

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



**IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA  
ARTROPOFAUNA ACUÁTICA EN LA MICROCUENCA DEL  
RÍO CHOCCO DISTRITO DE SANTIAGO – CUSCO**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO

PROFESIONAL DE BIÓLOGO

PRESENTADO POR:

Br. Roxana Torres Torres

ASESORA:

Blga: María Mercedes Del Castillo Espinoza

Co -ASESOR:

M.Sc Rodrigo Chevarría Del Pino

CUSCO – PERÚ

2022

**“TARDA EN LLEGAR Y AL FINAL HAY RECOMPENSA”.**

Los logros más grandes de tu vida se deben a tus más grandes esfuerzos, disfrútalos.

G. Ceratí

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis está dedicada:

A Dios, por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino.

A mis Padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona y me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mi Padre aunque no esté físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.

A mis hermanos y a mis sobrinos, por sus palabras y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi Asesora de Tesis, Blga. María Mercedes del Castillo Espinoza, por su apoyo y recomendaciones oportunas en esta tesis.

A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo pero sobre todo por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes.

A mis amigos con los que comparto y disfruto los momentos buenos y malos que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

Para ellos, muchas gracias por todo.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XVI
JUSTIFICACIÓN .....	XVII
OBJETIVOS .....	XVIII

### CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.1.1 Internacionales .....	1
1.1.2 Nacionales .....	3
1.1.3 Locales .....	5
1.2 MARCO CONCEPTUAL .....	7
1.2.1 Microcuenca .....	7
1.2.2 Ecosistemas Lóticos .....	8
1.2.3 La Importancia de los Ríos .....	8
1.2.4 Arthropoda .....	9
1.2.5 Artrópodos Acuáticos .....	10
1.2.6 Importancia de los Artrópodos Acuáticos .....	11
1.2.7 Biología de los Artrópodos Acuáticos .....	12
1.2.8 Hábitat y Locomoción .....	13
1.2.9 Adaptaciones de los Artrópodos a los Hábitats Acuáticos .....	16
1.2.10 Clasificación por Categoría de Hábitats y Locomoción de Artrópodos Acuáticos ...	16
1.2.11 Adaptaciones y Comportamiento de los Artrópodos a la Vida Acuática. ....	23
1.2.11.1 Respiración de Artrópodos .....	23
1.2.12 Hábitos Alimenticios .....	27
1.2.13 Ciclos de Vida .....	28
1.2.14 Principales Órdenes .....	30
1.2.15 Diversidad .....	41
1.2.16 Índices de Diversidad .....	41
1.2.16.1 Diversidad Alfa .....	42

1.2.16.2	Diversidad Beta .....	44
1.2.17	Índices Bióticos.....	45
1.2.17.1	Índice Biótico Andino (ABI).....	45
1.2.18	Parámetros Físico y Químicos .....	49

## CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO .....	52	
2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	52
2.1.1	Ubicación Política.....	52
2.1.2	Ubicación Geográfica .....	52
2.1.3	Límites. ....	53
2.2	ACCESIBILIDAD.....	55
2.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	55
2.3.1	Geología. ....	55
2.3.2	Topografía. ....	55
2.3.3	Hidrología. ....	55
2.4	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO. ....	56
2.4.1	Clima .....	56
2.4.2	Ecosistema .....	58
2.4.3	Flora .....	58
2.4.4	Fauna.....	61

## CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.....	62	
3.1	MATERIALES.....	62
3.1.1	Material Biológico.....	62
3.1.2	Materiales de Campo.....	62
3.1.3	Materiales de Laboratorio.....	63
3.2	METODOLOGÍA.....	65
3.2.1	Tipo de Investigación.....	65
3.2.2	Área de Interés de la Microcuenca del Río Chocco.....	65
3.2.3	Periodo de Muestreo en Épocas de Secas y Lluvias .....	65
3.2.4	Ubicación Geográfica de Puntos de Muestreo.....	66

3.2.5	<i>Descripción de los Puntos de Muestreo</i> .....	68
3.3	MÉTODOS Y FUNDAMENTOS.....	73
3.3.1	<i>Fase de Pre - Campo</i> .....	73
3.3.2	<i>Fase de Campo</i> .....	74
3.3.3	<i>Fase de Laboratorio</i> .....	77
3.3.4	<i>Fase de Gabinete</i> .....	78
3.3.5	<i>Caracterización Físico y Químico del Agua</i> .....	79
3.3.5.1	Análisis Físico y Químico del Agua .....	79

#### CAPITULO IV

RESULTADOS .....	83
4.1 IDENTIFICACIÓN TAXONOMÍA. ....	83
4.2 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL IDENTIFICADO. ....	84
4.2.1 <i>Clase Arácnida</i> .....	84
4.2.1.1 Orden Trombidiformes .....	84
Familia Hydryphantidae .....	86
4.2.2 <i>Clase Crustácea</i> .....	88
4.2.2.1 Orden Amphipoda.....	88
4.2.3 <i>Clase Insecta</i> .....	90
4.2.3.1 Orden Coleoptera .....	90
Familia Dytiscidae.....	90
Familia Dytiscidae (Larva).....	93
Familia Elmidae .....	95
Familia Elmidae .....	97
Familia Elmidae (Larvas).....	98
Familia Hydrophilidae.....	100
Familia Curculionidae (Larva) .....	102
Familia Staphylinidae.....	104
4.2.3.2 Orden Hemíptera.....	106
Familia Corixidae.....	106
4.2.3.3 Orden Odonata .....	108
Familia Aeshnidae.....	108

Familia Aeshnidae.....	111
Familia Libellulidae .....	112
4.2.3.4 Orden Trichoptera.....	114
Familia Hydroptilidae .....	114
Familia Leptoceridae.....	116
Familia Hidrobiosidae (Larva).....	117
Familia Odontoceridae .....	119
4.2.3.5 Orden Plecóptera.....	121
Familia Perlidae (Larva).....	121
4.2.3.6 Orden Ephemeroptera .....	123
Familia Leptophlebiidae.....	123
Familia Baetidae.....	125
4.2.3.7 Orden Díptera.....	127
Familia Tipulidae .....	127
Familia Muscidae (Larva).....	128
Familia Chironomidae (Larva).....	130
Familia Ceratopogonidae (Larva) .....	132
Familia Simuliidae .....	133
Familia Tabanidae (Larva).....	135
Familia Empididae (Larva) .....	135
4.3 COMPOSICIÓN DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS.....	138
4.4 ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS ÓRDENES DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOCCO. ....	140
4.5 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS FAMILIAS DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOCCO. ....	141
4.5.1 <i>Época de Secas</i> .....	142
4.5.2 <i>Época de Lluvias</i> .....	144
4.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	146
4.6.1 <i>Índice de Shannon-Weaver (H')</i> .....	148
4.6.2 <i>Índice de Simpson</i> .....	151
4.6.3 <i>Índice de Diversidad de Margalef (DMG)</i> .....	153

