus</i>	1	0.33%	8	2.61%	37	11.97%	46	4.99%
<i>Austrelmis sp</i>	10	3.28%	1	0.33%	6	1.94%	17	1.85%
<i>Baetodes sp</i>	8	2.62%	4	1.30%	22	7.12%	34	3.69%
<i>Camelobaetidius sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	3	0.97%	4	0.43%
<i>Chironomus sp</i>	125	40.98%	144	46.91%	78	25.24%	347	37.68%
<i>Euthyplocia sp</i>	7	2.30%	5	1.63%	0	0.00%	12	1.30%
<i>Gigantodax sp</i>	2	0.66%	5	1.63%	5	1.62%	12	1.30%
<i>Progomphus sp</i>	0	0.00%	2	0.65%	0	0.00%	2	0.22%
<i>Heterelmis sp</i>	12	3.93%	21	6.84%	11	3.56%	44	4.78%
<i>Hexatoma sp</i>	1	0.33%	3	0.98%	1	0.32%	5	0.54%
<i>Leptohyphes sp</i>	13	4.26%	8	2.61%	30	9.71%	51	5.54%
<i>Leptonema sp</i>	15	4.92%	6	1.95%	1	0.32%	22	2.39%
<i>Brachymesia sp</i>	1	0.33%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.11%

<i>Limnocoris sp</i>	1	0.33%	1	0.33%	2	0.65%	4	0.43%
<i>Macrobrachium sp</i>	1	0.33%	10	3.26%	3	0.97%	14	1.52%
<i>Marilia sp</i>	5	1.64%	0	0.00%	0	0.00%	5	0.54%
<i>Meridialaris sp</i>	23	7.54%	25	8.14%	68	22.01%	116	12.60%
<i>Metrichia sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	0	0.00%	1	0.11%
<i>Molophilus sp</i>	1	0.33%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.11%
<i>Nectopsyche sp</i>	4	1.31%	9	2.93%	7	2.27%	20	2.17%
<i>Neoplasta sp</i>	2	0.66%	0	0.00%	0	0.00%	2	0.22%
<i>Petrophila sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	0	0.00%	1	0.11%
<i>Phylloicus sp</i>	2	0.66%	5	1.63%	6	1.94%	13	1.41%
<i>Polycentropus sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	0	0.00%	1	0.11%
<i>Psephenus sp</i>	0	0.00%	2	0.65%	0	0.00%	2	0.22%
<i>Rhagovelia sp</i>	2	0.66%	0	0.00%	0	0.00%	2	0.22%
<i>Scirtes sp</i>	3	0.98%	0	0.00%	1	0.32%	4	0.43%
<i>Sericostoma sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	0	0.00%	1	0.11%
<i>Thinobius sp</i>	0	0.00%	2	0.65%	0	0.00%	2	0.22%
<i>Traulodes sp</i>	4	1.31%	0	0.00%	0	0.00%	4	0.43%
<i>Tricorythodes sp</i>	0	0.00%	1	0.33%	0	0.00%	1	0.11%
TOTAL	305	100.00%	307	100.00%	309	100.00%	921	100.00%

Según la tabla 17, la riqueza específica y abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos mostraron patrones de distribución y abundancia menores para la época de lluvias.

En la quebrada Defensa se registró una riqueza de 21 especies con una abundancia de 305 individuos teniendo mayor abundancia la especie *Chironomus sp* con 125 individuos (40.98%), seguido de la especie *Anacroneuria sp* con 38 individuos representando el 12.46%, la especie *Anchytarsus sp* con 24 individuos (7.87%) y la especie *Meridialaris sp* con 23 individuos (7.54%).

En la quebrada Sachavacayoc se identificó 17 especies de macroinvertebrados acuáticos teniendo mayor abundancia la especie *Chironomus sp* con 144 individuos (46.91%), seguido de la especie *Anacroneuria sp* con 32 individuos (10.42%) y la especie *Meridialaris sp* con 25 individuos (8.14%).

En la quebrada Paredes se contabilizó una comunidad acuática bentónica de 18 especies teniendo mayor abundancia la especie *Chironomus sp* con 78 (25.24%), seguido de la especie *Meridialaris sp* con 68 individuos (22.01%) y la especie *Andesiops peruvianus* con 37 individuos (11.97%).

4.2.3.1. Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados

acuáticos en la época de lluvias

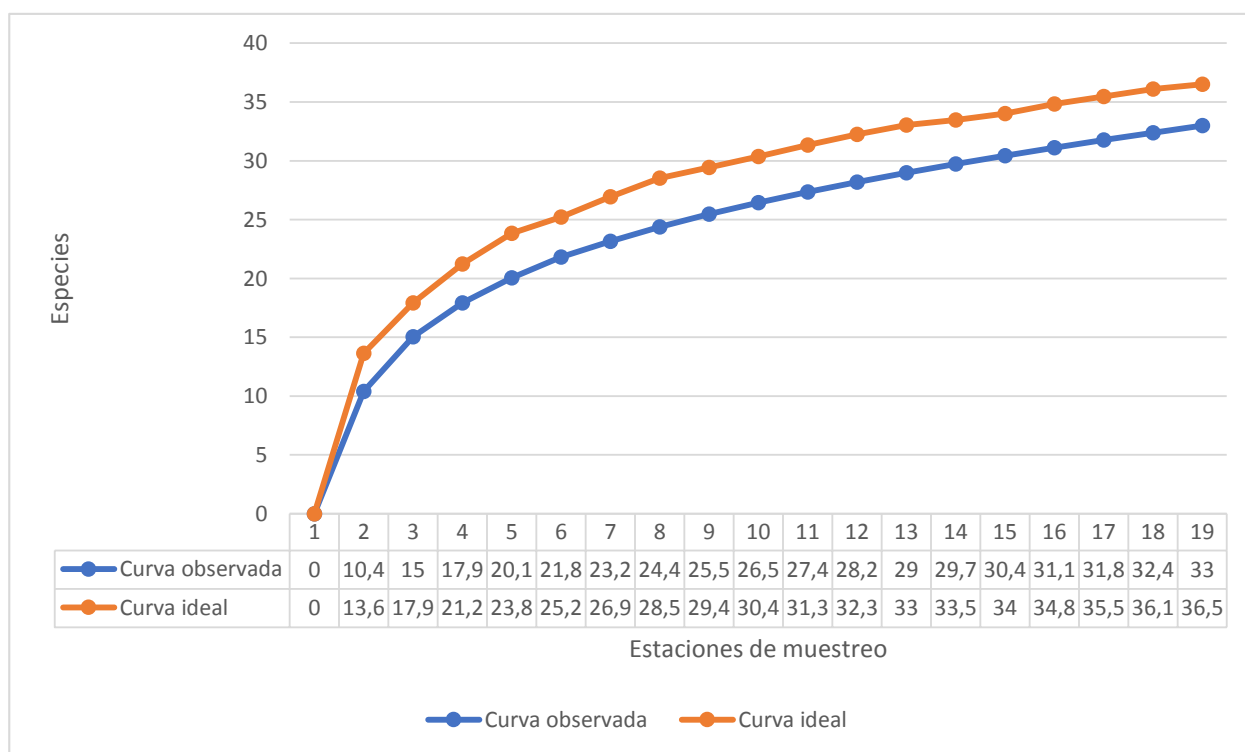


Figura 12. Curva de acumulación de especies de macroinvertebrados acuáticos de las estaciones evaluadas en la época de lluvias

NOTA: La estación uno (1) no corresponde a ninguna estación evaluada y solo representa el punto de partida de la acumulación de especies.

De acuerdo a la figura 12, se observó una asíntota mayor en la curva ideal el cual representa la riqueza total de especies y una asíntota menor en la curva observada que representa a las especies encontradas en las 18 estaciones de muestreo evaluadas (tres réplicas por estación). La trayectoria de la dirección de la asíntota se mantuvo ascendente en ambas curvas con tendencia a una separación continua, dicho comportamiento responde a que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente en la época de lluvias por lo que se requiere incrementar el esfuerzo de captura de macroinvertebrados acuáticos para alcanzar la representatividad total del ecosistema estudiado.

4.2.3.2. Diversidad alfa para macroinvertebrados en época de lluvias

Tabla 18. *Índices de diversidad alfa en época de lluvias*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes	Total
Riqueza de especies	24	26	18	33
Abundancia (N)	305	207	309	82
Simpson (1-D)	0.79	0.89	0.84	0.86
Shannon (H)	2.19	2.61	2.20	2.46

Según la tabla 18, se consideró el índice de dominancia de Simpson y el índice de equidad de Shannon para las comunidades de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en la estación biológica de Villa Carmen en Época de lluvias.

- **Índice de Simpson.**

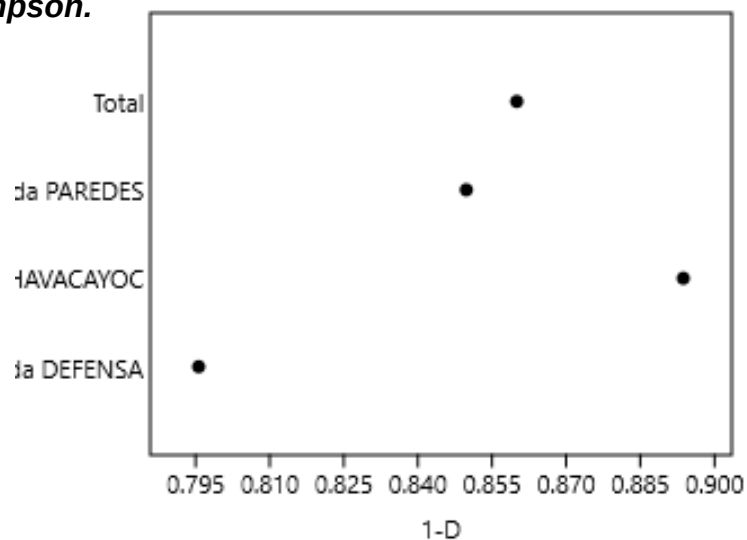


Figura 13. *Índice de diversidad de Simpson de las comunidades de macroinvertebrados en época de lluvias*

Según la figura 13 el valor de la probabilidad más representativa de extraer dos individuos de diferentes especies al azar y sin reponerlos a su hábitat es el índice de diversidad de Simpson correspondiente a la quebrada Defensa con 0.79 siendo más próximo a 0 y por presentar más equitatividad frente a los índices de diversidad de Simpson de la quebrada Sachavacayoc con 0.89 y la quebrada Paredes con 0.84 y el índice obtenido de la totalidad de los 3 evaluados de 0.86.

Índice de Shannon-Wiener.

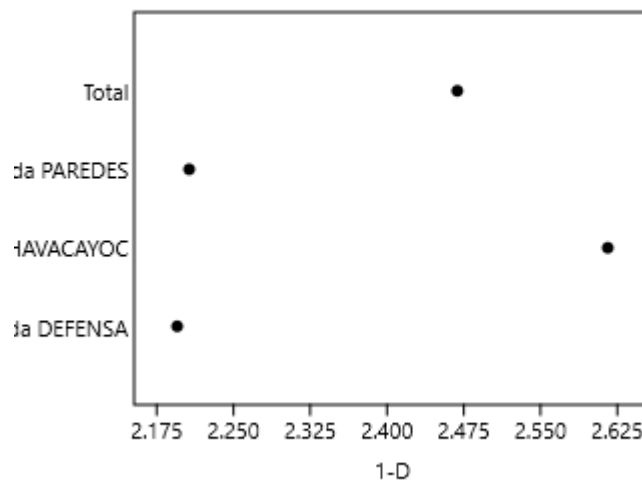


Figura 14. *Índice de diversidad de shannon-wiener de los macroinvertebrados de las quebradas Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada en la época de lluvias*

Según la Figura 14, el valor de la probabilidad más representativa de encontrar una determinada especie en un individuo escogido al azar es el índice de Shannon-Wiener de 2.61, correspondiente a la Quebrada Sachavacayoc, demostrando mayor diversidad frente al índice de Shannon-Wiener de la Quebrada Defensa con 2.19 y la Quebrada Paredes con 2.20 respectivamente, el índice de diversidad total de los 3 evaluados de 2.30.

4.2.3.3. Diversidad Beta de los macroinvertebrados acuáticos para la época de lluvias

Índice de cualitativo de Jaccard

Tabla 19. *Índice cualitativo de Jaccard para la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.51	0.68
Quebrada Sachavacayoc	0.51	1	0.62
Quebrada Paredes	0.68	0.62	1

Según la tabla 19, el mayor grado de similitud en la composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos se encontró en las quebradas Defensa y paredes ($J=0.68$), lo cual demostró que ambos nichos comparten un alto porcentaje de especies durante la época de lluvias, no obstante, la menor afinidad de comunidades en común se registró entre las quebradas Defensa y Sachavacayoc ($J=0.51$).

De acuerdo a la figura 15, el dendograma demuestra un agrupamiento cualitativo de comunidades entre la quebrada Paredes y defensa representando más del 60% de afinidad, no obstante, la quebrada Sachavacayoc se distanció del grupo principal uniéndose de manera tardía al *cluster* principal con una similitud menor al 60%.

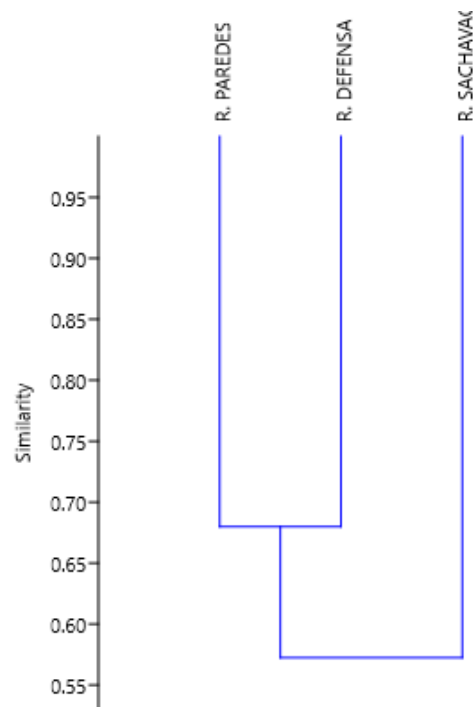


Figura 15. Dendrograma de similitud cualitativa de Jaccard para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvias

Índice de cuantitativo de Morisita.

Tabla 20. Índice cuantitativo de Morisita para la quebrada Defensa, quebrada Sachavacayoc y quebrada Paredes

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Paredes	1	0.82	0.78
Quebrada Sachavacayoc	0.82	1	0.84
Quebrada Paredes	0.78	0.84	1

Según la tabla 20, los valores de similitud de Morisita de los macroinvertebrados acuáticos para la época de lluvias evidenciaron una relación más afín en la estructura de abundancias de especies entre la quebrada Sachavacayoc y la quebrada Paredes ($IM=0.84$), lo cual reflejó una coincidencia en los taxones dominantes en ambos cuerpos lóticos. Por el contrario, se evidencia una afinidad cuantitativa menor entre la quebrada Paredes y quebrada Defensa ($IM=0.78$), evidenciando

De acuerdo a la Figura 16, el dendrograma reveló un agrupamiento en la composición de individuos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con mayor similaridad entre la quebrada Sachavacayoc y la quebrada Paredes mayor a un 85%, no así para la quebrada Paredes que se distanció del grupo principal en aproximadamente 5%.

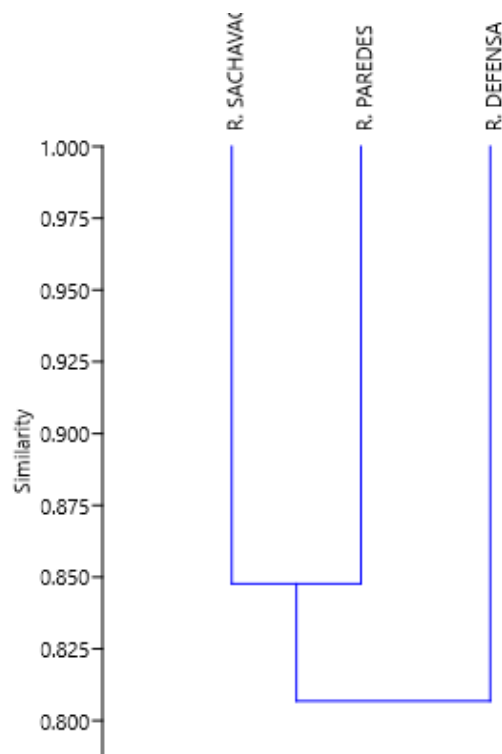


Figura 16. Dendrograma de similitud cuantitativa de Morisita para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la época de lluvias

4.2.4. Composición taxonómica y riqueza de la comunidad de peces de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes.