4.6.4	<i>Índice de Diversidad de Jaccard (Ij)</i> .....	156
4.7	ÍNDICES BIÓTICOS.....	160
4.7.1	<i>Determinación del Índice Biológico ABI</i> .....	160
4.7.2	<i>Índice Andean Biotic Index (ABI)</i> .....	160
4.8	CARACTERÍSTICAS FÍSICO y QUÍMICOS DEL AGUA DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO CHOCCO.....	163
4.8.1	<i>Parámetros Físicos y Químicos del Agua para Época de Secas</i> .....	163
4.8.2	<i>Parámetros Físicos y Químicos del Agua para Época de Lluvias</i> .....	167
	DISCUSIÓN.....	173
	CONCLUSIONES.....	174
	RECOMENDACIONES.....	175
	BIBLIOGRAFÍA.....	176
	ANEXOS.....	185
	GLOSARIO.....	186
	ANEXO 01: BASES DE DATOS.....	190
	Anexo 02: Fotografías de Otros Organismos Encontrados.....	198
	Anexo 03: Fotografías de Flora Presente en Microcuenca del Río Chocco.....	199
	Anexo 04: Fotografías de Fauna Presente en Microcuenca de Río Chocco.....	204
	Anexo 05: Fotografías en Fase de Campo.....	205
	Fotografías en Fase de Campo – Recolección de Material Biológico.....	206
	Fotografías en Fase de Campo – Alrededores de la Microcuenca del Río Chocco.....	207
	Fotografías en Fase de Campo – Contaminación de la Microcuenca del Río Chocco.....	208
	Fotografías en Fase de Laboratorio – Limpieza, Separación de Material Biológico.....	209
	Fotografías en Fase de Laboratorio – Identificación de Material Biológico.....	210
	Anexo 06: Clave de Identificación.....	211

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organismos Representantes del Neuston en un Ecosistema Acuático .....	13
Figura 2. Organismos Representantes del Necton en un Ecosistema Acuático.....	14
Figura 3. Organismos Representantes del Bentos en un Ecosistema Acuático .....	15
Figura 4. Artrópodos Acuáticos Buceadores .....	17
Figura 5. Artrópodos Acuáticos Nadadores.....	17
Figura 6. Artrópodos Acuáticos Excavadores .....	18
Figura 7. Artrópodos Acuáticos Escaladores .....	19
Figura 8. Artrópodos Acuáticos Aferradores.....	20
Figura 9 Artrópodos Acuáticos Planctónicos .....	21
Figura 10. Artrópodos Acuáticos Patinadores.....	21
Figura 11. Artrópodos Acuáticos Derribadores .....	22
Figura 12. Categorías de Respiración de Organismos Acuáticos. ....	23
Figura 13. Adaptaciones de Artrópodos Acuáticos para la Respiración Hidropnéustica.....	24
Figura 14. Adaptaciones de los Artrópodos Acuáticos para la Respiración Aeropnéustica .....	26
Figura 15. Estadios Desarrollo Hemimetábolos (Directo).....	28
Figura 16. Estadios Desarrollo Holometábolo (Indirecto).....	29
Figura 17. Orden Ephemeroptera .....	30
Figura 18. Orden Plecóptera .....	32
Figura 19. Orden Trichoptera.....	33
Figura 20. Orden Coleoptera.....	36
Figura 21. Orden Díptera .....	37
Figura 22. Orden Hemíptera.....	38
Figura 23. Orden Odonata .....	40
Figura 24. Clasificación de Índices de Diversidad.....	41
Figura 25. Mapa de Ubicación de la Microcuenca del río Chocco.....	54
Figura 26. Climatodiagrama de la Ciudad de Cusco .....	57
Figura 27. Mapa de los 5 Puntos de Muestreo .....	67
Figura 28. Punto de Muestreo # 1 (PM - 1); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias) .....	68

Figura 29. <i>Punto de Muestreo # 2 (PM - 2); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)</i> .....	69
Figura 30. <i>Punto de Muestreo # 3 (PM - 3); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)</i> .....	70
Figura 31. <i>Punto de Muestreo # 4 (PM - 4); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)</i> .....	71
Figura 32. <i>Punto de Muestreo # 5 (PM - 5); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)</i> .....	72
Figura 33. <i>Técnica Recolección Manual (levantamiento de piedras y troncos)</i> .....	75
Figura 34. <i>Técnica Recolección con Red Entomológica</i> .....	76
Figura 35. <i>Hydrachana (Familia Hydracnidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	85
Figura 36. <i>Hydryplantes (Familia Hydryphantidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Pata)</i> .....	87
Figura 37. <i>Hyallega (Familia Hyallellidae) Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	89
Figura 38. <i>Lancetes Adulto (Familia Dytiscidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	91
Figura 39. <i>Rhantus Adulto (Familia Dytiscidae) Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	92
Figura 40. <i>Lancetes Larva (Familia Dytiscidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	94
Figura 41. <i>Austrelmis Adulto (Familia Elmidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	96
Figura 42. <i>Macrelmis Adulto (Familia Elmidae). Fig. A (Vista Dorsal)</i> .....	97
Figura 43. <i>Elmidae (Larva). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	99
Figura 44. <i>Tropisternus Adulto (Familia Hydrophilidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	101
Figura 45. <i>Curculionidae Larva. Fig. A (Vista Lateral), B (Cabeza)</i> .....	103
Figura 46. <i>Oxytelus Adulto (Familia Staphylinidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> 105	
Figura 47. <i>Sigara (Familia Corixidae). Fig. A (Juvenil), B (Adulto)</i> .....	106
Figura 48. <i>Sigara Adulto (Familia Corixidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)</i> .....	107
Figura 49. <i>Anax Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Vista Dorsal)</i> .....	109
Figura 50. <i>Anax Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Vista Ventral)</i> .....	110
Figura 51. <i>Rhionaeschna Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Apéndices caudales)</i> .....	111
Figura 52. <i>Sympetrum Larva (Familia Libellulidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Pirámide Anal)</i> .....	113
Figura 53. <i>Metrichia Larva (Familia Hydroptilidae). Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	115