Tabla 21. Composición y riqueza general de la comunidad de peces de las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	N° DE ESPECIES POR ORDEN	% DE ESPECIES POR ORDEN
CHARACIFORMES	CHARACIDAE	ASTYANAX	<i>Astyanax bimaculatus</i>	22	71%
			<i>Astyanax biopis</i>		
		BRYCONAMERICUS	<i>Bryconamericus</i> sp		
		CHARAX	<i>Charax tectifer</i>		
		CREAGRUTUS	<i>Creagrutus Changae</i>		
			<i>Creagrutus unguis</i>		
		HEMIBRYCON	<i>Hemibrycon inambari</i>		
			<i>Hemibrycon Jelskii</i>		
			<i>Hemibrycon</i> sp		
		KNODUS	<i>Knodus heterestes</i>		
			<i>Knodus hypopterus</i>		
			<i>Knodus Ortiguasae</i>		
			<i>Knodus pectinatus</i>		
			<i>Knodus savannensis</i>		
			<i>Knodus Shinahota</i>		
			<i>Knodus</i> sp.n.1.		
		MOENKHAUSIA	<i>Moenkhausia</i> sp		
		OTHONOCHEIRODUS	<i>Othonocheirodus eigenmanni</i>		

		PRODONTOCHARAX	<i>Prodontocharax alleni</i>		
	CRENUCHIDAE	CHARACIDIUM	<i>Characidium zebra</i>		
	CURIMATIDAE	STEINDACHNERINA	<i>Steindachnerina guentheri</i>		
	ERYTHRINIDAE	HOPLIAS	<i>Hoplias malabaricus</i>		
CICHLIFORMES	CICHLIDAE	BUJURQUINA	<i>Bujurquina eurhinus</i>	1	3%
GYMNOTIFORMES	STERNOPYGIDAE	STERNOPYGUS	<i>Sternopygus macrurus</i>	1	3%
SILURIFORMES	AUCHENIPTERIDAE	CENTROMOCHLUS	<i>Centromochlus perugiae</i>		23%
	HEPTAPTERIDAE	RHAMDIA	<i>Rhamdia quelen</i>		
			<i>Ancistrus greeni</i>	7	
	LORICARIIDAE	ANCISTRUS	<i>Ancistrus maldonadoi</i>		
		CHAETOSTOMA	<i>Chaetostoma lineopunctatum</i>		
		RINELORICARIA	<i>Rineloricaria lanceolata</i>		
	TRICOMYCTERIDAE	TRICOMYCTERUS	<i>Tricomyscterus vittatus</i>		
4	10	20	31	31	100%

Según la tabla 21, la riqueza general de la comunidad de peces se conformó por 31 especies, distribuidos en 21 géneros, 10 familias y cuatro ordenes.

El orden Characiformes constituyó el grupo más dominante y diverso de los ecosistemas acuáticos al registrar 22 especies que representan el 71% de la riqueza total de la zona de estudio, destacando la familia Characidae con 16 especies, el segundo grupo con más representatividad es el orden Siluriformes con siete especies (23.0%) y en menor proporción los órdenes Gymnotiformes y Cichliformes con 1 especie cada uno, equivalente al 3.0% de la riqueza total.

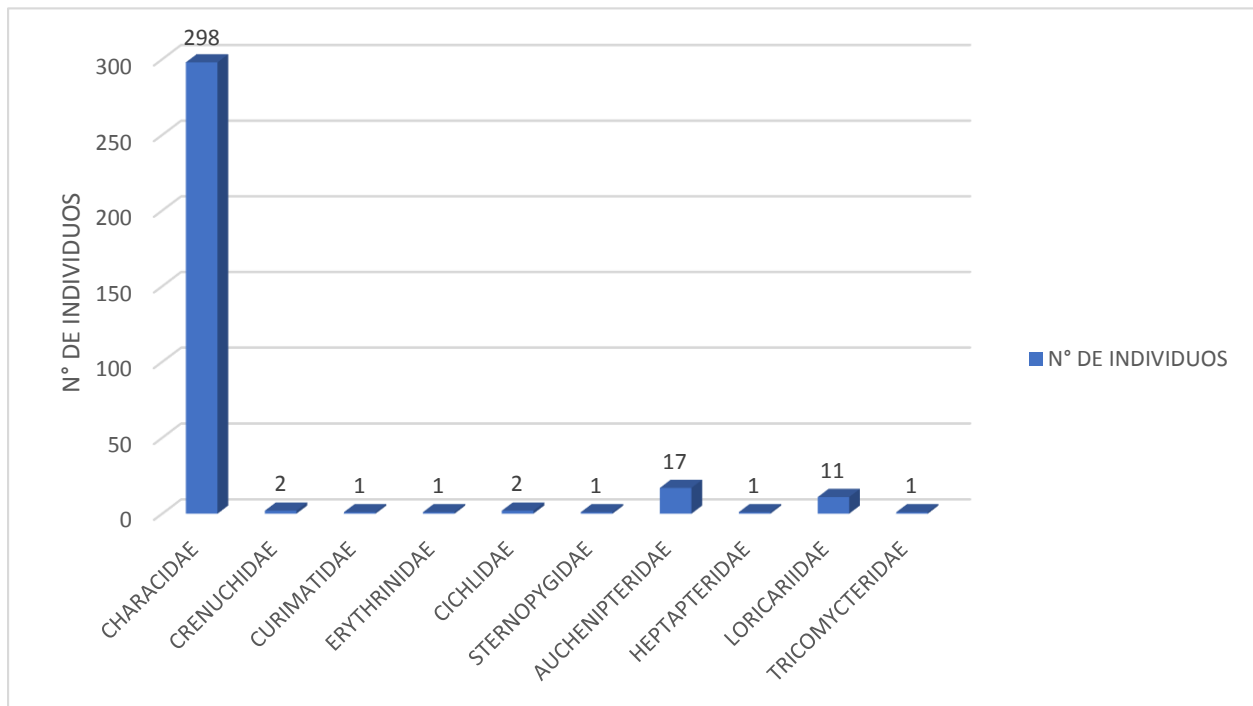


Figura 17. *Abundancia de peces por familia taxonómica*

De acuerdo a la figura 17, se observó un total de 10 familias identificadas. La familia CHARACIDAE es la más representativa con 298 individuos, representando el 88.96%, seguido de la familia Auchenipteridae con 17 individuos representando el 5.07%, la familia Loricariidae con 11 individuos representando el 3.28%. Demostrando que las especies comúnmente llamadas mojarras y/o sardinas son abundantes en el primer orden dentro del área de concesión privada – Estación Biológica Villa Carmen.

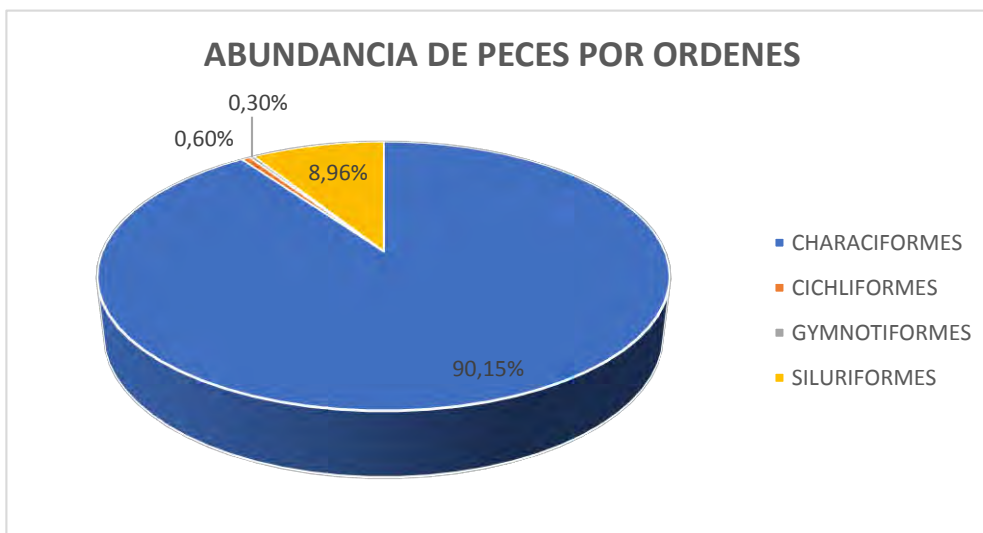


Figura 18. *Abundancia relativa de peces por órdenes de las Quebrada Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes*

De acuerdo a la figura 18, se identificó que el orden Characiformes está conformado por 302 individuos colectados representando el 90.15% de la muestra total, demostrando que estas especies pelágicas son más abundantes en comparación al orden Siluriformes con 30 individuos representando el 8.96%, seguido de los órdenes Cichliformes con 2 individuos y Gymnotiformes con 1 individuo, representando el 0.60% y 0.30% respectivamente del total de individuos identificados en cabeceras de cuencas de primer orden dentro del área de concesión de la estación biológica de Villa Carmen.

4.2.5. Riqueza y abundancia de la ictiofauna de las quebradas en estudio en época de secas

Tabla 22. Riqueza y abundancia de la comunidad de peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de secas

Según la tabla 22, la riqueza específica y abundancia relativa de la ictiofauna de la quebrada Defensa, Sachavacayoc

ESPECIE	Quebrada Defensa	Abund. relativa (%)	Quebrada sachavacay oc	Abund. relativa (%)	Quebrada paredes	Abund. relativa (%)	N° Individ uos	Abund. relativa total (%)
<i>Charax tectifer</i>	1	2.27%	1	1.49%	0	0.00%	2	1.30%
<i>Creagrutus ungulus</i>	2	4.55%	1	1.49%	1	2.33%	4	2.60%
<i>Hemibrycon inambari</i>	0	0.00%	2	2.99%	0	0.00%	2	1.30%
<i>Hemibrycon Jelskii</i>	2	4.55%	0	0.00%	2	4.65%	4	2.60%
<i>Knodus hypopterus</i>	3	6.82%	6	8.96%	6	13.95%	15	9.74%
<i>Knodus Orteguasae</i>	0	0.00%	0	0.00%	3	6.98%	3	1.95%

y Paredes fueron un total de 11 especies son de 44 individuos, 67 individuos y 43 individuos respectivamente siendo un total de 154 individuos, resultando que la especie *Knodus sp.n.1.*, representa el 70.45% de abundancia relativa con 31

<i>Knodus savannensis</i>	4	9.09%	4	5.97%	4	9.30%	12	7.79%
<i>Knodus Shinahota</i>	0	0.00%	11	16.42%	0	0.00%	11	7.14%
<i>Knodus sp.n.1.</i>	31	70.45%	42	62.69%	26	60.47%	99	64.29%
<i>Prodontocharax alleni</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	2.33%	1	0.65%
<i>Tricomyscus vittatus</i>	1	2.27%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.65%
11	44	100.00%	67	100.00%	43	100.00%	154	100.00%

especies identificadas de un total de 44 individuos colectadas en la Quebrada Defensa, el 62.69% de la abundancia relativa con 42 especies identificadas de un total de 67 individuos colectados para la Quebrada Sachavacayoc y el 60.47% de la abundancia relativa con 26 especies identificadas de un total de 43 especies colectadas, resultando la especie más significativa – abundante del acumulado general de todos los evaluados, siendo el 64.29% con 99 especies identificadas de un total de 154 individuos colectados.

4.2.5.1. Análisis de la curva de acumulación de especies peces de las estaciones evaluadas en la época de secas

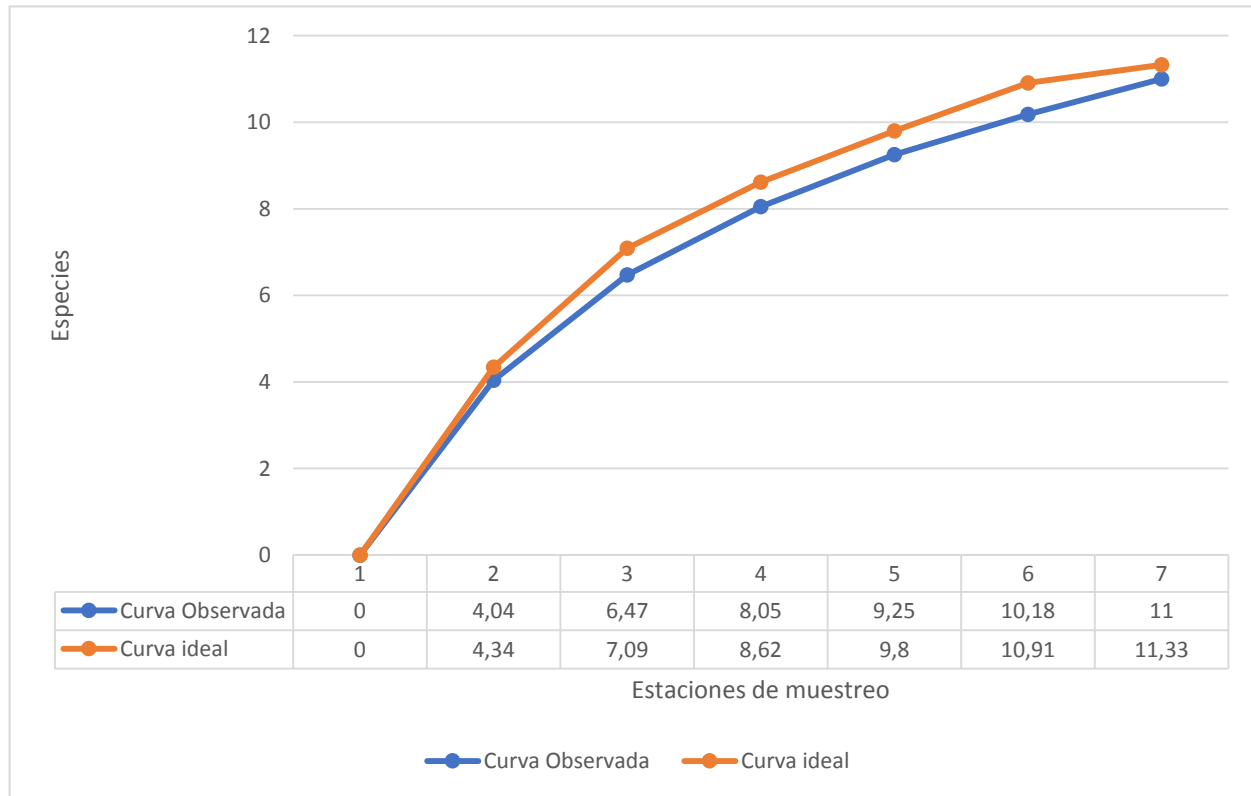


Figura 19. Curva de acumulación de especies de las estaciones evaluadas en la época de secas

De acuerdo a la figura 19. Se tiene una asíntota mayor en la curva ideal que representa la riqueza total de especies de peces y una asíntota menor en la curva observada que representa a las especies encontradas en las 6 estaciones de muestreo evaluadas, la dirección de la asíntota es paralela entre ambas curvas significando que el esfuerzo de captura de la comunidad de peces empleados en la época de lluvias es óptimo.

4.2.5.2. Diversidad alfa de los peces época de secas

Tabla 23. *Índices de diversidad alfa en época de secas*

	Quebrada Defensa	Quebrada sachavacayoc	Quebrada Paredes	Total
Riqueza de especies	7	7	7	11
Abundancia (N)	44	67	43	154
Simpson (1-D)	0.48	0.56	0.59	0.56
Shannon (H)	1.10	1.20	1.30	1.34

Se consideró, el índice de dominancia de Simpson y los índices de equidad de Shannon para las comunidades de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la estación biológica de Villa Carmen en época de secas (tabla 23).

- **Índice de Simpson.**

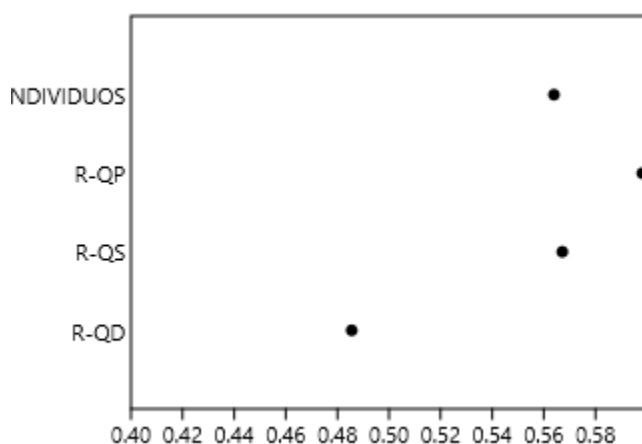


Figura 20. *Índice de diversidad de Simpson de las comunidades de peces en épocas de secas*

De acuerdo a la figura 20, el índice de diversidad de Simpson no es muy similar entre los evaluados a pesar de tener la misma cantidad de especies observadas, es ligeramente menor en la Quebrada Defensa con 0.48, lo que indicaría que existe mayor dominancia de algunas de las especies en comparación a las quebradas Sachavacayoc que representa el 0.56 y la Quebrada Paredes con 0.59, indicando una riqueza de especies parecidas y compatibles en términos de equitatividad

- ***Índice de Shannon-Wiener***

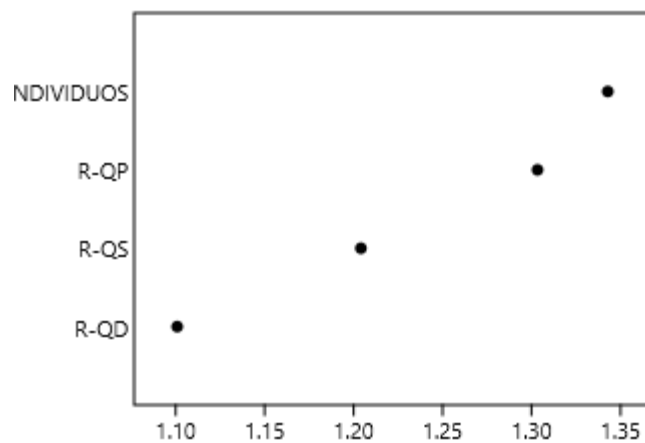


Figura 21. *Índice de diversidad de Shannon-wiener de las comunidades de peces en época de secas.*

Según la figura 21, el valor de la probabilidad más representativa de encontrar una determinada especie en un individuo escogido al azar es el índice de Shannon-Wiener de 1.30 correspondiendo a la quebrada Paredes, demostrando mayor diversidad frente al índice de Shannon-Wiener de la Quebrada Defensa con 1.10 y la Quebrada Sachavacayoc con 1.20 respectivamente.

4.2.5.3. Diversidad beta de los peces en la época de secas

Índice de cualitativa de Jaccard

Tabla 24. *Índice cualitativo de Jaccard para las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.55	0.55
Quebrada Sachavacayoc	0.55	1	0.4
Quebrada Paredes	0.55	0.4	1

Según la Según la tabla 24, los coeficientes de similitud cualitativa de Jaccard muestran que la mayor afinidad en la composición de especies es entre las Defensa y la quebrada Sachavacayoc con un índice de 0.56, este valor indica que ambos ecosistemas acuáticos comparten más de la mitad de su riqueza ictiológica en comparación al registro entre las quebradas Sachavacayoc y Paredes con un coeficiente de 0.40.

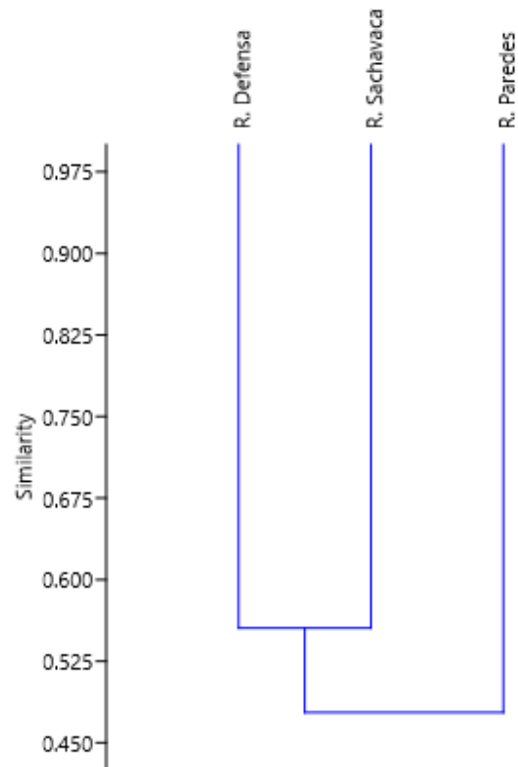


Figura 22. Dendrograma de similitud cualitativa de Jaccard para peces en la época de secas

De acuerdo a la figura 22, el dendrograma corrobora la formación de un primer conglomerado (cluster) de mayor afinidad entre las quebradas Defensa y Sachavacayoc con un porcentaje de similitud superior al 50%. En contraparte, la quebrada Paredes se asocia a este grupo principal en un nivel inferior del 40%. Esto demuestra que la quebrada paredes posee una composición de especies diferenciada y comparte especies en común con las otras quebradas.

4.2.14.2 Índice cuantitativo de Morisita

Tabla 25. *Índice cuantitativo de Morisita para las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.95	0.97
Quebrada Sachavacayoc	0.95	1	0.95
Quebrada Paredes	0.97	0.95	1

Según la tabla 25, los coeficientes de similitud cuantitativa de Morisita muestran una mayor afinidad cuantitativa entre las quebradas Defensa y Paredes con un índice de 0.97, seguida por la relación entre Defensa y Sachavacayoc con 0.95. Estos elevados índices demuestran que los individuos dominantes son compartidos de manera equitativa.

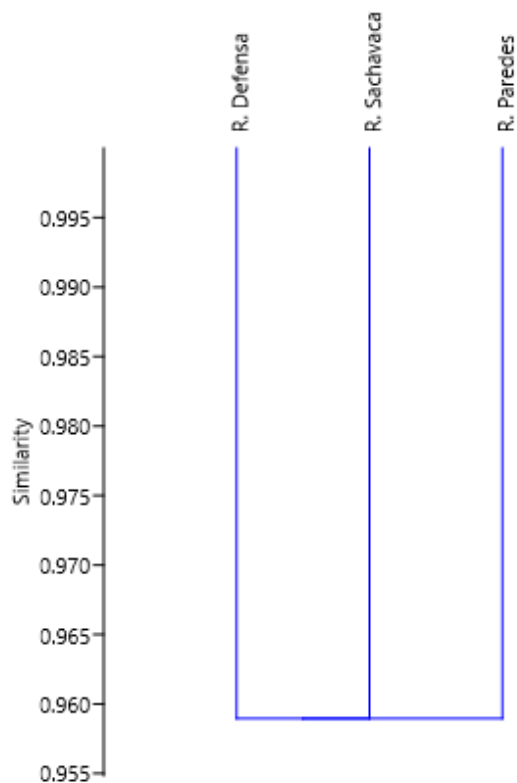


Figura 23. Dendrograma de similitud cuantitativa de Morisita para peces en la época de secas

De acuerdo a la figura 23, el dendrograma confirma la afinidad de un grupo principal entre las quebradas Defensa y Paredes con un porcentaje de similitud de 97.59% en la distribución de sus abundancias, por otra parte, la quebrada Sachavacayoc se integra a este grupo principal con niveles de similitud correspondientes al 95.89%. Estos resultados demuestran que a nivel cuantitativo la composición de la comunidad de peces entre las quebradas es equivalente.

4.2.6. Riqueza y abundancia relativa de la ictiofauna de las quebradas en estudio en época de lluvias

Tabla 26. *Riqueza y abundancia relativa de la ictiofauna de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en épocas de lluvias*

ESPECIE	Quebrada Defensa	Abund. relativa (%)	Quebrada Sachavacayoc	Abund. relativa (%)	Quebrada Paredes	Abund. relativa (%)	N° Individuos	Abund. relativa total (%)
<i>Ancistrus greeni</i>	0	0.00%	0	0.00%	2	1.85%	2	1.10%
<i>Ancistrus maldonadoi</i>	0	0.00%	1	2.08%	2	1.85%	3	1.66%
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0	0.00%	0	0.00%	6	5.56%	6	3.31%
<i>Astyanax biopiensis</i>	0	0.00%	0	0.00%	8	7.41%	8	4.42%
<i>Bryconamericus sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%
<i>Bujurquina eurhinus</i>	0	0.00%	0	0.00%	2	1.85%	2	1.10%

<i>Centromochlus perugiae</i>	7	28.00%	0	0.00%	10	9.26%	17	9.39%
<i>Chaetostoma lineopunctatu m</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%
<i>Characidium zebra</i>	1	4.00%	0	0.00%	1	0.93%	2	1.10%
<i>Charax tectifer</i>	1	4.00%	9	18.75%	7	6.48%	17	9.39%
<i>Creagrutus Changae</i>	0	0.00%	0	0.00%	9	8.33%	9	4.97%
<i>Creagrutus ungulus</i>	0	0.00%	1	2.08%	1	0.93%	2	1.10%
<i>Hemibrycon inambari</i>	0	0.00%	1	2.08%	0	0.00%	1	0.55%
<i>Hemibrycon Jelskii</i>	2	8.00%	0	0.00%	17	15.74%	19	10.50%
<i>Hemibrycon sp</i>	0	0.00%	0	0.00%	3	2.78%	3	1.66%
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	4.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.55%
<i>Knodus heterestes</i>	0	0.00%	4	8.33%	0	0.00%	4	2.21%

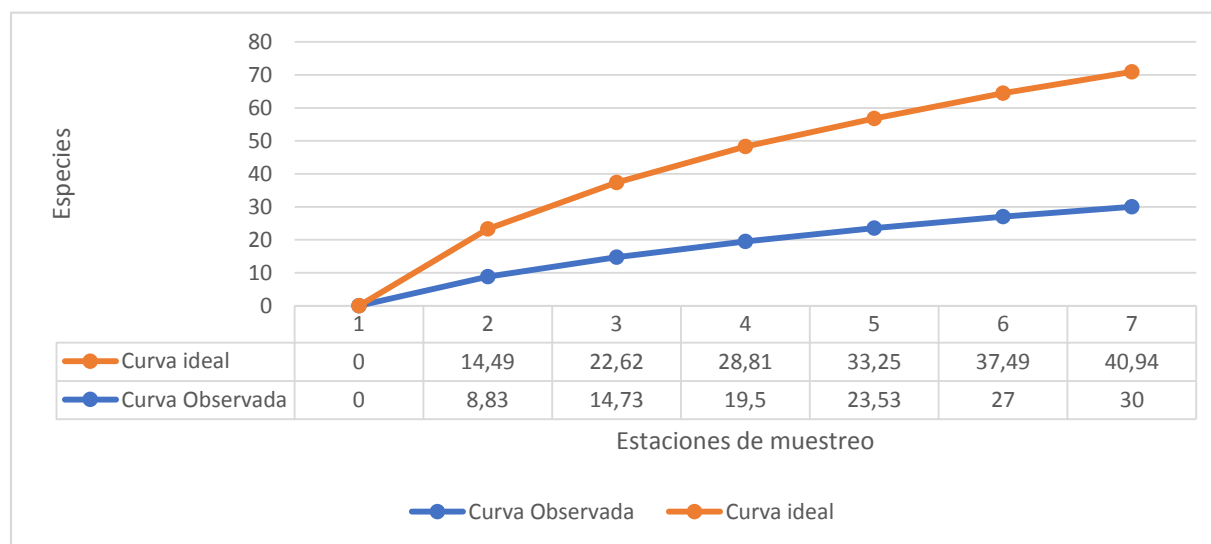
<i>Knodus hypopterus</i>	8	32.00%	17	35.42%	17	15.74%	42	23.20%
<i>Knodus Orteguasae</i>	0	0.00%	1	2.08%	0	0.00%	1	0.55%
<i>Knodus pectinatus</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%
<i>Knodus savannensis</i>	0	0.00%	3	6.25%	2	1.85%	5	2.76%
<i>Knodus Shinahota</i>	0	0.00%	4	8.33%	0	0.00%	4	2.21%
<i>Knodus sp.n.1.</i>	4	16.00%	5	10.42%	11	10.19%	20	11.05%
<i>Moenkhausia sp</i>	0	0.00%	1	2.08%	0	0.00%	1	0.55%
<i>Othonocheirodus eigenmanni</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%
<i>Rhamdia quelen</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%
<i>Rineloricaria lanceolata</i>	0	0.00%	1	2.08%	4	3.70%	5	2.76%
<i>Steindachnerina guentheri</i>	0	0.00%	0	0.00%	1	0.93%	1	0.55%

<i>Sternopygus</i>	1	4.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.55%
<i>macrurus</i>								
29	25	100.00%	48	100.00%	108	100.00%	181	100.00%

Según la tabla 26, la riqueza específica y abundancia relativa de la ictiofauna de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Q Paredes en el acumulado total de 29 especies son de 25 individuos, 48 individuos y 108 individuos respectivamente siendo un total de 181 individuos, resultando que la especie *Knodus hypopterus.*, representa el 32.00% de abundancia relativa con 8 especies identificadas de un total de 25 individuos colectadas en la Quebrada Defensa, el 35.42% de la abundancia relativa con 17 especies identificadas de un total de 48 individuos colectados para la Quebrada Sachavacayoc y el 15.74% de la abundancia relativa con 17 especies identificadas de un total de 108 especies colectadas, resultando la especie más significativa – abundante del acumulado general de todos los evaluados, siendo el 23.20% con 42 especies identificadas de un total de 181 individuos colectado.

4.2.6.1. Análisis de la curva de acumulación de especies peces de las estaciones evaluadas en la época de lluvias

Figura 24. Curva de acumulación de especies de las estaciones evaluadas en la época de lluvia



De acuerdo a la figura 24, se tiene una asíntota mayor en la curva ideal que representa la riqueza total de especies de peces y una asíntota menor en la curva observada que

representa a las especies peces encontradas en las 6 estaciones de muestreo evaluadas, la dirección de la asíntota es paralela entre ambas curvas con tendencia a separarse, significando que se requiere mayor esfuerzo de captura de peces en la época de lluvias.

4.2.6.2. Diversidad alfa de los peces de las quebradas en estudio en época de secas

Tabla 27. *Índices de diversidad alfa en época de secas*

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes	Total
Riqueza de especies	8	12	22	29
Abundancia (N)	25	48	108	181
Simpson (1-D)	0.78	0.80	0.90	0.89
Shannon (H)	1.73	1.98	2.63	2.68

Según la tabla 27, se consideró el índice de dominancia de Simpson y los índices de equidad de Shannon para las comunidades de peces encontrados en las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes.

- **Índice de Simpson.**

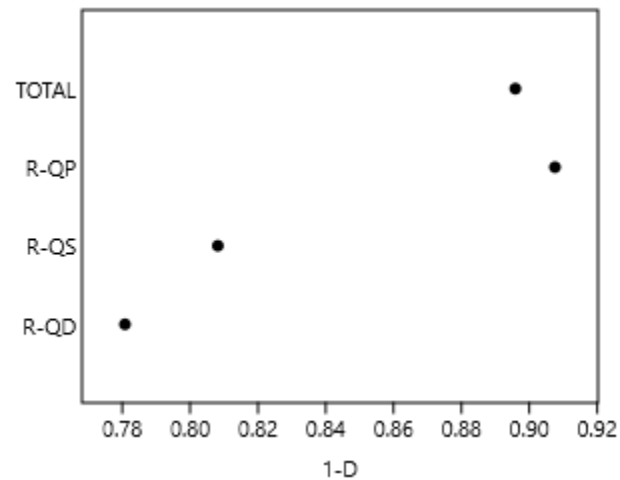


Figura 25. Índice de diversidad de Simpson de los peces en la época de lluvias

Según la figura 25, el valor de la probabilidad más representativa de extraer dos individuos de diferentes especies al azar y sin reponerlos a su hábitat, es el índice de diversidad de Simpson correspondiente al quebrada Defensa con 0.78 siendo más próximo a 0 se deduce que es más equitativo frente a los índices de diversidad de Simpson de la quebrada Sachavacayoc con 0.80 y la quebrada Paredes con 0.90 e incluso el índice obtenido de la totalidad de los 3 evaluados de 0.89, sin embargo la abundancia de especies tiene gran participación en la distribución de especies encontrados.