Figura 54. <i>Nectopsyche Larva (Familia Leptoceridae). Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	116
Figura 55. <i>Hidrobiosidae Larva. Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	118
Figura 56. <i>Marilia Larva (Familia Odontoceridae). Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	120
Figura 57. <i>Perlidae Larva. Fig. A (Vista Dorsal)</i> .....	122
Figura 58. <i>Thraulodes Larva (Familia Leptophlebiidae). Fig. A (Vista Dorsal)</i> .....	124
Figura 59. <i>Andesiops Larva (Familia Baetidae). Fig. A (Vista Dorsal)</i> .....	126
Figura 60. <i>Tipula Larva (Familia Tipulidae). Fig. A (Vista General)</i> .....	127
Figura 61. <i>Muscidae Larva. Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Lateral)</i> .....	129
Figura 62. <i>Chrinomidae Larva. Fig. A (Vista Lateral), B (Procercos)</i> .....	131
Figura 63. <i>Ceratopogonidae Larva. Fig. A (Vista Lateral)</i> .....	132
Figura 64. <i>Simulium Larva (Familia Simuliidae). Fig. A (Vista Ventral), B (Vista Lateral)</i> .....	134
Figura 65. <i>Tabanidae Pupa (Fig. A), Empididae Larva (Fig. B)</i> .....	136
Figura 66. <i>Chrinomidae (Fig. A. Larvas), (Fig. B. Pupa), (Fig. C. Pupa en desarrollo)</i> .....	137
Figura 67. <i>Abundancia Relativa de Órdenes de Artrópodos Acuáticos Colectados en Época (Secas-Lluvias)</i> .....	140
Figura 68. <i>Abundancia Relativa de Familias de Artrópodos Acuáticos Colectados en Época (Secas-Lluvias)</i> .....	141
Figura 69. <i>Abundancia de Órdenes Encontrados en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Secas</i> .....	142
Figura 70. <i>Abundancia de Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Secas</i> .....	143
Figura 71. <i>Abundancia de Órdenes Encontrados en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Lluvias</i> .....	144
Figura 72. <i>Abundancia de Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Lluvias</i> .....	145
Figura 73. <i>Resultados de los Promedios por Puntos de Muestreo para Índice de Shannon - Weaver</i> .....	149
Figura 74. <i>Resultados de los Promedios por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Shannon - Weaver</i> .....	150
Figura 75. <i>Resultados de los Promedios por Puntos de Muestreo para el Índice de Simpson</i> ..	151

Figura 76. Resultados de los Promedios por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Simpson .....	152
Figura 77. Resultados de los Promedios por Punto de Muestreo para el Índice de Margalef (DMg).....	154
Figura 78. Resultados de los Promedios por Épocas (Secas – Lluvias) para el Índice de Margalef (DMg).....	155
Figura 79. Dendrograma por Punto de Muestreo para Época de Secas.....	157
Figura 80. Dendrograma por Punto de Muestreo para Época de Lluvias.....	159
Figura 81. Resultados de los Promedios por Punto de Muestreo para el Índice Biótico Andino .....	161
Figura 82. Resultados de los Promedios de las Épocas (Secas – Lluvias) Realizadas para el Índice ABI.....	162

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación de Artrópodos</i> .....	10
Tabla 2. <i>Clasificación de Artrópodos Acuáticos</i> .....	11
Tabla 3. <i>Tipos de Adaptaciones de Organismos que Habitan en Corrientes de Agua</i> .....	19
Tabla 4. <i>Tipos de Agallas</i> .....	24
Tabla 5. <i>Formas de Vida del Orden Trichoptera</i> .....	34
Tabla 6. <i>Rango Índice de Equidad Shannon - Wiener H'</i> .....	42
Tabla 7. <i>Puntuaciones del Índice Biótico Andino - ABI asignadas a las familias de Artrópodos Acuáticos</i> .....	46
Tabla 8. <i>Clases de Estado Ecológico Según el ABI en el Perú</i> .....	48
Tabla 9. <i>Datos de la Estación Meteorológica de Perayoc - Unsaac (2010 - 2019)</i> .....	56
Tabla 10. <i>Flora de la Microcuenca del río Chocco</i> .....	58
Tabla 11. <i>Fauna de la Microcuenca del río Chocco</i> .....	61
Tabla 12. <i>Fechas de Muestreo de Artrópodos Acuáticos para Época Secas – Lluvias</i> .....	65
Tabla 13. <i>Ubicación Georreferenciada de los 5 Puntos de Muestreo</i> .....	66
Tabla 14. <i>Tipos de Sustrato de Acuerdo al Microhabitats</i> .....	74
Tabla 15. <i>Métodos Utilizados para los Parámetros Físico y Químicos</i> .....	79
Tabla 16. <i>Taxonomía de Artrópodos Acuáticos Identificados en el Microcuenca de Río Chocco</i> .....	83
Tabla 17. <i>Numero de Artrópodos Acuáticos Identificados en la Microcuenca del Río Chocco</i>	139
Tabla 18. <i>Total de Artrópodos Acuáticos encontrados en los Puntos de Muestreo en Época de Secas</i> .....	146
Tabla 19. <i>Total de Artrópodos Acuáticos encontrados en los Puntos de Muestreo en Época de Lluvias</i> .....	147
Tabla 20. <i>Promedios por Punto de Muestreo y por Épocas (Secas - Lluvias) para Índice de Shannon - Weaver (H')</i> .....	148
Tabla 21. <i>Promedios por Punto de Muestreo y por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Simpson</i> .....	151
Tabla 22. <i>Promedios por Puntos de Muestreo y por Época (Secas - Lluvias) para el Índice de Margalef (DMG)</i> .....	153
Tabla 23. <i>Índice de Jaccard para Época de Secas en los 5 Puntos de Muestreo</i> .....	156