- **Índice de Shannon-Wiener**

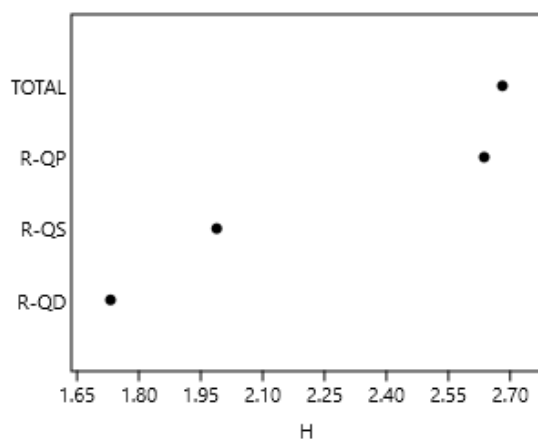


Figura 26. Índice de diversidad de Shannon-wiener de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en época de lluvias

Según la figura 26, el valor de la probabilidad más representativa de encontrar una determinada especie en un individuo escogido al azar es el índice de Shannon-Wiener de 2.637 correspondiente a la quebrada Paredes demostrando mayor diversidad frente al índice de Shannon-Wiener de la quebrada Defensa con 1.73 y la quebrada Sachavacayoc con 1.99 respectivamente pero menos significativo frente al índice de diversidad total de los 3 evaluados de 2.68.

4.2.18. Diversidad beta de los peces de las quebradas en estudio en la época de lluvias

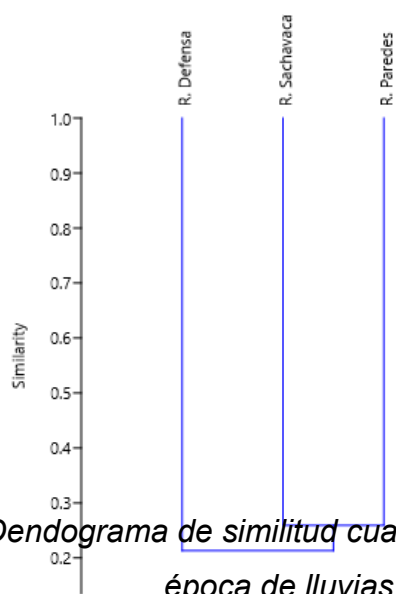
4.2.18.1. Índice cualitativo de Jaccard

Tabla 28. Índice cualitativo de Jaccard para las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes

De acuerdo la tabla 28, los coeficientes de similitud cualitativa de Jaccard para la época de lluvias muestran valores bajos en comparación al periodo de seca, no superando ni en 25% de afinidad taxonómica. El mayor valor de similitud se registró entre

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.17	0.25
Quebrada Sachavacayoc	0.17	1	0.25
Quebrada Paredes	0.25	0.25	1

la quebrada Defensa y Paredes de 0.25 y por el contrario el menor valor de similitud lo presentaron la quebrada Defensa y Sachavacayoc con 0.17



Según la figura 27, el dendrograma demuestra que las comunidades de peces presentan una baja similitud de diversidad de peces en época de lluvias. Se observa la formación de un primer grupo entre las quebradas Sachavacayoc y Defensa con un nivel de similitud más bajo con 17% y posteriormente se le une la quebrada Paredes con nivel de afinidad del 25%.

4.2.18.2. Índice cuantitativo de Morisita.

Tabla 29. Índice de similitud cuantitativa de Morisita de peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de lluvias

	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Quebrada Defensa	1	0.66	0.69
Quebrada Sachavacayoc	0.66	1	0.57
Quebrada Paredes	0.69	0.57	1

De acuerdo a la tabla 29, los coeficientes de similitud cuantitativa de Morisita muestran una mayor afinidad cuantitativa entre las quebradas Defensa y Paredes con un índice de 0.69, seguida por la relación entre las quebradas Defensa y Sachavacayoc con un coeficiente de 0.66, por el contrario, la menor similitud en la estructura de abundancias se evidenció entre las quebradas Sachavacayoc y Paredes con u coeficiente de 0.57.

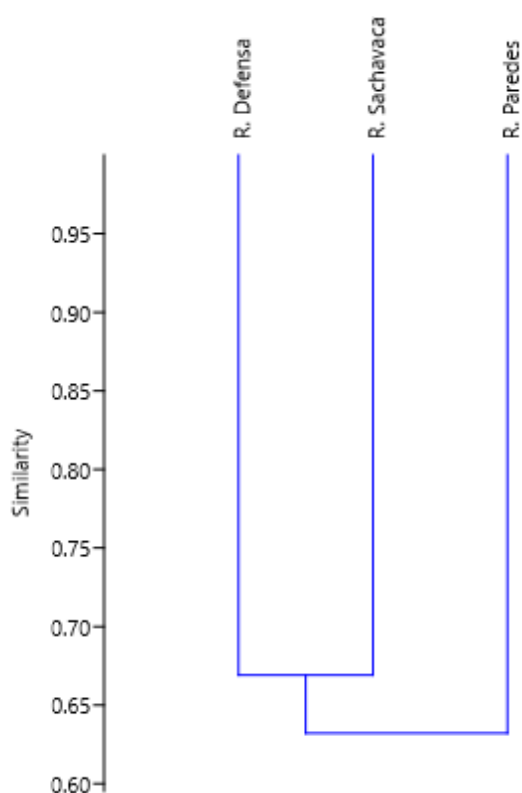


Figura 28. *Dendrograma de similitud de Morisita para las quebrada Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de lluvias*

Según la figura 28, el dendrograma confirma la afinidad de un grupo principal entre las quebradas Defensa y Sachavacayoc con un porcentaje de similitud de 67% en distribución de sus abundancias, por otra parte, la quebrada Paredes se integre a este grupo principal con niveles de similitud correspondientes al 95.89%. Estos resultados demuestran que a nivel cuantitativo la composición de peces entre quebradas es homogénea.

4.3. índices bióticos de las quebrada Defensa, Sachavacayoc y

Paredes en el área de concesión privada de Villa Carmen -

Pilcopata - Cusco

Obtenidos los datos de identificación se procedió a emplear los protocolos de los índices bióticos de las familias de los macroinvertebrados colectados.

4.3.1. Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada

Defensa en época de secas

Tabla 30. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01 de la Quebrada Defensa.*

ORDEN	FAMILIA	INVIDIVUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	DYTISCIDAE	1	3	3	0.06	-
	ELMIDAE	1	7	5	0.22	-
		7				-
	PTILODACTYLIDAE	3	5	10	0.14	-
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	4	5	0.05	-
	CHIRONOMIDAE	14	2	2	1.05	-
	LINMONIDAE	1	4	4	0.05	-
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	1	4	7	0.05	29.25%
	LEPTOHYPHIDAE	3	7	7	0.08	
	LEPTOPHLEBIIDAE	27	10	9	0	
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	1	1	1	0.08	-
HEMIPTERA	NAUCORIDAE	2	5	8	0.09	-
	VELIIDAE	2	5	0	0.09	-
ODONATA	AESHNIDAE	1	6	6	0.03	-
	GOMPHIDAE	1	8	9	0.01	-
	LIBELLULLIDAE	3	6	5	0.11	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	11	10	10	0	10.38%
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	16	10	10	0	24.53%
	HYDROPSYCHIDAE	3	5	7	0.14	
	LEPTOCERIDAE	7	8	8	0.13	
8	19	106	110	116	2.46	64.15%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	110	Muy bueno
Índice biological monitoral working party (BMWP)	116	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.
Índice biótico de familias (IBF)	2.47	Excelencia
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	64.15%	Buenas

Figura 29. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01.

Según la tabla 30, se registró 8 órdenes y 19 familias en un total de 106 individuos colectados en la estación de muestreo R-QD-1 en la Quebrada Defensa en la Época de secas, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 110 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “Muy buena calidad de agua sin alteraciones y/o impactos”, para el Índice Biological Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 116 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 106 individuos de la estación de muestreo R-QD-1 resultando 2.47 puntos categorizándose como “Agua limpia, contaminación orgánica baja probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeropteras, Plecopteras y Trichopteras (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 64.15% como resultado final, categorizándose como “Índice de calidad de agua BUENA” (figura 29)..

Tabla 31. Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02 de la Quebrada Defensa.

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	18	5	7	0.24	-
DECAPODA	PALAEMONIDAE	19	-	8	-	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	213	2	2	4.61	-
	LIMONIDAE	1	4	4	0.01	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	11	7	7	0.09	16.85%
	BAETIDAE	18	4	7	0.28	
	LEPTOPHLEBIIDAE	33	10	9	0	
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	4	0	6	0	-
ODONATA	GOMPHIDAE	2	8	9	0.01	-
	LIBELLULIDAE	3	6	5	0.03	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	22	10	10	0	6.08%
TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	11	8	8	0	5.25%
	CALAMOCERATIDAE	8	10	10	0.04	
8	13	363	74	92	5.34	28.18%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	74	BUENA
Índice biological monitoral working party (BMWP)	92	Son evidentes algunos efectos de la contaminación.
Índice biótico de familias (IBF)	5.34	MODERADAS, contaminación moderadamente probable.
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	28.18%	REGULAR.

Figura 30. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02

Según la tabla 31, se registró 8 órdenes y 13 familias en un total de 106 individuos colectados en la estación de muestreo R-QD-02 en la quebrada Defensa en la época de secas, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 74 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “Buena”, para el Índice Biological Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 92 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “calidad de agua ACEPTABLE, con contaminación moderadamente probable”, para el Índice Biotico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 362 individuos de la estación de muestreo R-QD-02 resultando 5.34 puntos categorizándose como “Calidad de agua MODERADA, con contaminación moderadamente probable”, para el Índice de porcentaje de las familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 28,18% como resultado final, categorizándose como “calidad de agua regular” (figura 30).

4.3.2. Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Sachavacayoc en época de secas

Tabla 32. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-03 de la Quebrada Defensa*

ORDEN	FAMILIA	Individuos	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	12	5	6	0.28	-
	STAPHILINIDAE	1	3	6	0.03	-
	PTILODACTYLIDAE	5	5	10	0.11	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	2	-	8	-	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	78	2	2	2.98	-
	LIMONIDAE	5	4	4	0.14	-
	SIMULIIDAE	10	5	8	0.23	-
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	20	4	7	0.57	25.84%
	LEPTOHYPHIDAE	11	7	7	0.15	
	LEPTOPHLEBIIDAE	23	10	9	0	
HETEROPTERA	VELIIDAE	2	5	8	0.04	-
	NAUCORIDAE	1	5	7	0.02	-
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	1	-	6	-	-
ODONATA	COENAGRIONIDAE	1	6	7	0.01	-
	GOMPHIDAE	1	8	10	0.01	-
	LIBELLULLIDAE	1	6	6	0.01	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	17	10	10	0	8.13%
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	4	10	10	0	8.61%
	LEPTOCERIDAE	12	8	8	0.11	
	POLYCENTROPODIDAE	2	8	9	0.01	
9	20	209	111	148	4.79	42.58%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACION FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	111	Muy bueno
Índice biologicalcal monitoral working party (BMWP)	148	Aguas limpias a muy limpias.
Índice biótico de familias (IBF)	4.79	BUENA, con contaminación probable.
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	42.58%	REGULAR.

Figura 31. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-03.

Según la tabla 32, se registró 9 órdenes y 20 familias en un total de 209 individuos colectados en la estación de muestreo R-QS-03 en la quebrada Sachavacayoc en la época de secas , el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 111 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biologicalcal Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 148 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA”, con agua limpias a muy limpias contaminación moderadamente probable”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 209 individuos de la estación de muestreo R-QS-03 resultando 4.79 puntos categorizándose como “BUENA”, con contaminación probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 42.58 % como resultado final, categorizándose como “calidad de agua regular”.

Tabla 33. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04 de la Quebrada Sachavacayoc*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWO/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	16	5	7	0.29	-
	PTILODACTYLIDAE	4	5	10	0.07	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	21	-	8	-	-
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	2	4	5	0.04	-
	CHIRONOMIDAE	79	2	2	2.35	-
	LIMONIDAE	4	4	4	0.08	-
	SIMULIDAE	2	5	5	0.05	-
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	4	7	0.4	21.27%
	LEPTOHYPHIDAE	4	7	7	0.04	
	LEPTOPHLEBIIDAE	35	10	9	0	
HETEROPTERA	VELIIDAE	1	5	0	0.01	-
LEPIDOPTERA	CRAMBIDAE	1	-	5	-	-
	COENAGRIONIDAE	1	6	7	0.01	-
ODONATA	GOMPHIDAE	3	8	9	0.02	-
	LIBELLULLIDAE	4	6	5	0.05	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	34	10	10	0	12.69%
	CALAMOCERATIDAE	10	10	10	0	
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	7	8	9	0.05	
	HYDROPSYCHIDAE	10	5	7	0.18	14.55%
	LEPTOCERIDAE	11	8	8	0.08	
	ODONTOCERIDAE	1	10	10	0	
9	21	268	112	144	3.81	48.51%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	112	Muy buena
Índice biologicalcal monitoral working party (BMWP)	144	Aguas limpias a muy limpias.
Índice biótico de familias (IBF)	3.81	Muy buena
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	48.10%	Regular

Figura 32. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04.

Según la tabla 33, se registró 9 órdenes y 21 familias en un total de 268 individuos colectados en la estación de muestreo R-QS-04 en la quebrada Sachavacayoc en la época de secas , el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 112 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biologicalcal Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 144 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA”, con agua limpias a muy limpias contaminación moderadamente probable”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 268 individuos de la estación de muestreo R-QS-4 resultando 3.81 puntos categorizándose como “MUY BUENA, con leve contaminación orgánica”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 48.10 % como resultado final, categorizándose como “calidad de agua REGULAR” (figura 32).

4.3.3. Índices bióticos de macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Paredes en época de secas

Tabla 34. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05 de la quebrada Paredes*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWO/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	3	5	6	0.13	-
	SCIRTIDAE	1	5	7	0.04	-
	PTILODACTYLIDAE	1	5	10	0.04	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	4	-	8	-	-
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	4	3	0.05	-
	CHIRONOMIDAE	5	2	2	0.36	-
	SIMULIDAE	3	5	8	0.13	-
	EMPIDIDAE	1	4	4	0.05	-
	LIMONIIDAE	2	4	4	0.1	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	1	10	9	0	46.85%
	BAETIDAE	45	4	7	0.1	
	LEPTOHYPHIDAE	2	7	7	0.14	
	EUTHYPLOCIIDAE	4	-	9	-	
HETEROPTERA	NAUCORIDAE	1	5	7	0.04	-
	VELIIDAE	1	5	8	0.04	-
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	1	-	6	-	-
ODONATA	COENAGRIONIDAE	3	6	7	0.1	-
	LIBELLILLIDAE	1	6	6	0.03	-
	GOMPHIDAE	1	8	10	0.02	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	10	10	10	0	9.01%
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	3	8	9	0.05	18.02%
	CALAMOCERATIDAE	6	10	10	0	
	POLYCENTROPODIDAE	2	8	9	0.03	
	LEPTOCERIDAE	8	8	8	0.14	
	ODONTOCERIDAE	1	10	10	0	
9	25	111	139	184	1.68	73.87%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	139	Muy buena
índice 91iological monitoral working party (BMWP)	184	Aguas limpias a muy limpias.
Índice biótico de familias (IBF)	1.69	Excelente
índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	73.87%	Muy buena

Figura 33. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05.

Según la tabla 34, se registró 9 órdenes y 25 familias en un total de 111 individuos colectados en la estación de muestreo R-QP-05 en la Quebrada Paredes en la Época de secas, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 139 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biologycal Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 184 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA”, con agua limpias a muy limpias contaminación moderadamente probable”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 111 individuos de la estación de muestreo R-QP-05 resultando 1.69 puntos categorizándose como “EXCELENTE, con contaminación poco probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 73.87% como resultado final, categorizándose como “calidad de agua MUY BUENA” (figuras 33).

Tabla 35. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06 de la quebrada Paredes*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWO/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	3	5	10	0.07	-
	ELMIDAE	14	5	6	0.34	-
	PSEPHENIDAE	1	5	10	0.02	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	4	-	8	-	-
DIPTERA	TIPULIDAE	3	5	3	0.07	-
	SIMULIIDAE	16	5	8	0.39	-
	ATHERICIDAE	2	10	10	0	-
	LINMONIDAE	1	4	4	0.02	-
	CHIRONOMIDAE	5	2	2	0.19	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	51	10	9	0	38.81%
	LEPTOHYPHIDAE	9	7	7	0.13	
	BAETIDAE	18	4	7	0.53	
HETEROPTERA	NAUCORIDAE	3	5	7	0.07	-
MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	3	-	6	-	-
ODONATA	COENAGRIONIDAE	1	6	7	0.01	-
	GOMPHIDAE	2	8	10	0.01	-
	LIBELLILLIDAE	1	6	6	0.01	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	33	10	10	0	16.42%
TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	3	8	9	0.02	15.42%
	CALAMOCERATIDAE	7	10	10	0	
	HYDROPSYCHIDAE	6	5	7	0.14	
	LEPTOCERIDAE	12	8	8	0.11	
	POLYCENTROPODIDAE	3	8	9	0.02	
9	23	201	136	173	2.28	70.65%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	136	Muy buena
índice biological monitoral working party (BMWP)	173	Aguas limpias a muy limpias.
índice biótico de familias (IBF)	2.28	Excelente
índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	70.65%	Buena

Figura 34. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06,

Según la tabla 35, se registró 9 órdenes y 23 familias en un total de 201 individuos colectados en la estación de muestreo R-QP-06 en la Quebrada Paredes en la Época de secas , el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 136 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biological Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 173 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA”, con agua limpias a muy limpias contaminación moderadamente probable”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 201 individuos de la estación de muestreo R-QP-06 resultando 2.29 puntos categorizándose como “EXCELENTE, agua limpia con contaminación poco probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 70.65% como resultado final, categorizándose como “calidad de agua BUENA” (figura 34).

4.3.4. Índices bióticos de los macroinvertebrados de la quebrada Defensa en época de lluvias

Tabla 36. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01 de la quebrada Defensa*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	10	5	10	0.71	-
	ELMIDAE	9	5	6	0.33	-
	SCIRTIDAE	1	5	7	0.03	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	86	2	2	5.09	-
	EMPIDIDAE	1	4	4	0.04	-
	SIMULIDAE	2	5	8	0.07	-
	BAETIDAE	5	4	7	0.22	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOHYPHIDAE	2	7	7	0.04	8.15%
	LEPTOPHLEBIIDAE	4	10	9	0	
PLECOPTERA	PERLIDAE	11	10	10	0	8.15%
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	2	5	7	0.07	
	LEPTOCERIDAE	2	8	8	0.02	2.96%
5	12	135	70	85	6.66	19.26%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	70	Buena
Índice biological monitoring working party (BMWP)	85	Aguas ligeramente contaminadas.
Índice biótico de familias (IBF)	6.67	Pobre
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	19.26%	Mala

Figura 35. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-01

Según la tabla 36, se registró 5 órdenes y 12 familias en un total de 135 individuos colectados en la estación de muestreo R-QD-01 en la Quebrada Defensa en la época de lluvia, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el Índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 70 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA”, para el Índice Biological Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 85 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “Aceptable”, con agua ligeramente contaminadas”, para el Índice Biotico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 135 individuos de la estación de muestreo R-QD-01 resultando 6.67 puntos categorizándose como “Pobre, con contaminación muy sustancialmente probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 19.26% como resultado final, categorizándose como “MALA” (figura 35).

Tabla 37. Calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02 de la quebrada Defensa

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	PTILODACTYLIDAE	14	5	10	0.41	-
	ELMIDAE	13	5	7	0.38	-
	SCIRTIDAE	2	5	4	0.05	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	39	2	2	1.83	-
	LIMONIDAE	2	4	4	0.03	-
	EMPIDIDAE	1	4	4	0.03	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	23	10	10	0	27.06%

	EUTHYPLOCIIDAE	7	0	9	0	
	BAETIDAE	5	4	7	0.1	
	LEPTOHYPHIDAE	11	7	7	0.19	
HETEROPTERA	NAUCORIDAE	1	5	8	0.02	-
	VELIIDAE	2	5	0	0.05	-
ODONATA	LIBELLILLIDAE	1	6	5	0.02	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	27	10	10	0	15.88%
	HYDROPSYCHIDAE	13	5	7	0.38	
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	2	10	10	0	
	LEPTOCERIDAE	2	8	8	0.02	12.94%
	ODONTOCERIDAE	5	10	10	0	
7	18	170	105	122	3.57	55.88%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	105	Muy buena
índice biological monitoring working party (BMWP)	122	Aguas limpias a muy limpias.
índice biótico de familias (IBF)	3.58	Excelente
índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	55.88%	Buena

Figura 36. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QD-02.

Según la tabla 37, se registró 7 órdenes y 18 familias en un total de 170 individuos colectados en la estación de muestreo R-QD-2 en la Quebrada Defensa en la época de lluvia, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 105 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) una sumatoria total de 122 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA”, con aguas limpias

a muy limpias”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 170 individuos de la estación de muestreo R-QD-2 resultando 3.58 puntos categorizándose como “EXCELENTE con contaminación poco probable”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 55.88% como resultado final, categorizándose como “BUENA”

4.3.5. Índices bióticos de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Sachavacayoc en época de lluvias

Tabla 38. *Calidad de agua de la estación de la estación de muestreo R-QS-03 de la quebrada Sachavacayoc*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/c ol	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	4	5	7	0.45	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	4	-	8	-	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	110	2	2	2	-
	SIMULIDAE	2	5	5	0.22	-
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	5	4	7	0.68	31.82%
	LEPTOHYPHIDAE	6	7	7	0.4	
	LEPTOPHLEBIIDAE	3	10	10	0	
HETEROPTERA	STAPHILINIDAE	1	3	0	0.15	-
LEPIDOPTERA	CRAMBIDAE	1	7	7	0.06	-
ODONATA	GOMPHIDAE	1	8	9	0.04	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	2	10	10	0	4.55%
TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	2	8	8	0.09	9.09%

	CALAMOCERATID AE	2	10	10	0	
9	13	143	79	90	4.13	45.45%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	79	Buena
Índice biological monitoral working party (BMWP)	90	Aguas ligeramente contaminadas.
Índice biótico de familias (IBF)	4.14	Muy buena
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	45.45%	Regular

Figura 37. Resultado de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-03

Según la tabla 38, se registró 9 órdenes y 13 familias en un total de 44 individuos colectados en la estación de muestreo R-QS-03 en la Quebrada Sachavacayoc en la época de lluvia, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 79 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biological Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 90 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “ACEPTABLE”, con aguas ligeramente contaminadas”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 44 individuos de la estación de muestreo R-QS-03 resultando 4.14 puntos categorizándose como “MUY BUENA con contaminación ligeramente posible”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas

familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 45.45% como resultado final, categorizándose como “REGULAR” (figura 37).

Tabla 39. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04 de la quebrada Sachavacayoc*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	2	5	10	0.05	-
	ELMIDAE	23	5	6	0.68	-
	PTILODACTYLIDAE	8	5	10	0.23	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	6	-	8	-	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	33	2	2	1.57	-
	LIMONIDAE	3	4	4	0.1	-
	SIMULIIDAE	3	5	8	0.08	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	22	10	9	0	22.62%
	BAETIDAE	8	4	7	0.28	
	EUTYPLOCIIDAE	5	-	9	-	
	LEPTOHYPHIDAE	3	7	7	0.05	-
HETEROPTERA	NAUCORIDAE	1	5	7	0.02	-
ODONATA	GOMPHIDAE	1	8	10	0.01	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	31	10	10	0	18.45%
TRICHOPTERA	HYDROPSYCHIDAE	6	5	7	0.17	11.31%
	CALAMOCERATIDAE	3	10	10	0	
	SERICOSTOMATIDAE	1	-	10	-	
	LEPTOCERIDAE	7	8	8	0.08	
	POLYCENTROPODIDAE	1	8	9	0.01	
	HYDROPTYLIDAE	1	6	7	0.02	-
8	20	168	107	158	3.42	52.38%

Figura 38. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QS-04

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	107	Muy buena
índice biological monitorial working party (BMWP)	158	Aguas limpias a muy limpias.
índice biótico de familias (IBF)	3.43	Excelente
índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopterass (%EPT)	52.38%	Buena

Según la tabla 49, se registró 8 órdenes y 20 Familias en un total de 168 individuos colectados en la estación de muestreo R-QP-04 en la Quebrada Sachavacayoc en la época de lluvia, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 107 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biological Monitorial Working Party (BMWP) una sumatoria total de 158 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA, con aguas limpias a muy limpias”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 168 individuos de la estación de muestreo R-QS-04 resultando 3.43 puntos categorizándose como “EXCELENTE con contaminación ligeramente posible”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 52.38% como resultado final, categorizándose como “BUENA” (figura 38).

4.3.6. Índices bióticos de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada

Paredes en época de lluvias

Tabla 40. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05 de la quebrada Paredes*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/coi	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	SCIRTIDAE	1	5	7	0.04	-
	ELMIDAE	4	5	6	0.17	-
DECAPODA	PALEOMONIDAE	2	-	8	-	-
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	23	2	2	1.57	-
	SIMULIIDAE	3	5	8	0.12	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	33	10	9	0	49.57%
	BAETIDAE	21	4	7	1.07	
	LEPTOHYPHIDAE	4	7	7	0.1	
HETEROPTERA	NAUCORIDAE	2	5	7	0.08	-
PLECOPTERA	PERLIDAE	15	10	10	0	12.82%
	LEPTOCERIDAE	4	8	8	0.06	7.69%
TRICHOPTERA	CALAMOCERATIDAE	4	10	10	0	
	HYDROPSYCHIDAE	1	5	7	0.04	
7	13	117	76	96	3.29	70.09%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	76	Muy buena
índice biological monitoring working party (BMWP)	96	Aguas ligeramente contaminadas.
Índice biótico de familias (IBF)	3.29	Excelente
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	70.09%	Muy buena

Figura 39. *Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-05*

Según la tabla 40, se registró 7 órdenes y 13 familias en un total de 117 individuos colectados en la estación de muestreo R-QP-05 en la Quebrada Sachavacayoc en la época de lluvia , el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 76 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biologycal Monitoral Working Party (BMWP) una sumatoria total de 96 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “ACEPTABLE, con aguas ligeramente contaminadas”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 117 individuos de la estación de muestreo R-QP-05 resultando 3.29 puntos categorizándose como “EXCELENTE con contaminación ligeramente posible”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 70.09% como resultado final, categorizándose como “ MUY BUENA” (figura 39).

Tabla 41. *Calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06 de la quebrada Paredes*

ORDEN	FAMILIA	INDIVIDUOS	ABI	BMWP/col	IBF	INDICE %EPT
COLEOPTERA	ELMIDAE	8	5	6	0.22	-
	PTILODACTYLIDAE	4	5	10	0.11	-
DECAPODA	PALAEMONIDAE	3	-	8	-	-
DIPTERA	SIMULIDAE	2	5	8	0.05	-
	LIMONIDAE	1	4	4	0.03	-
	CHIRONOMIDAE	38	2	2	1.68	-
EPHEMEROPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	35	10	9	0	56.67%
	LEPTOHYPHIDAE	26	7	7	0.43	
	BAETIDAE	41	4	7	1.36	
PLECOPTERA	PERLIDAE	9	10	10	0	5.00%
TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	3	8	8	0.03	7.22%
	CALAMOCERATIDAE	6	10	10	0	

		HYDROPSYCHIDAE	2	5	7	0.05	
		HYDROPTYLIDAE	2	6	7	0.04	
6	14		180	81	103	4.04	68.89%

ÍNDICES BIÓTICOS POR MACROINVERTEBRADOS	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA
Índice biótico andino (ABI)	81	Muy buena
Índice biological monitoring working party (BMWP)	103	Aguas limpias a muy limpias.
Índice biótico de familias (IBF)	4.04	Muy buena
Índice de porcentaje de las familias Ephemeropteras, Plecopteras y trichopteras (%EPT)	68.89%	Buena

Figura 40. Resultados de la clasificación de la calidad de agua de la estación de muestreo R-QP-06

Según la tabla 41, se registró 6 órdenes y 14 familias en un total de 180 individuos colectados en la estación de muestreo R-QP-06 en la Quebrada Sachavacayoc en la época de lluvia, el cual se atribuyó un puntaje de 0 a 10 a cada Familia taxada según la tolerancia y/o susceptibilidad a la contaminación que están expuesta en su hábitat, resultando para el Índice Biótico Andino (ABI) una sumatoria total de 81 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “MUY BUENA”, para el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) una sumatoria total de 103 puntos asignados por las familias identificadas categorizándose como “BUENA A MUY BUENA, con aguas limpias a muy limpias”, para el Índice Biótico de Familias (IBF) la sumatoria total de la multiplicación y/o producto del número de individuos colectados de cada Familia por el valor del puntaje de tolerancia – susceptibilidad a la contaminación asignada a la misma se dividió frente al número total de 180 individuos de la estación de muestreo R-QP-06 resultando 4.04 puntos categorizándose como “MUY BUENA con contaminación ligeramente posible”, para el Índice de porcentaje de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (%EPT) se sumó únicamente la abundancia

relativa de estas familias bioindicadores de buena calidad de agua por excelencia sin considerar a las demás siendo un 68.89% como resultado final, categorizándose como “BUENA” (figura 40).

4.4. Estado de conservación de los ecosistemas acuáticos del área de concesión privada de villa carmen – kosñipata- cusco

4.4.1. Índice de Integridad Biótica (IBI) de la ictiofauna

En la aplicación de este índice de integridad biótica (IBI) se empleará los criterios de riqueza o diversidad de especies de los peces (tabla 22), los criterios de la composición trófica de las especies por evaluado en la época de secas (tabla 42) y la época de lluvias (tabla 44) y los criterios de la abundancia (tabla 22 y tabla 26).

Se menciona que la todos los peces colectados no presentaron enfermedades cutáneas, laceraciones y/o rastros de heridas.

Se clasificó a todas las especies de peces colectados según la composición trófica para de evaluación y en las dos épocas climáticas de secas y lluvias.

Tabla 42. Nivel trófico de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de secas.

ÉPOCA DE SECAS					
NIVEL TRÓFICO	ESPECIE	R-QD	R-QS	R-QP	INDIVIDUOS
CARNIVORO	<i>Charax tectifer</i>	1	1	0	2
	<i>Creagrutus unguis</i>	2	1	1	4
	<i>Hemibrycon inambari</i>	0	2	0	2
	<i>Hemibrycon Jelskii</i>	2	0	2	4
OMNIVORO	<i>Knodus hypopterus</i>	3	6	6	15
	<i>Knodus Orteguasae</i>	0	0	3	3
	<i>Knodus savannensis</i>	4	4	4	12
	<i>Knodus Shinahota</i>	0	11	0	11
	<i>Knodus sp.n.1.</i>	31	42	26	99

	<i>Prodontocharax alleni</i>	0	0	1	1
	<i>Tricomys vittatus</i>	1	0	0	1
TOTAL	11	44	67	43	154

Según la tabla 42, se determinó el nivel trófico de especies de peces presentes en las quebradas Defensa, en la Quebrada Sachavacayoc y en la Quebrada Paredes siendo durante la época de secas son predominantes los omnívoros (91%) sobre los carnívoros (9%) y sin presencia de detritívoros.