Tabla 24. <i>Índice de Jaccard para Época de Lluvias en los 5 Puntos de Muestreo</i> .....	158
Tabla 25. <i>Promedios por Punto Muestreo en Épocas (Secas – Lluvias) para el Índice ABI</i> .....	161
Tabla 26. <i>Resultados de Temperatura para Época de Secas</i> .....	163
Tabla 27. <i>Resultados de pH para Época de Secas</i> .....	164
Tabla 28. <i>Resultados de Conductividad Eléctrica para Época de Secas</i> .....	164
Tabla 29. <i>Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) para Época de Secas</i> .....	165
Tabla 30. <i>Consolidado de Oxígeno Disuelto en Época de Secas</i> .....	165
Tabla 31. <i>Resultados de Sólidos Disueltos para Época de Secas</i> .....	166
Tabla 32. <i>Consolidado de Sólidos Disueltos Totales en Época de Secas</i> .....	166
Tabla 33. <i>Resultados de Temperatura para Época de Lluvias</i> .....	167
Tabla 34. <i>Resultados de pH para Época de Lluvias</i> .....	167
Tabla 35. <i>Resultados de Conductividad Eléctrica para Época de Lluvias</i> .....	168
Tabla 36. <i>Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) para Época de Lluvias</i> .....	168
Tabla 37. <i>Consolidado de Oxígeno Disuelto para Época de Lluvias</i> .....	169
Tabla 38. <i>Resultados de Sólidos Disueltos Totales para Época de Lluvias</i> .....	169
Tabla 39. <i>Consolidado de Sólidos Disueltos Totales para Época de Lluvias</i> .....	170
Tabla 40. <i>Consolidado de Promedios de los Parámetros Físico y Químicos para Época de Secas</i> .....	170
Tabla 41. <i>Consolidado de Promedios de los Parámetros Físico y Químicos para Época de Lluvias</i> .....	171
Tabla 42. <i>Consolidado Global de los Parámetros Físico y Químicos en la Época de Secas - Lluvias</i> .....	171

## RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en la microcuenca del río Chocco, ubicado en el distrito de Santiago, de la región Cusco, cuyas aguas tiene diversos usos y se desconoce la calidad y diversidad de artropofauna acuática. El estudio tuvo como objetivos: Realizar la identificación, determinar la composición taxonómica y diversidad de artropofauna acuática así mismo determinar la calidad de aguas mediante el índice ABI (Índice Abiótico Andino) y analizar los parámetros físico y químicos. El trabajo de campo se realizó durante julio del 2019 a enero del 2020, correspondientes a las épocas de secas y lluvias respectivamente, en 5 estaciones de muestreo a lo largo del río. Los muestreos fueron sistemáticos, se evaluó dos veces por cada época, para la comunidad artropofauna acuática se empleó una red entomológica acuática de 20 cm y 30 cm, con una porosidad de 300 micras y recolección manual. Se realizó la medición de parámetros físico y químicos básicos como: la temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad y sólidos disueltos totales; para lograr una caracterización general de la calidad del agua de la microcuenca del río Chocco, los análisis se realizaron en campo y en el laboratorio de química de la facultad de ciencias de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Se determinaron un total de 09 órdenes compuestas 25 familias, 28 géneros en base 1776 individuos de artropofauna acuática. La abundancia relativa muestra que los órdenes con mayor abundancia son: Coleoptera (37%), Odonata (17%), Trichoptera (14%), Amphipoda (12%), Díptera (11%); y los órdenes con menos abundancia son Ephemeroptera, Hemiptera, Plecoptera y Trombidiformes con valores inferiores a (5%). Los resultados obtenidos de diversidad de índice de Shannon – Weaver en ambas épocas secas y lluvias oscilan en entre 2.27 - 2.39, considerándose como diversidad media. Para índice de Simpson se obtuvo valores de 0.89 - 0.13 en época de secas - lluvias correspondiendo mayor diversidad época de lluvias. Para índice de Margaret se obtuvo una diversidad moderada para ambas épocas. Con respecto a la calificación del Índice Abiótico Andino (ABI), para ambas épocas el estado ecológico reportado fue de muy bueno. Las características de los parámetros físico y químicos en la microcuenca del río Chocco son: temperatura para época de lluvias (11.53 °C), épocas de secas (10.99 °C), pH para época de lluvias (7.10), épocas de secas (8.06), oxígeno disuelto para época de lluvias (6.24), épocas de secas (5.02), conductividad eléctrica para época de lluvias (120.75 uS/cm), épocas de secas (123.99 uS/cm), sólidos disueltos para época de lluvias (1321.5 mg/L), épocas de secas (177.50 mg /L).

**Palabras Claves:** Artropofauna, Microcuenca, Físico y Químicos, Diversidad, Índice Abiótico Andino (ABI).

## INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento más abundante del planeta y es vital para todos los seres vivos, ocupa el 71% de la superficie total de la tierra y a pesar de su gran abundancia el volumen total de agua dulce disponible es aproximadamente un 3.5% del agua total del mundo y de este el 0.6% corresponde al agua superficial como ríos y lagos (Roldán y Ramírez, 2008).

Por tal razón los sistemas lóticos son considerados uno de los recursos naturales más importantes para la vida; sin embargo, en las últimas décadas, debido a las actividades humanas, han sufrido enormes impactos, resultando una disminución de la diversidad acuática, gran parte de la cual son insectos acuáticos, que suelen ser los principales componentes animales de estos ecosistemas (Lara - Lara et al., 2008).

El filo Artrópoda posee casi el 80% de los animales y la mayor cantidad de especies conocidas dentro del reino animal. Las arañas, garrapatas y los alacranes son representantes de la clase arácnida. Los ciempiés representan la clase Chilópoda. Los milpiés representan la clase Diplópoda. Los camarones, cangrejos y micro crustáceos son los mejores representantes de la clase Crustáceo. Los insectos constituyen casi el 75% del filo Artrópoda (Toro et al., 2014). En la actualidad, los insectos siguen siendo los animales que más abundan de la tierra, distribuidos en diferentes hábitats. Ningún otro animal exhibe esta diversidad en la estructura del hábitat (Pennak, 1984). Dentro de los hábitats que ocupan los insectos se encuentran los ambientes acuáticos, que se considera el hábitat de mayor diversidad biológica (Merritt & Cummins, 1996).

Los artrópodos acuáticos cambian su composición y funcionamiento al modificarse las condiciones del medio ambiente de su hábitat (Alonso y Camargo, 2005). Por lo tanto, ciertas características estructurales y funcionales de diferentes niveles de organización biológica pueden usarse para comparar y evaluar el estado de los organismos acuáticos, y su estado refleja el estado ecológico del cuerpo de agua (Segnini y Chacon, 2005; Prat et al., 2009).

Los ríos son sistemas dinámicos, y su comunidad responde espacial y temporalmente a la relación entre los componentes determinados por la cuenca y las características del cauce del río.

Por lo anterior la microcuenca del río Chocco, no ha sido estudiada, no hay estudios preliminares de sus aspectos biológicos, especialmente aquellos relacionados con las especies presentes de la Artropofauna acuática. Los indicadores biológicos son una de las herramientas más usadas para entender el estado actual del ecosistema (en este caso, el estado del sistema acuático) (Liévano y Torres, 2007).