Tabla 43. *Puntuación y calificación del Índice de integridad biótica (IBI) de las quebradas en época de secas.*

Categorías	Medidas	Criterios	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Riqueza y diversidad de especies	1	Cantidad de especies	1	3	5
	2	Characiformes	5	5	5
	3	Siluriformes	5	1	1
	4	Gymnotiformes	1	1	1
	5	No Ostariophysi	1	1	1
	6	Tolerantes	1	1	1
Composición trófica de especies	7	Omnívoros	5	5	5
	8	Detritívoros	1	1	1
	9	Carnívoros	5	5	1
Abundancia y condición de los peces	10	Nº individuos	3	5	1
	11	Saludables	5	5	5
	12	No lesionados	5	5	5
Total			38	38	32
Calificación IBI			Aceptable	Aceptable	Aceptable

Según la tabla 43, la evaluación del índice de integridad Biótica (IBI) demostró una condición de la calidad ambiental homogénea calificada como “Aceptable” para todos los ecosistemas objeto de estudio. Las quebradas Defensa y Sachavacayoc comparten el puntaje mas alto con 38 mientras que la quebrada Paredes 32 puntos.

Tabla 44. Nivel trófico de los peces de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes en la época de lluvias.

ÉPOCA DE LLUVIAS					
NIVEL TRÓFICO	ESPECIE	R-QD	R-QS	R-QP	N° INDIVIDUOS
CARNIVORO	<i>Bujurquina eurhinus</i>	0	0	2	2
	<i>Charax tectifer</i>	1	9	7	17
	<i>Hoplias malabaricus</i>	1	0	0	1
	<i>Rhamdia quelen</i>	0	0	1	1
	<i>Steindachnerina guentheri</i>	0	0	1	1
	<i>Sternopygus macrurus</i>	1	0	0	1
DETRITIVORO	<i>Ancistrus greeni</i>	0	0	2	2
	<i>Ancistrus maldonadoi</i>	0	1	2	3
	<i>Chaetostoma lineopunctatum</i>	0	0	1	1
	<i>Rineloricaria lanceolata</i>	0	1	4	5
OMNIVORO	<i>Astyanax bimaculatus</i>	0	0	6	6
	<i>Astyanax biopiensis</i>	0	0	8	8
	<i>Bryconamericus sp</i>	0	0	1	1
	<i>Centromochlus perugiae</i>	7	0	10	17
	<i>Characidium zebra</i>	1	0	1	2
	<i>Creagrutus Changae</i>	0	0	9	9
	<i>Creagrutus unguis</i>	0	1	1	2
	<i>Hemibrycon inambari</i>	0	1	0	1
	<i>Hemibrycon Jelskii</i>	2	0	17	19
	<i>Hemibrycon sp</i>	0	0	3	3
	<i>Knodus heterestes</i>	0	4	0	4
	<i>Knodus hypopterus</i>	8	17	17	42
	<i>Knodus Orteguasae</i>	0	1	0	1

<i>Knodus pectinatus</i>	0	0	1	1
<i>Knodus savannensis</i>	0	3	2	5
<i>Knodus Shinahota</i>	0	4	0	4
<i>Knodus sp.n. 1.</i>	4	5	11	20
<i>Moenkhausia sp</i>	0	1	0	1
<i>Othonocheirodus eigenmanni</i>	0	0	1	1
TOTAL	29	25	48	108
			181	

Según la tabla 43 se determinó el nivel trófico de especies de peces presentes en las quebradas Defensa, en la Quebrada Sachavacayoc y en la Quebrada Paredes siendo durante la época de lluvias son predominantes los omnívoros (69%) sobre los carnívoros (17%) y detritívoros (14%).

Tabla 45. Puntuación y calificación de del índice de integridad biótica (IBI) de las quebradas en época de lluvias.

Categorías	Medidas	Criterios	Quebrada Defensa	Quebrada Sachavacayoc	Quebrada Paredes
Riqueza y diversidad de especies	1	Cantidad de especies	1	3	5
	2	Characiformes	1	3	5
	3	Siluriformes	5	1	1
	4	Gymnotiformes	5	1	1
	5	No Ostariophysi	1	1	1
	6	Tolerantes	1	1	1
Composición trófica de especies	7	Omnívoros	1	3	5
	8	Detritívoros	3	5	5
	9	Carnívoros	5	1	1
Abundancia y condición de los peces	10	Nº individuos	1	3	5
	11	Saludables	5	5	5
	12	No lesionados	5	5	5
Total			34	32	40
Calificación IBI			Aceptable	Aceptable	Aceptable

Según la tabla 45, la evaluación del índice de integridad Biótica (IBI) demostró una condición de la calidad ambiental homogénea calificada como “Aceptable” para todos los ecosistemas objeto de estudio. La quebrada Paredes obtuvo el puntaje más alto con 40 debido probablemente a la mayor diversidad obtenida y abundancia en comparación a la quebrada Defensa y Sachavacayoc con 34 y 32 respectivamente.

DISCUSIONES.

Los parámetros físicos y químicos de las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes por los valores y concentraciones están categorizados como de aguas claras. Presentando en la época de secas los valores promedio de Oxígeno disuelto de 6.64 mg/l, una conductividad de 148 μ S/cm, con una temperatura de 20.45, un pH de 7.82, una salinidad de 0.036 ppm frente a la época de lluvias con valores de Oxígeno disuelto de 6.09 mg/l, una conductividad de 209 μ S/cm, con una temperatura de 18.28, un pH de 7.9, una salinidad de 0.16 ppm cumpliendo con los estándares de calidad ambiental emitidos por el DS.N°004-2017-MINAN, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, título E2: -Selva.

La composición de la comunidad y riqueza de macroinvertebrados está representada por 36 familias en total para las quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes en comparación a las 69 familias de macroinvertebrados para 6 de 5to orden tributarios del Madre de Dios; 19 familias de macroinvertebrados registrados en las quebradas Gamitana y Valencia tributarios del Bajo Madre de Dios en rangos altitudinales de 176 a 500 m. (Quispe Phocco, 2015) y 29 familias registradas en el río Oviedo afluente del Bajo Madre de Dios a 180 m. de altitud en selva baja.

La composición de la comunidad de peces está representada por 31 especies nativas de las 287 especies descritas para la vertiente del Madre de Dios, donde los géneros *Hemibrycon*, *Trichomycterus*, *Creagrutus* y *bryconamericus* tienen una distribución por encima de 700 m. de altitud en andino amazónicos y los géneros *Astyanax*, *Rhamdia* y *Ancistrus* se encuentran en ecosistemas acuáticos en bosques montanos o de selva alta (Ortega, y otros, Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú, 2012) y coinciden las especies *Astyanax bimaculatus*, *Creagrutus unguis*, *Knodus hypopterus*, *Characidium zebra*, *Steindachnerina guentheri*, *Hoplias malabaricus*, *Rhamdia quelen*, *Ancistrus greeni*, *Chaetostoma lineopunctatum* y *Rineloricaria lanceolata* dentro de las 22 especies registradas para el Alto Madre de Dios (MarcadorDePosición4).

La riqueza trófica específica en la época de secas para el Quebrada Defensa es de 6 especies de peces omnívoros, 0 especies detritívoras y 1 especie carnívora de 44

individuos y 6 especies de peces omnívoros, 1 especie carnívora, 0 especie detritívora de un total de 67 individuos en la quebrada Sachavacayoc y 7 especies de omnívoros, 0 especie carnívora, 0 especie detritívora de 43 individuos en la Quebrada Paredes se confirma el predominio de especímenes de hábitos alimenticios omnívoros y carnívoros hasta la época de creciente hídrico. (Tejerina-Garro & de Mérona, 2010)

La riqueza trófica específica en la época de lluvias para el Quebrada Defensa es de 5 especies de peces omnívoros, 0 especies detritívoras y 3 especies carnívoras de 25 individuos y 9 especies de peces omnívoros y 1 especies de peces carnívoros y 2 especies detritívoras de 48 individuos en la quebrada Sachavacayoc y 16 especies de peces omnívoros, 4 especies detritívoras y 3 especies carnívoras de 108 individuos en la quebrada Paredes se confirma que la creciente hídrica incrementa la riqueza trófica. (Tejerina-Garro & de Mérona, 2010).

El Índice Cualitativo Biological Monitoring Working Party de Colombia – BMWP/col adaptada para y ecosistemas acuáticos amazónicos colombianos es más representativo (Roldan Pérez, Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica, 2016) para las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes presentando valores entre 85 a 184 de puntuación categorizando la calidad de las aguas entre No Contaminadas y Aguas muy limpias en época de secas y en época de lluvias entre Agua con inicios de contaminación y Aguas No contaminadas en comparación al Índice cualitativo Biótico Andino - ABI modificado para Perú en lugares >2000 m. de altitud y en bosques de montaña andinos amazónicos (montano y basimontano en Ecuador) presentando valores de 70 a 139 de puntuación categorizando la calidad de las aguas como Bueno y Muy Bueno tanto en época de secas y época de lluvias. debido a que excluye a las familias registradas como la familia Paleomonidae del orden Malacostraca, la familia Corydalidae del orden Megaloptera, la familia Crambidae del orden Lepidoptera, la familia Euthyplociidae del orden Ephemeroptera y la familia Sericostomatidae del orden Trichoptera.

El Índice Biótico de Familias – IBF es más representativo y útil para las Quebradas Defensa, Quebrada Sachavacayoc y Quebrada Paredes debido a que asigna una puntuación inversa al ABI a cada familia registrada con la riqueza y abundancia

específica (HILSENHOFF, 1998) presentando valores entre 1.69 a 6.67 de puntuación categorizando la calidad de las aguas entre Excelente a regular en época de secas y en época de lluvias entre Excelente a mala en comparación al Índice de análisis de % EPT que considera la riqueza y abundancia de las familias Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera con valores entre 19.26% a 70.09% categorizando la calidad de agua entre Regular y Buena en época de secas y en época de lluvias entre Mala y Buena (Carrera & Fierro, 2001).

El índice de integridad biótica – IBI presenta valores entre 36 a 48 para las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes dando una calificación del estado de conservación de Aceptable en época de secas y afectada a buena en época de lluvias debido a la baja riqueza de (31 especies registradas) mientras (Meza Vargas, 2014) que los ríos Aucayacu y Tocache registran valores de 20 a 41 con presencia de especies omnívoras, carnívoras y detritívoras que califican un estado de conservación de condición Afectada y condición Buena en ambas épocas climáticas.

CONCLUSIONES

1. Los valores y concentraciones de los parámetros físicos y químicos de las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes durante las épocas de secas y lluvias se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental emitidos por el D.S. N°004-2017-MINAN, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, título E2: -Selva.
2. La composición taxonómica de macroinvertebrados de las Quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes están conformados por 2053 individuos distribuidos en 45 especies, 36 familias, 11 órdenes, 3 clases y 2 Phylum y la composición taxonómica de peces están conformado por 335 individuos distribuidos en 31 especies, 20 géneros, 10 familias, 4 órdenes, 1 clase y 1 Phylum.
3. La riqueza de macroinvertebrados en las quebradas Defensa, Sachavacayoc y Paredes fue de 27, 29 y 36 especies respectivamente. Las especies *Rhantus* sp, *Lumbricus* sp, *Rhionaeschna* sp, *Metrichia* sp y *Sericostoma* sp registraron la menor abundancia total (0.05% cada una), mientras que *Chironomus* sp. presentó una mayor representatividad con un 29.35%. Asimismo, el índice de diversidad de Shannon osciló entre 2.196 y 2.803% y el índice de similitud de Morisita determinó una mayor afinidad (74% - 78%) entre las comunidades de las quebradas Sachavacayoc y Paredes.
4. Los índices BMWP/Col y ABI para los evaluados en época de secas presentan calidades de agua No Contaminadas y Aguas muy limpias y en la época de lluvias Aguas con inicios de contaminación y Aguas No contaminadas; mientras que los índices IBF y análisis de %EPT presentan una calidad de agua de Excelente a Regular y Regular a Buena en la época de secas y en lluvias de Excelente a mala y Mala – Buena respectivamente.
5. El estado de conservación de los tres ecosistemas acuáticos estudiados en la época de secas es Aceptable y en la época de lluvias las Quebradas Defensa y Quebrada Sachavacayoc presentan un estado Afectado y Buena para la Quebrada Paredes.

RECOMENDACIONES

1. Estudiar si existe una relación significativa entre los caudales y los patrones de riqueza funcional de la biota acuática de macroinvertebrados y peces a lo largo de las gradientes altitudinales en las cabeceras de cuencas que tributan en el río Alto Madre de Dios.
2. Ampliar los métodos de colecta de macroinvertebrados acuáticos por medio de paquetes de hojas y agregar submuestreos por mesohábitats presentes en las estaciones de muestreo para crear adaptaciones de índices biológicos específicos para Ecosistemas acuáticos Basimontanos y Montanos de la región Yunga del sur-oriental del Perú y aplicar artes de pesca eléctrica para quebradas con presencia de conductividad eléctrica para obtener menor sesgo en la composición taxonómica inmersos en andino amazónicos.
3. Estudiar las características taxonómicas de la cabeza y piezas bucales de los peces, sus hábitos alimenticios en estadios juveniles – adultos y el contenido estomacal de las especies ícticas en ríos de andinos-amazónicos permitiría obtener una completa composición de los niveles tróficos y a elaborar índices de integridad bióticas adaptadas a la ictiofauna inmersa en las cabeceras de cuencas de ecosistemas acuáticos andino-amazónicos.
4. Adaptar el criterio de enriquecimiento de nutrientes del índice SVAP a ecosistemas acuáticos de bosques montanos y basimontanos del sur-este del Perú.

Bibliografía

- ACCA. (2017). ESTACION BIOLÓGICA VILLA CARMEN. *BOLETIN INFORMATIVO ACCA*, 1(1), 1.
- Acosta , R., Ríos , B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluacion de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Asociacion Ibérica de Limnología*.
- Alva Tercedor, J. (1999). MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIOS. *IV Simposio del agua en Andalucia*, 2, 203-203.
- ANA. (23 de Marzo de 2009). LEY N°29338. *CONGRESO DE LA REPUBLICA*, págs. 1-37.
- ANA. (2016). *PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES*. LIMA: ANA.
- Armitage, P., Moss, D., Wrigth, J., & Furse, M. (1982). THE PERFORMANCE OF A NEW BIOLOGICAL WATER QUALITY SCORE SYSTEM BASED ON MACROINVERTEBRATES OVER A WIDE RANGE OF UNPOLLUTED RUNNING -WATER SITES. *INSTITUTE OF TERRESTRIAL ECOLOGY*, 1-15.
- Arroyo, C., & Encalada, A. (2009). Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. *Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, USFQ*, 1-6.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* (Primera edición ed.). Quito: EcoCiencia.

- Dominguez, E., Mollineri, C., Pescador, M., Hubbard, M., & Nieto, C. (2006). *aquatic biodiversity in Latin America* (2006 ed., Vol. EPHEMEROPTERA OF SOUTH AMERICA). (J. A. Arias, Ed.) Sofia, Bulgaria: PENSOFT.
- Fernandez, D. Y. (2009). *Macroinvertebrados Bentonicos Sudamericanos. Sistemática y Biología*. (G. Sanchez, Ed.) Tucuman Argentina: Fundacion Miguel Lillo.
- HILSENHOFF, W. L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *The North American Benthological Society*, 65-68.
- Jacopsen, D. (2004). Contrasting patterns in local and zonal family richness of stream invertebrates along an Andean altitudinal gradient. *Freshwater Biology*, 49, 1293-1305.
- Lujan, N., Roach, K., Jacobsen, D., Meza, V., Rimarachin, V., & Arana maestre, J. (2013). Estructura de la comunidad acuática a lo largo de un gradiente fluvial de los Andes a la Amazonía. *Revista de Biogeografía del Departamento de Vida Silvestre y Pesca de la Univesidad de Texas*, 1-14.
- Maco García, J. (2006). TIPOS DE AMBIENTE ACUÁTICOS DE LA AMAZONÍA PERUANA. *FOLIA ACADÉMICA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA*, 131-140.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Omega.
- Meneses Campo, Y., Castro Rebolledo, M. I., & Jaramillo Londoño, A. M. (2019). COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN DIOS RÍOS ALTOANDINOS MEDIANTE EL USO DE LOS ÍNDICES BMWP/COL Y ABI. *ACTA BIOLÓGICA COLOMBIANA*, 1-12.