Este estudio aportaría con información sobre Artropofauna Acuática, para otros trabajos de investigación como, puede ser el papel que desempeña en el medio acuático así como contribuir su conservación en el área de estudio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los artrópodos existe una diversidad muy elevada esto hace que sus funciones ecológicas, dentro de los ecosistemas que habitan, sean también muy variados. Se conoce que los artrópodos demuestran sensibilidad a los cambios ambientales ocasionados por la intervención del hombre. Actualmente el Río Chocco está siendo afectada por la contaminación, a consecuencia de los desechos que se generan por actividades tales como: ganadería, agricultura, y botadero de residuos. Estos desechos generan una perturbación al ecosistema, produciendo una alteración a las comunidades de especies como la alteración de la diversidad, desplazamiento de especies y cambios en los hábitos alimenticios. No se han reportado trabajos de investigación para esta microcuenca y no existe un registro taxonómico que permita conocer cómo influye esta fauna acuática en la microcuenca del río Chocco. Por estas razones se plantea las siguientes interrogantes:

- ✓ ¿Cuál es la diversidad de la Artropofauna en la Microcuenca del Río Chocco, Distrito de Santiago - Cusco?
- ✓ ¿Cuál es el índice biótico andino (ABI) de la Microcuenca del Río Chocco?
- ✓ ¿Cuáles son los parámetros físicos y químicos del Río Chocco?

## JUSTIFICACIÓN

Los cuerpos de agua son un recurso hídrico de suma importancia, tanto para las poblaciones humanas, como para la flora y fauna.

Para conservar estos ecosistemas de ríos y lagos, es importante determinar los factores que influyen sobre estos.

Los Artrópodos acuáticos juegan papel importante en el funcionamiento de estos ecosistemas y tienen un alto porcentaje de riqueza y abundancia de especies además presentan ciclos de vida cortos que permiten ser estudiados a nivel biológico, taxonómico y ecológico.

El presente trabajo de investigación pretende conocer la diversidad de la artropofauna acuática y las condiciones para contribuir con la conservación de estos ecosistemas acuáticos y el manejo de los recursos naturales, y generar nuevas investigaciones.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Identificación taxonómica de Artrópofauna Acuática en la Microcuenca del Río Chocco – Distrito de Santiago - Cusco.

### **Objetivos Específicos**

- a. Determinar la composición taxonómica de la comunidad de Artrópofauna Acuática de la Microcuenca del Río Chocco.
- b. Estimar la diversidad específica de la Artrópofauna acuática.
- c. Evaluar la calidad de agua utilizando el índice biótico andino (ABI).
- d. Analizar los parámetros físico y químico del recurso hídrico.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

#### 1.1.1 Internacionales

**Merritt & Cummins (1996).** *An introduction to the aquatic insects of North America.* Nombran que los insectos son muy exitosos en el medio ambiente acuático, esto está justificado por su diversidad y abundancia, su distribución amplia y su habilidad de explotar muchos tipos de hábitats acuáticos. Además, creen que todos los insectos que se encuentran debajo de la superficie del agua en cualquier etapa son insectos acuáticos, por lo que podemos mencionar Collembola, Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera, Coleoptera, Díptera e insectos semiacuáticos, todos los insectos que pasan algunas de sus etapas, en especial el adulto, sobre la superficie del agua tales como los Hemíptera, Ortóptera y Lepidóptera.

**Kikuchi & Uieda (1998).** *Composicion de Comunidad de Invertebrados de un Ambiente lotico tropical sus Variaciones e Temporal.* Determinaron que la distribución de los organismos acuáticos es el resultado de la interacción entre el hábitat, las condiciones físicas, que constituye el hábitat (sustrato, flujo y turbulencia) y la disponibilidad de alimentos. Las colectas organismos acuáticos se realizaron en un afluente de la Cuenca de Paranapanema en Itatinga, Sao Paulo. Al analizar la incidencia de diferentes tipos de sustratos de fondo (vegetales, rocas y arena), encontramos que la densidad del sustrato rocoso es mayor, mientras que el enriquecimiento del sustrato vegetal es mayor. Entre los tres sustratos, la clase Insecta (principalmente Díptera) dominan la abundancia y riqueza de especies. De este orden, las familias Chironomidae y Simuliidae dominan los sustratos de plantas y rocas, mientras que la familia Chironomidae domina los sedimentos. Entre los quironómidos, se encontraron varios géneros, con muchos individuos, de la subfamilia Ortoclaadiinae.

**Medianero, E. & Samaniego, M. (2004).** *Comunidad de Insectos Acuáticos Asociados a Condiciones de Contaminación en el Río Curundú, Panamá.* Durante el proceso de muestreo de 13 meses, se colectaron un total de 57 taxas, 51 géneros y 7100 de insectos en las aguas del Río Curundú. Los géneros *Chironomus*, *Polypedilum* y *Paramerina* de la familia Chironomidae

(Díptera), representan el 73% del número total de insectos encontrados en el río. Otros géneros importantes por su abundancia son *Culex* (Díptera: Culicidae) con 4.14% y *Caenis* (Ephemeroptera: Caenidae) con 4.07%. Estos cinco géneros representan el 84.5% de todos los individuos de la muestra. Desde la cabecera hacia la desembocadura del río, el número de géneros y la diversidad de insectos tendieron a disminuir, mientras en la parte intermedia del río la abundancia fue mayor debido a la presencia del género *Chironomus*.

**Castellanos, P. & Serrato, C. (2008).** *Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos en un Nacimiento de Río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander.* Se colectaron un total de 4845 individuos de macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 63 taxones, 30 familias y 12 órdenes; empleando una red Surber en 3 estaciones, donde el orden Díptera fue el más abundante (con 990 individuos) y diverso con 32 morfoespecies, alcanzando una representatividad del 50.8% de los taxones, en cuanto a los taxones colectados más abundantes fueron el microcrustáceo Orden Amphipoda (*Hyalella sp*) y el Ephemeroptera (*Prebaetodes sp*).

**Ramirez et al.(2010).** *Distribución Espacial y Temporal de los Tricópteros Inmaduros en la Cuenca del río Totare (Tolima - Colombia).* Se realizó entre febrero y mayo de 2007, el Cuenca del río Totare (Estado de Tolima), 27 estaciones de muestreo ubicadas entre 244 y 2397 m. Recolectaron 3593 especies pertenecientes a 11 familias y 26 géneros. Se reportaron por primera vez para el estado de Tolima la familia Xiphocentronidae (*Xiphocentron*), y los géneros *Neotrichia*, *Zumatrichia* (Hydroptilidae), *Mexitrichia* (Glossosomatidae) y *Banyallarga* (Calamoceratidae). La familia con mayor abundancia fue Hydroptilidae (44.92%) y la de menor Xiphocentronidae (0.14%). Los géneros más abundantes fueron *Smicridea* (25.27%), *Hydroptila* (23.88%) y los menos representativos fueron *Mexitrichia* (0.03%), *Triplectides* (0.03%), *Atanatolica* (0.03%) y *Triaenodes* (0.03%).

**Garcia et al. (2010).** *Composición y Variación Temporal de la Comunidad de Insectos Acuáticos (Insecta) en la Quebrada Sardineros, afluente río Verde, Alto Cauca, Colombia.* Se colectaron 2743 individuos en bajas lluvias y 1020 en altas lluvias. Díptera y Trichoptera fueron los más abundantes en ambos periodos. Los índices de diversidad de Shannon-Wiener, dominancia de Simpson fueron bajas en ambos periodos climáticos, mientras la riqueza de Margalef fue alta. Los índices indicaron que la diversidad fue baja como consecuencia de la

disminución del oxígeno disuelto y el aumento de la conductividad, durante el periodo de altas lluvias, lo cual contribuyo a la disminución de la calidad del agua que paso de ser buena (BMWP/Col: 191) durante las bajas lluvias a aceptable (BMWP/Col: 65) en altas lluvias; a partir de estos resultados se propone que la estacionalidad fue la variable que más influyó en abundancia y diversidad de insectos acuáticos.

**Barragan, M. & Rua, G. (2016).** *Comunidades de Insectos de los Tres Flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.* Se evaluó la estructura y distribución de los insectos acuáticos, en cuatro ríos, Gaira, Tucurinca, Rancheria y Guatapuri. En cada río, se analizaron los microhábitats (grava, macrófitas) con red sùber, la hojarasca con red triangular y las zonas de salpicadura y piedras mediante recolección manual. Donde se registraron 5803 individuos, 39 familias y 72 taxones. El río Guatapuri presento la mayor abundancia con 1890 individuos. El orden más abundante fue Ephemeroptera con 1861 individuos. El género *Simulium* presento la mayor abundancia (14,5%). Durante los periodos de baja precipitación en los ríos Guatapuri y Rancheria se registraron las mayores abundancias de organismos. Se obtuvieron dos nuevos registros, el género *Podonomus* (Chironomidae) en Guatapuri y el género *Stenhelmoides* (Elmidae) en Rancheria.

### **1.1.2 Nacionales**

**Gamarra et al. (2014).** *Evaluación de la Calidad Ecológica del Agua en la Microcuenca El Chido e Intermicrocuenca Allpachaca - Lindapa, Amazonas, Perú.* Se realizó la valoración de la calidad ecológica, mediante el establecimiento de 12 estaciones de muestreo en la microcuenca Chido, tres en la quebrada Allpachaca y dos en la quebrada Lindapa. Se emplearon índices biológicos tales como el Índice Biótico (ABI). Los resultados de la evaluación determinaron que la calidad ecológica de la quebrada El Chido y la quebrada Allpachaca es buena, mientras que en la quebrada Lindapa disminuye a la categoría de regular. La calidad biológica determinó que las fuentes de agua en las tres quebradas son buenas, encontrándose en la microcuenca El Chido un total de 10539 invertebrados representados en 45 familias y 10 órdenes, 969 individuos en la quebrada Allpachaca representados en 26 familias y 9 órdenes, y 851 individuos distribuidos en 25 familias y 7 órdenes en la quebrada Lindapa.

**Sajami Reymundo, (2015).** *Distribución Espacio-Temporal de Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera y Coleoptera (Insecta) en una quebrada de primer orden, bosque montano, Junín, Perú.* Se evaluó la composición y distribución espacial de cuatro órdenes de insectos acuáticos Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (EPTC), en una quebrada de primer orden, Chanchamayo, Perú. Se realizaron colectas bimensuales desde marzo del 2013 a enero del 2014 en cuatro microhábitats lóticos: piedra, grava, musgo y hojas retenidas en la corriente.

Donde se colectaron un total de 7825 individuos agrupados en 51 géneros distribuidos en 27 familias de EPTC (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera). El microhábitat de hoja retenida en los rápidos presentó la mayor abundancia, riqueza y diversidad de EPTC. Los géneros más representativos en términos de abundancia fueron *Farrodes* (10.35%) del orden Ephemeroptera, *Phylloicus* (10.01%) del orden Trichoptera y *Heterelmis* (6.07%) del orden Coleoptera. La familia Elmidae fue la más diversa con 11 géneros.

**Tapia et al. (2017).** *Invertebrados Bentónicos como Bioindicadores de Calidad de Agua en Lagunas Altoandinas Del Perú.* Se determinó la diversidad y abundancia de invertebrados bentónicos en lagunas altoandinas del Perú y determinar su posible uso como indicadores biológicos. Se muestrearon un total de 16 lagunas, 4 en la cuenca del río Rímac y 12 en la cuenca del Mantaro durante la época seca (junio-octubre 2015). Se determinaron 34 familias, el Phylum Arthropoda obtuvo la mayor riqueza relativa y abundancia relativa de organismos (72.3% y 89.1%), seguidos del Phylum Annelida (12.8% y 4.3%, respectivamente), Mollusca (6.4% y 5.4%, respectivamente) y Platyhelminthes (8.5% y 1.2%, respectivamente). De las 34 familias, la Clase Insecta predominó con 24 familias distribuidas en 6 órdenes, dentro de los cuales el orden Diptera fue más representativo con 7 familias, seguidas del Orden Coleoptera con 5 familias.

Las familias Chironomidae, Cyprididae, Corixidae y Hyalellidae resultaron resistentes a las condiciones ambientales alteradas por materia orgánica y metales pesados. Según los valores del ABI de las 16 lagunas muestreadas, las lagunas Marca, Huaroncocha, Ticticocha, Yananyacu y Huacracocha presentaron el mayor valor, consideradas con el estado ecológico de moderado, mientras que las lagunas Huascocha, Canchis y Churuca se consideraron en pésimo estado, y los nueve restantes como mala.