- Meza Vargas, V. (2014). *ICTIOFAUNA Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS ENTRE AUCAYACU Y TOCACHE: CUENCA DEL RIO HUALLAGA (HUÁNUCO - SAN MARTÍN)*. LIMA.
- MINAGRI. (2016). ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. En A. Autoridad Nacional del Agua, *ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS* (págs. 1-31). Lima.
- MINAM. (07 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental. *Diario el Peruano*, pág. 10.
- MINAM. (2017). EL CAMBIO CLIMATICO Y SUS EFECTOS EN EL PERÚ. *Sistema nacional de información ambiental SINIA, I(I)*, 1-59.
- MINAN. (2015). *ESTUDIO DE DESEMPEÑO AMBIENTAL*. LIMA.
- MINAN. (2019). *Guía de evaluación del estado de ecosistemas de Yunga: Bosque basimontano y montano*. Lima: Ministerio del Medio Ambiente.
- MORENO, C. E. (2001). *MÉTODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD* (2001 ed.). ZARAGOSA - ESPAÑA: OFICINA REGIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA LATINOAMERICA Y EL CARIBE.
- Newton, B., Pringle, C., & Bjorkland, R. (1998). Stream Visual Assessment Protocol. *Natural Resources conservation Service*, 42.

- Ortega, H., Hidalgo, M., Treveho , G., Ericka , C., Ana Maria, C., Vanessa, M., & Jessica, E. (2012). *Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú* (Segunda Edición ed.). Lima: Punto y Grafía S.A.C.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Treveho , G., Ericka , C., Ana Maria, C., Vanessa, M., & Jessica, E. (2012). *Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú* (Segunda Edición ed.). Lima: Punto y Grafía S.A.C.
- Ortega, H., Samanez Valer, I., Rimarachin ching, V., Arana Maestre, J., & Palma Gonzales, C. (2014). *Metodos de colecta, identificación y analisis de comunidades Biologicas*. (Primera ed.). Lima: Zona comunicacion SAC.
- Quispe Phocco, R. (2015). *DIVERSIDAD DE LA ICTIOFAUNA Y MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD HÍDRICA EN DOS TRIBUTARIOS DEL RIO BAJO MADRE DE DIOS*.
- Roldan Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40, 254-274.
- Roldan Pérez, G., & Ramirez Restrepo, J. (2011). *Fundamentos de Limnologia Neotropical* (2da ed.). Colombia: Universidad De Antioquia.
- Roldan, G. (2012). *Los macroinvertebrados como Bionindicadores de la Calidad de agua*. Bogota: Imprenta Nacional de Colombia.

- Salcedo Gustavson, S., Artica Cosme, L., & Trama, F. A. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la microcuenca San Alberto micro basin, Oxapampa, Perú. *Apunt. Cienc. soc*, 1-16.
- Tejerina-Garro, F., & de Mérona, B. (2010). Flow seasonality and fish assemblage in a tropical river French Guiana, South America. *Neotropical Ichthyology*, 1.14.
- Tobes, I., Miranda, R., Pino del Carpio, A., Araujo Flores, J., & Ortega, H. (2016). Length–weight relationships of freshwater fishes of the Alto Madre de Dios River (Manu Biosphere Reserve, Peru). *journal of Applied Ichthyology*, 1-6.
- Vivanco Medrano, R., & Galdos Pantani, J. (2019). *CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA - MADRE DE DIOS*.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHAS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS



Autoridad Nacional del Agua

ANEXO I

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: _____

AAA/ALA: _____

REALIZADO POR: _____

RESPONSABLE: _____

[illegible]

go. Juan Carlos
Castro Vargas
Director

- (1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
- (2) Para el caso de cuerpo lótico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar la profundidad.
- (3) Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

Firma del responsable del monitoreo

ANEXO 2. AUTORIZACIÓN PARA EFECTUAR INVESTIGACIÓN PESQUERA CONEXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE ESPECÍMENES HIDROBIOLÓGICOS Resolución Directoral N°1228-2018-PRODUCE7DGPCHDI.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN



Resolución Directoral

N° 1228-2018-PRODUCE/DGPCHDI

Lima, 03 de Julio de 2018

VISTOS: El escrito con registro N° 00008534-2018 de fecha 24 de enero de 2018, presentado por **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS**, así como los demás documentos relacionados con dicho registro; y,

CONSIDERANDO:

1. Mediante el escrito de vistos, **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS** (en adelante el administrado), solicita autorización para efectuar investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera para ejecutar el proyecto denominado: "Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas acuáticos en la estación biológica de Villa Carmen Pilcopata - Cusco", a desarrollarse en el distrito de Koshipata, provincia de Paucartambo, departamento de Cusco; en el marco del procedimiento N° 23 del Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de la Producción, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2015-PRODUCE;

2. De conformidad con el procedimiento N° 23 referido precedentemente, se ha establecido los siguientes requisitos para obtener autorización de investigación, cuando se realice sin uso de embarcación: i) Solicitud dirigida a la Dirección General con carácter de declaración jurada, asimismo compromiso formal de presentar los resultados de la investigación efectuada y proporcionar los datos básicos e información que genere la investigación, según Formulario DEPCHD-020; y, ii) Copia del proyecto de investigación, suscrito y visado en cada hoja por el responsable del proyecto;

3. De la revisión del expediente se advierte que obra el Formulario DEPCHD-020 (folios 11 y 12), con la información solicitada, suscrito por el administrado. Asimismo, obra a folio 37, la carta de compromiso formal de presentar los resultados de la investigación efectuada y proporcionar los datos básicos e información que genere la investigación, suscrita por el representante de la administrada; por lo que se ha dado cumplimiento al requisito i) antes descrito;

4. Con relación al requisito ii), obra en el expediente, de folios 49 al 76, el proyecto de investigación reformulado denominado: " Estado de conservación de los Ecosistemas Acuáticos en la Estación Biológica Villa Carmen-Pilcopata-Cusco", presentado mediante escrito adjunto de registro N° 00008534-2018, el cual contiene el levantamiento de las observaciones formuladas por esta Dirección, el IMARPE y el IIAP; encontrándose suscrito y visado en cada hoja por el responsable del proyecto; a ejecutarse por el período de diez (10) meses a solicitud del administrado; por lo que se tiene por cumplido el presente requisito;





5. De otro lado, el literal d) del artículo 4 de la Ley del Instituto del Mar del Perú, aprobado por Decreto Legislativo N° 95, establece que corresponde al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) proporcionar al Ministerio de Pesquería (Hoy Ministerio de la Producción), las bases científicas para la administración racional de los recursos del mar y aguas continentales. Por ello, mediante Oficios N° 277-2018-PRODUCE/DECHDI (folio 17) y N° 934-2018-PRODUCE/DECHDI (folio 85), se solicitó opinión al IMARPE, respecto al plan de investigación y de los documentos de levantamiento de observaciones presentados por el administrado, respectivamente. Dicha entidad mediante Oficio N°436-2018-IMARPE/DEC (folios 86 al 89), remitió su opinión técnica, señalando que las observaciones formuladas al plan de investigación han sido subsanadas;



6. Por su parte, el numeral 4.4 del artículo 4 del Reglamento de Ordenamiento Pesquero de la Amazonía Peruana, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2009-PRODUCE, establece que en caso se efectúe el proyecto de investigación en una zona de la Amazonía Peruana, la investigación realizada mediante pesca exploratoria o experimental requiere de la opinión previa favorable del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Por ello, mediante Oficios N° 276-2018-PRODUCE/DECHDI (folio 16) y N° 932-2018-PRODUCE/DECHDI (folio 84), se solicitó opinión al IIAP, respecto al plan de investigación y de los documentos de levantamiento de observaciones presentados por la administrada, respectivamente. Dicha entidad mediante Oficio N° 146-2018-IIAP-P (folio 93), dio su conformidad respecto del referido plan de investigación;

7. En consecuencia, teniendo en cuenta la opinión favorable realizada por el IMARPE, el IIAP, y, de acuerdo a la evaluación efectuada por la Dirección de Extracción para Consumo Humano Directo e Indirecto en base a los documentos e información que obran en el expediente, se determina que el administrado ha cumplido con presentar los requisitos establecidos en el procedimiento N° 23 del Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de la Producción, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2015-PRODUCE; por lo que corresponde otorgarle la autorización para efectuar investigación con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial, y sin uso de embarcación pesquera, solicitada mediante el escrito de vistos;

8. De conformidad con lo señalado en el Informe Técnico N°153-2018-PRODUCE/DECHDI-csaenz y el Informe N° 00001-2018-PRODUCE/DECHDI-dechdi_temp07, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 13 y el artículo 43 del Decreto Ley N° 25977, Ley General de Pesca, así como los artículos 21 y 24 de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 012-2001-PE y modificatorias; y,

9. En uso de las facultades conferidas por el artículo 118 del Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo N° 012-2001-PE; y por el literal s) del artículo 70 del Reglamento de Organizaciones y Funciones del Ministerio de la Producción, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2017-PRODUCE y modificado por Decreto Supremo N° 009-2017-PRODUCE;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Otorgar al señor **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS**, autorización para efectuar investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, conforme a los términos contenidos en el plan de investigación denominado: "Evaluación del Estado de Conservación de los Ecosistemas Acuáticos en la Estación Biológica de Villa Carmen Pilcopata - Cusco", presentado mediante escrito adjunto de registro N° 00008534-2018, por el período de diez (10) meses, contados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución Directoral. El plan de investigación comprende las siguientes circunscripciones territoriales.



Resolución Directoral

N° 1228-2018-PRODUCE/DGPCHDI

Lima, 03 de Julio de 2018



N°	Puntos de Monitoreo		Ubicación Geográfica		
	Este	Norte	Distrito	Provincia	Departamento
1	239331	8575875	Kosñipata	Pucartambo	Cusco
2	238877	8575451			
3	238346	8575170			
4	237450	8575409			
5	235144	8579777			
6	234230	8579737			
7	239331	8575875			
8	238877	8575451			
9	238346	8575170			
10	237450	8575409			
11	235144	8579777			
12	234230	8579737			

Artículo 2.- La colecta de muestras de especímenes hidrobiológicos se deberá realizar dentro del plazo señalado por el artículo 1 de la presente resolución. La extracción de los recursos deberá realizarse mediante el empleo de los equipos y metodología indicada en el plan de investigación.

Artículo 3.- El señor **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS** es responsable de aplicar medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de la investigación.

Artículo 4.- El señor **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS**, deberá presentar a esta Dirección General, el informe final en idioma español (incluyendo una versión digital) sobre los resultados de la investigación autorizada en el artículo 1 de la presente Resolución Directoral, así como copia de las publicaciones que la misma pudiera generar, en un período no mayor a diez (10) meses del término de la investigación.

Artículo 5.- En la ejecución de la investigación, El señor **AARON DAVID DE LA SOTA VARGAS**, deberá observar estrictamente lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Ley N° 26839, el cual establece que los derechos otorgados sobre recursos biológicos no otorgan derechos sobre los recursos genéticos.

Artículo 6.- La aprobación de la presente autorización no constituye el otorgamiento de autorizaciones, permisos, licencias y otros requisitos legales con los que deberá contar el titular del proyecto, de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente del sector pesquero.



Artículo 7.- Remitir copia de la presente resolución a la Dirección General de Supervisión, Fiscalización y Sanción del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción, al Instituto del Mar del Perú – IMARPE, al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP y disponer su publicación en el portal web del Ministerio de la Producción: www.produce.gob.pe.

Se registra y se comunica.

JORGE LUIS CASTILLO FIGUEROA
Director General de Pesca para
Consumo Humano Directo e Indirecto



ANEXO 3. FORMATO DE CAMPO PARA DELIMITAR LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y LAS COLECTAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

ESTACION No.			
PUNTO			
CARACTERIZACION GENERAL			
FUENTE DE LA MUESTRA			
LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIADA			
PUNTO DE COLECCIÓN			
FECHA			
HORA			
CARACTERIZACION CLIMATICA			
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)			
HUMEDAD RELATIVA (%)			
COBERTURA CELESTE			
CONDICIONES ATMOSFERICAS	PREVIAS		
	DURANTE		
	MENSUALES		
CARACTERIZACION FISICO – BIOTICA			
MATERIAL DEL LECHO			
MATERIAL ALOCTONO	HOJAS _	PALOS	RAMAS
PRESENCIA DE VEGETACION	RIPARIA		
	RUDERAL		
	ACUATICA		
MEDICIONES FISICO – QUIMICAS			
COLOR APARENTE			
MEDICIONES DIGITALES <i>In Situ</i>			
TEMPERATURA DEL AGUA °C			
pH			
CONDUCTIVIDAD μ S			
OXIGENO DISUELTO ppm O ₂			
TITULACIONES <i>In Situ</i>			
CO ₂ (Post Muestreo) ppm CO ₂			
ALCALINIDAD (Post Muestreo) Ppm CaCO ₃			
DUREZA (Post Muestreo)	TOTAL ppm CaCO ₃		
	CALCICA ppm CaCO ₃		
CARACTERIZACION HIDROLOGICA			
ANCHO (m)			
PROFUNDIDAD		Ver perfil	
VELOCIDAD:		DISTANCIA TRANSECTO	TIEMPO
MUESTREO BIOLOGICO			
TIPO DE MUESTRA	No.	TIPO DE EQUIPO	TIEMPO
CUANTITATIVA			
CUALITATIVA			
OBSERVACIONES			

ANEXO 4. FICHA DE DATOS ICTIOLÓGICOS DE CAMPO

Fecha de colecta: _____ Hora: _____ Número de campo: _____

Localidad (Dpto., Prov., Distrito, Cuenca, Lugar de muestreo): _____

Coordenadas (Datum del GPS) y elevación: _____

Colector(es): _____

Hábitat (ambiente): _____ Tipo de agua: _____ Profundidad: _____

Ancho: _____ Corriente: _____ Transparencia: _____ Color: _____

Vegetación: _____ Sustrato: _____

_____ Orilla: _____

pH: _____ Conductividad: _____ Oxígeno: _____ T° agua: _____

Longitud de muestreo: _____ Ancho: _____ Área: _____

Esfuerzo de muestreo: _____

Observaciones: _____

Lista preliminar de especies:

N°	Especies	Determinado por:	Ejemplares	Observaciones

Responsable _____ Fecha ____ / ____ / ____

ANEXO 5. PUNTAJE DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL INDICE BMWP/Col (Roldan, 2012)

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

ANEXO 6. FICHA DE CAMPO DEL INDICE DE ANALISIS DE %EPT

CLASIFICACIÓN	ABUNDANCIA (Número de Individuos)	EPT PRESENTES
Anisoptera		
Bivalvia		
Baetidae	25	⇒ 25
Ceratopogonidae	1	
Chironomidae	15	
Corydalidae	5	
Elmidae	25	
Euthyplociidae	4	⇒ 4
Gastropoda		
Glossosomatidae	2	⇒ 2
Gordioidea		
Hirudinea		
Hydrachnidae		
Hydrobiosidae	5	⇒ 5
Hydropsichidae	30	⇒ 30
Leptoceridae	10	⇒ 10
Leptohyphidae	5	⇒ 5
Leptophlebiidae		⇒
Naucoridae		
Oligochaeta		
Oligoneuridae	2	⇒ 2
Perlidae	1	⇒ 1
Philopotamidae	6	⇒ 6
Psephenidae	5	
Ptilodactylidae	1	
Pyralidae	3	
Simuliidae		
Tipulidae		
Turbelaria		
Veliidae		
Zygoptera		
Otros grupos	8	
TOTAL	153	90
EPT TOTAL ÷ ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA TOTAL	90 ÷ 153 = 0,58 0,58 x 100 = 58%

ANEXO 6. LISTA DE FAMILIAS CON PUNTAJE EN EL ÍNDICE BIÓTICO ANDINO (ABI) (Acosta , Ríos , Rieradevall, & Prat, 2009)

Propuesta para el Índice Biótico Andino (ABI) para evaluar la calidad del agua de los ríos andinos. *Proposal for the Andean Biotic Index ABI to evaluate water quality in Andean Streams.*

			Trichoptera	Helicopsychidae	10	
Turbellaria				Calamoceratidae	10	
Hirudinea				Odontoceridae	10	
Oligochaeta				Leptoceridae	8	
Gasteropoda	Ancylidae	6		Polycentropodidae	8	
	Physidae	3		Hydroptilidae	6	
	Hydrobiidae	3		Xiphocentronidae	8	
	Limnaeidae	3		Hydrobiosidae	8	
	Planorbidae	3		Glossosomatidae	7	
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Hydropsychidae	5	
Amphipoda	Hyalellidae	6		Anomalopsychidae	10	
Ostracoda		3		Philopotamidae	8	
Hydracarina		4		Limnephilidae	7	
Ephemeroptera	Baetidae	4	Lepidoptera	Pyralidae	4	
	Leptophlebiidae	10	Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
	Leptohyphidae	7		Lampyridae	5	
	Oligoneuridae	10		Psephenidae	5	
Odonata	Aeshnidae	6		Scirtidae (Helodidae)	5	
	Gomphidae	8		Staphylinidae	3	
	Libellulidae	6		Elmidae	5	
	Coenagrionidae	6		Dryopidae	5	
	Calopterygidae	8		Gyrinidae	3	
	Polythoridae	10		Dytiscidae	3	
Plecoptera	Perlidae	10			Hydrophilidae	3
	Gripopterygidae	10			Hydraenidae	5
Heteroptera	Velidae	5	Diptera	Blepharoceridae	10	
	Gerridae	5		Simuliidae	5	
	Corixidae	5		Tabanidae	4	
	Notonectidae	5		Tipulidae	5	
	Belostomatidae	4		Limoniidae	4	
	Naucoridae	5		Ceratopogonidae	4	
				Dixidae	4	
				Psychodidae	3	
				Dolichopodidae	4	
				Stratiomyidae	4	
				Empididae	4	
				Chironomidae	2	
				Culicidae	2	
				Muscidae	2	
				Ephydriidae	2	
				Athericidae	10	
				Syrphidae	1	
Estación: _____						
Fecha: _____						
Operador: _____						

ANEXO 7. LISTA DE LAS PUNTUACIONES DE LAS FAMILIAS EN EL ÍNDICE BIÓTICO DE FAMILIAS. (HILSENHOFF, 1988)

Valores de Tolerancia ajustados para la aplicación del FBI (Hilsenhoff, 1988), con base en el Andean Biotic Index (Ríos *et al.* 2014).