**Azabache Coronado, (2018).** *Determinación de la Calidad Ecológica del Agua de los Ríos Porcón, Grande y Mashcón- Cajamarca, en función de la Macrofauna Bentónica como Bioindicador.* Se realizó, durante los periodos de lluvia (enero) y sequía (setiembre) de los años 2012 y 2013. Donde la estructura poblacional de la macrofauna bentónica, constituida por 5 phylum: Cnidaria, Annelida, Nematoda, Mollusca y Arthropoda; 10 órdenes y 23 familias; los órdenes y sus géneros más abundantes, fueron: Tricóptera (28,6%), con *Sericostoma*, *Ochrotrichia* y *Atanatolica*; Díptera (25%), con *Alluaudomyia*, *Chironomus* y *Tipula*; Coleoptera (10,7%), con *Latelmis*; Efemeróptera (7%), con *Baetis*; y Plecóptera (3,6%), respectivamente. La calidad ecológica de las aguas, fue determinada a través de los parámetros físico y químicos, donde valoro de buena a excelente calidad para el río Grande, de regular calidad para el río Mashcón, y de regular a pésima calidad para el río Porcón,

### **1.1.3 Locales**

**Gil, M. (2005).** *Determinación de los Organismos Acuáticos en Río Saphy – Cusco.* Indica que entre los mejores insectos acuáticos indicadores de aguas limpias se encuentra los órdenes de Trichopteros, Ephemerópteros, Hemípteros, Plecópteros y Coleópteros; secundariamente pueden ser citados en este grupo, los Odonatos, los insectos adaptados a ambientes acuáticos con abundante materia orgánica en el sustrato del bentos aunque la columna de agua sea limpia y que el flujo del curso de agua sea menor son los Dípteros (*Simúlidos*, *Culicoides* y *Culícidos*), estos son representantes de la calidad de agua III. Los insectos adaptados a ambientes de escasa movimiento “Insectos” son bunnt mtr orán n s ompos ón y s nóx os (falta de oxígeno) son los Chrinómonidos. Estos son representantes de la calidad de agua.

**Yábar, T. & Valverde, C. (2009).** Este trabajo presentó los primeros estudios realizados en los ríos del Valle de Cusco utilizando como material de investigación los insectos acuáticos, habiéndose identificado 5 órdenes (Hemíptera, Coleoptera, Díptera, Homóptera, Odonata), 11 familias (Corixidae, Notonectidae, Miridae, Aeshnidae, Ephididae) posteriormente utilizando la prueba de BMWP se determinó que dichos sistemas acuáticos se encuentran en diferentes grados de contaminación.

**Tinoco y Mancilla (2010).** En este trabajo se determinó la diversidad de la entomofauna acuática en laguna de Urcos. Registrándose 181 especies distribuidas así: Díptera con 97

individuos (siendo la familia más abundante Sciaridae), Coleoptera con 44 individuos (Hydrophilidae con 29), Hemíptera con 28 individuos (Miridae con 19), seguido por Odonata con 10 individuos y Neuróptera con 2 individuos.

El índice de diversidad de Shannon más alto fue el de la fecha 18/02/2010 con 2.285 y la diversidad de Simpson con 0.1426; encontrándose así diferencias altamente significativa entre las familias ( $p=0.000052$ ) en un análisis de varianza (ANVA).

**Huanachin y Huamantínco (2018).** *Composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos (Insecta: Coleoptera) a lo largo de un gradiente altitudinal, Cusco, Perú.* Describió la composición y estructura de las comunidades de escarabajos acuáticos en diferentes Cuencas de los ríos Mapacho y Araza o Marcapata de la Provincia de Quispicanchi, a lo largo de un amplio gradiente altitudinal (476-4411 msnm) en Cusco, Perú. Para ello, se establecieron 12 estaciones de muestreo y se realizaron dos colectas durante los meses de mayo, julio y agosto del 2013 (época seca), en áreas de sustrato rápido y pedregoso.

Donde se recolectaron un total de 3.069 individuos entre las larvas y adultos de coleópteros acuáticos, pertenecientes a 23 géneros agrupados en 10 familias. Donde la familia Elmidae presentó la mayor riqueza con 13 géneros, seguido de Scirtidae con 2 géneros finalmente Dytiscidae, Dryopidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Lutrochidae, Psephenidae Ptilodactylidae y Staphylinidae estuvieron presentes con solo un género. De las 10 familias registradas, Elmidae presentó la mayor abundancia con 2775 individuos (90.4%), que se distribuyen en todo el gradiente. Los géneros más representativos con mayor número son: *Austrelmis*, *Neoelmis*, *Heterelmis* y *Anchytarsus*.

**Bustamante Navarrate (2018).** *Registro de los Coleópteros Acuáticos en la Región Cusco, Perú.* Con el fin de comprender los coleópteros acuáticos en la región Cusco, se llevaron a cabo recolecciones en diferentes provincias de dicha región. Como resultado de esta investigación se examinaron 175 ejemplares y se identificaron 18 especies en 13 géneros, distribuidas en 5 familias: Dytiscidae, Hydrophilidae, Gyrinidae, Dryopidae y Elmidae; el rango de distribución de diferentes familias abarcaron 12 provincias (Acomayo, Anta, Calca, Canchis, Chumbivilcas, Cusco, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba), de 13 existentes en la región, en un rango altitudinal que comprende entre los 550 y 4400 msnm.

## 1.2 MARCO CONCEPTUAL

### 1.2.1 *Microcuenca*

Una microcuenca es una unidad geográfica que depende principalmente del concepto hidrológico de división del suelo. La microcuenca corresponde al área de aguas superficiales, que se vierte a la red hidrológica natural a través de uno o más canales naturales, fluye de manera continua o intermitente, que concurren en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal; la microcuenca está delimitada por la línea del divorcio de las aguas.

En los Andes peruanos existe una gran cantidad de microcuencas, conformando el gran ecosistema de las montañas andinas a manera de unidades o células que integran el medio natural andino.

La estructura y dinámica de una microcuenca coinciden con las de cualquier ecosistema. También presenta características de un sistema con flujos de energía y materia, estructura jerarquizada, límites definidos, etc.

#### **Partes de una Microcuenca**

**1. Área de Captación o Zona Productora de Agua.** Está conformada por las partes altas, es decir los sistemas montañosos que rodean las microcuencas, los cuales son de vital importancia para la conservación por las coberturas vegetales existentes que tiene como función la regulación hídrica.

**2. Área de Vertientes.** La conforman las partes medias de las montañas, cerros o colinas que rodean la microcuenca. En este sector afloran las aguas subterráneas filtradas a través del suelo y se pueden apreciar quebradas y arroyos bien conformados y de mayor caudal.