Clase	Orden	Familia	Andean Biotic Index	Valores de tolerancia ajustados para aplicación del FBI	Clase	Orden	Familia	Andean Biotic Index	Valores de tolerancia ajustados para aplicación del FBI
Hydrozoa		Hydridae (Roldan-Pérez, 2012)	10	0	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	6	4
Turbellaria	Tricladia		5	5			Xiphocentronidae	8	2
Hydrudinea			3	7			Hydrobiosidae	8	2
Oligoqueta		Tubificidae	1	9			Glossosomatidae	7	3
Gasteropoda		Ancylidae	6	4			Hydropsychidae	5	5
		Physidae	3	7			Anomalopsychidae	10	0
		Hydrobiidae	3	7			Philopotamidae	8	2
		Limnaeidae	3	7			Limnephilidae	7	3
		Planorbidae	3	7		Lepidoptera	Pyralidae	4	6
Bivalvia		Sphaeriidae	3	7			Ptilodactylidae	5	5
Malacostraca	Amphipoda	Hyriidae	3	7		Coleoptera	Lampyridae	5	5
		Hyalellidae	6	4			Psephenidae	5	5
Ostracoda			3	7			Scirtidae (Helodidae)	5	5
Acari	Hydracarina		4	6			Staphylinidae	3	7
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	4	6			Elmidae	5	5
		Leptophlebiidae	10	0			Dryopidae	5	5
		Leptohyphidae	7	3			Gyrinidae	3	7
		Oligoneuridae	10	0			Dytiscidae	3	7
		Aeshnidae	6	4			Hydrophilidae	3	7
	Odonata	Gomphidae	8	2			Hydraenidae	5	5
		Libellulidae	6	4		Diptera	Athericidae	10	0
		Coenagrionidae	6	4			Blepharoceridae	10	0
		Calopterygidae	8	2			Simuliidae	5	5
		Polythoridae	10	0			Tabanidae	4	6
	Plecoptera	Perlidae	10	0			Tipulidae	5	5
		Gripopterygidae	10	0			Limonidae	4	6
	Heteróptera	Veliidae	5	5			Ceratopogonidae	4	6
		Gerridae	5	5			Dixidae	4	6
		Corixidae	5	5			Psychodidae	3	7
		Notonectidae	5	5			Dolichopodidae	4	6
		Belostomatidae	4	6			Stratiomyidae	4	6
		Naucoridae	5	5			Empididae	4	6
		Helicopsychidae	10	0			Chironomidae	2	8
	Trichóptera	Calamoceratidae	10	0			Culicidae	2	8
		Odontoceridae	10	0			Muscidae	2	8
		Leptoceridae	8	2			Ephydriidae	2	8
		Polycentropodidae	8	2			Syrphidae	1	9

ANEXO 6. FOTOGRAFIAS DE CAMPO.



Foto 1. Medición del ancho de orilla de la quebrada Defensa en la época de secas



Foto 2. Colecta de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Defensa en la época de secas.



Foto 3. Colecta de peces en la quebrada Defensa



Foto 4. Toma de datos de los parámetros fisicoquímicos en la quebrada Sachavacayoc en la época de secas.



Foto 5. Pesca con red de arrastre en la quebrada Paredes en la estación climática de secas.



Foto 6. Movilización fluvial desde la Estación biológica Villa Carmen hacia la quebrada Paredes en la época de lluvias.



Foto7. Quebrada Sachavacayoc en la época de lluvias



Foto 8. Medición del caudal de la quebrada Paredes en la época de
lluvias.



Foto 9. Toma de datos de la hidromorfología de las quebradas



Foto 10. Colecta de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Paredes en la época de lluvias.



Foto 11. Colecta de peces en la quebrada Paredes en la época de lluvias.



Foto 12. Movilización fluvial por el Piñi Piñi hacia la Estación biológica Manu en la época de lluvias.



Foto 13. Preservación de muestras de peces más representativos en la estación biológica de Villa Carmen.



Foto 14. Colecta de los peces más representativos en la estación climática de lluvias

ESPECIES DE PECES:

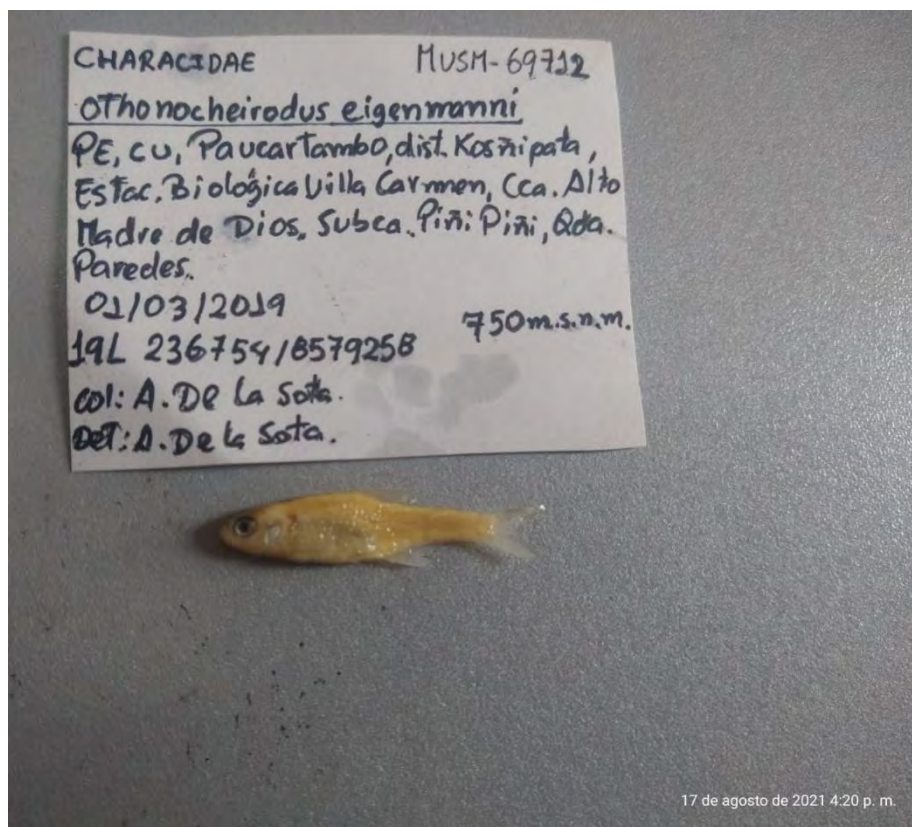


Foto 14. Especie: *Othonocheiroides eigenmanni*.



Foto 15. *Creagrutus changae*

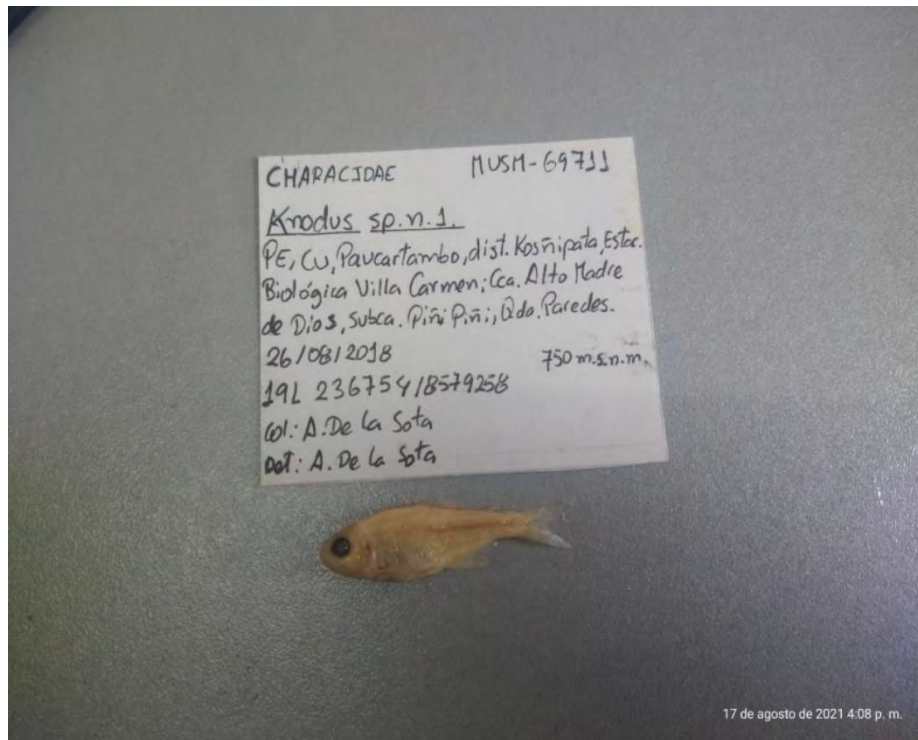


Foto 16. *Knodus* sp.n.1.



Foto 17. *Bujurquina* Eurhinus



Foto 18. *Chaetostoma lineopunctatum*

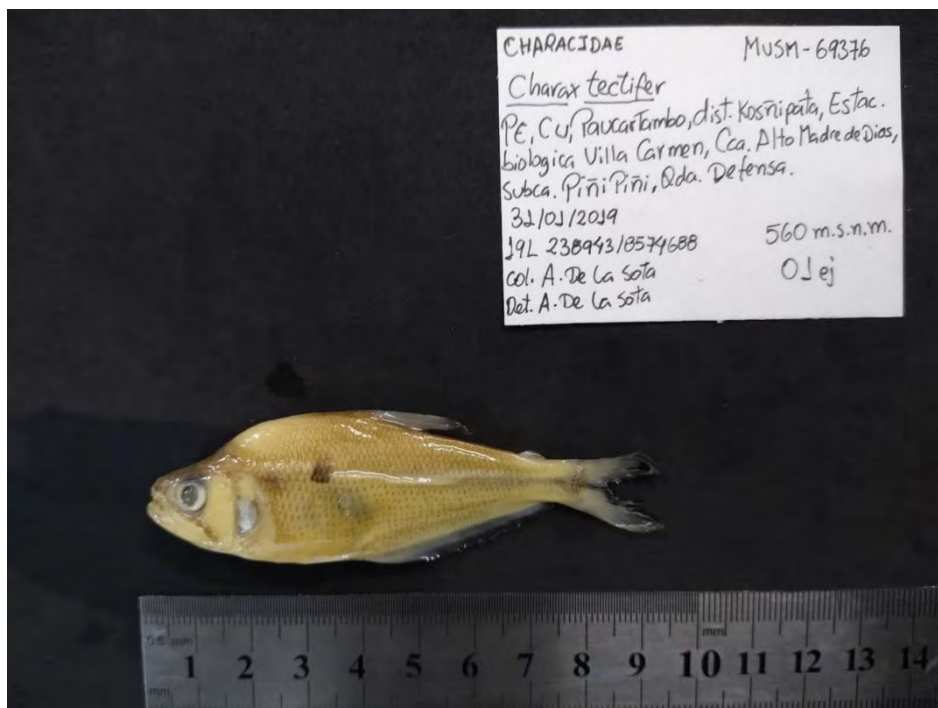


Foto 19. *Charax tectifer*



Foto 20. *Ancistrus maldonadoi*

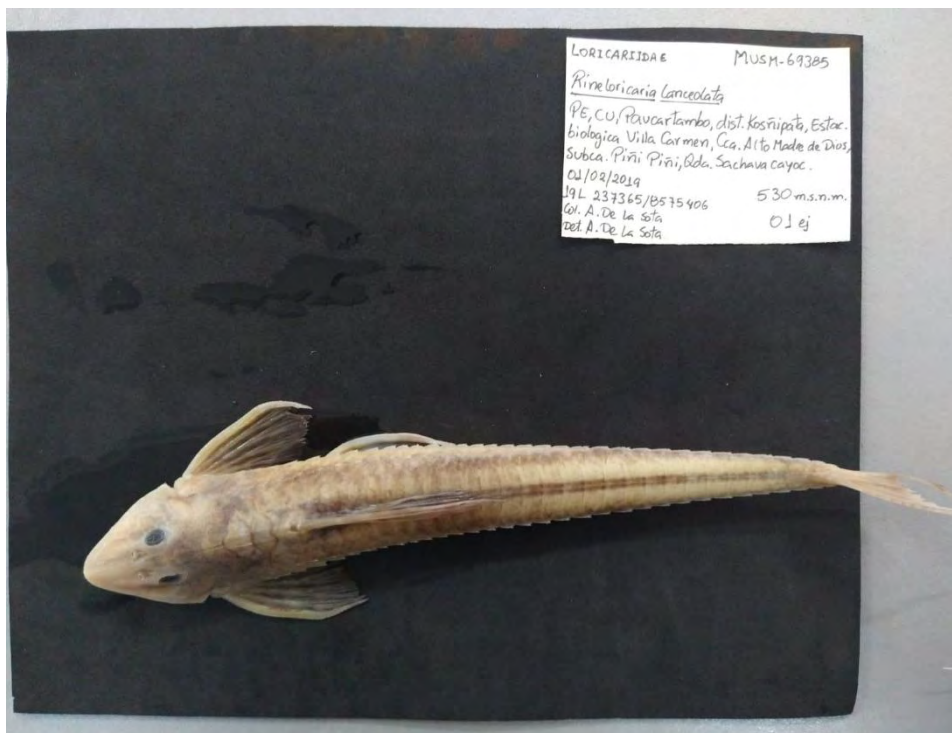


Foto 21. *Rineloricaria lanceolata*

ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS



Foto 22. HEMIPTERA: *Limnocoris* sp



Foto 23. EPHEMEROPTERA: *Tricorythodes* sp



Foto 24. EPHEMEROPTERA: *Meridialaris* sp.



Foto 25. EPHEMEROPTERA: *Baetodes* sp.



Foto 26. *Anacroneura* sp



Foto 27. DIPTERA: *Gigantodax* sp.



Foto 28. EPHEMEROPTERA: *Andesiops peruvianus*



Foto 29. COLEOPTERA: *Psephenus* sp



Foto 30. DIPTERA: *Chironomus sp*



Foto 31. TRICHOPTERA: *Atopsyche sp*