**3. Área de Confluencia o Zona Receptora de Agua.** Está conformada por las partes bajas de las montañas y las vegas de los ríos. En este sector se unen todas las quebradas, arroyos, riachuelos, en torno al río principal. Este último sigue su camino uniéndose a otro río o llegando directamente al mar.

### **1.2.2 Ecosistemas Lóticos**

Los ecosistemas lóticos (riachuelos, quebradas y ríos) son sistemas jerárquicos que se caracterizan principalmente por su movimiento en forma de corrientes dado por un sistema de drenaje conformado por una sucesión de efluentes que componen las macro-cuencas, microcuencas y las sub cuencas. “La forma en que se organiza la red de drenaje en el espacio es el resultado de la interacción de diferentes parámetros del medio físico (clima, relieve, geología, vegetación etc.) a la que llamamos los paisajes” (Vidal – Abarca et al.,1994).

Los sistemas lóticos dependen del equilibrio de agua que ingresa a través de procesos de la precipitación, la escorrentía, los afloramientos superficiales, la recarga de acuíferos y evapotranspiración. Cada uno de estos procesos difiere geográfica y estacionalmente, y dependen del clima de la zona (Roldán y Ramírez, 2008).

En el ecosistema lótico, la combinación de factores como velocidad de la corriente, tipo de sustrato y temperatura, así como el combinado de otros componentes biológicos como el contenido de nutrientes y tipo de vegetación acuática, permite encontrar una gran cantidad de microhábitats en un solo cuerpo de agua (Roldán Pérez, 2003); en el que se pueden desarrollar diferentes comunidades de zooplancton, fitoplancton, organismos bentónicos, neuston y neuston (Caupaz Flórez, 2006).

Es importante enfatizar que los artrópodos acuáticos han desarrollado una forma de vida especial y única, en la morfología, alimento y hábitat, adaptación y tolerancia debido a los nutrientes que son arrastrados a lo largo de un camino continuo del agua (Roldán Pérez, 2012). Debido a la adaptabilidad y cualidades específicas de estos organismos según su hábitat, pueden utilizarse como indicador biológico de la calidad del agua, ya que los cambios en sus características afectan directamente la supervivencia de estos organismos.

### **1.2.3 La Importancia de los Ríos**

Los ríos también son llamados fuentes de agua superficiales, por la diversidad e importancia de las funciones ecológicas que tienen, son ecosistemas importantes, como la retención de sedimentos, reciclaje de nutrientes, disponibilidad de hábitat y recursos nutricionales para el ecosistema. La contribución del sistema, la reposición del acuífero, ahorra la cantidad y calidad de los recursos hídricos (Anderson, 2011).

Además de las características de rápida turbulencia, alta oxigenación y gran cantidad de hábitats para los organismos acuáticos, estos organismos acuáticos son una parte esencial de su funcionamiento, y por proveer agua a la población para fines socioeconómicos (agricultura, ganadería, industria) y su uso recreativo y doméstico. Estas actividades desarrolladas en torno al río provocan alteración y deterioro de la calidad del agua del río, llevando a que se desarrollen sistemas de monitoreo que controlen la dinámica de sus aguas para evitar daños colaterales al ecosistema y la salud pública (Encalada et al., 2011).

#### ***1.2.4 Arthropoda***

El phylum artrópodo se compone de muchas especies e individuos, que sobrepasan a todos los otros grupos del reino animal. Esto significa que actualmente se conoce 1.6 millones de especies de animales, de las cuales el 75% de ellas (alrededor de 1,2 millones de especies) corresponden a artrópodos (Jordán Montés, 2012).

Los artrópodos son los organismos más exitosos de la evolución, conquistando el mar, las aguas dulces, el subsuelo, la superficie terrestre y el aire. Mediante una adaptación eficaz que han invadido y colonizando todos los hábitats (Jordán Montés, 2012).

## CLASIFICACIÓN

Se clasifican en tres grandes grupos: quelicerados (con quelíceros); antenados o mandibulados (con antenas y apéndices masticadores); y trilobites (extintos).

**Tabla 1.**

*Clasificación de Artrópodos*

Filo	Sub Filo	Súper Clase
<b>ARTRÓPODOS</b>	Quelicerados	Arácnidos
		Picnogónidos
		Merostomados
	Antenados o Mandibulados	Hexápodos
		Miriápodos
		Crustáceos
	Trilobites	Extintos

*Nota:* Clasificación de artrópodos en Sub Filo y Súper Filo. Fuente: (Jordán Montés, 2012).

### ***1.2.5 Artrópodos Acuáticos***

Los artrópodos acuáticos se pueden encontrar en dos tipos de ecosistemas de agua dulce: sistemas lóticos (ríos, riachuelos) y lénticos (lagunas, lagos), con gran diversidad, por lo que son el principal componente de estos ecosistemas acuáticos.

Son considerados artrópodos acuáticos aquellos que habitan en lecho fluvial (entre las piedras, plantas acuáticas, etc.) durante todo o parte de sus ciclos de vida relacionados con estos cuerpos de agua. Estos organismos forman capacidades de adaptación fisiológica y morfológicas únicas que les hacen exitosos en los ambientes acuáticos de agua dulce. Algunos pueden vivir en cualquier tipo de agua dulce sin importar cuán inhóspito sea el ambiente (Reese Voshell, 2002).

En los ecosistemas lóticos el componente principal son los artrópodos acuáticos, donde cumple una gran variedad de funciones en los procesos ecológicos y también son destacados como indicadores biológicos (Gutiérrez et al., 2013).

**Tabla 2.**

*Clasificación de Artrópodos Acuáticos*

Filo	SubFilo	Clase	Orden
ARTRÓPODOS	Chelicerata	Aráchnida	<i>Acari</i>
			<i>Decapoda</i>
	Crustácea	Malacostraca	<i>Isopoda</i>
			<i>Amphipoda</i>
			<i>Ephemeroptera</i>
	Hexápoda	Insecta	<i>Odonata</i>
			<i>Plecóptera</i>
			<i>Hemíptera</i>
			<i>Coleoptera</i>
			<i>Trichoptera</i>
			<i>Díptera</i>
			<i>Neuróptera</i>
			<i>Megaloptera</i>
			<i>Lepidóptera</i>
			<i>Himenóptera</i>
<i>Blataria</i>			

*Nota:* Clasificación de artrópodos acuáticos, con los órdenes más representativos en los ambientes acuáticos. Fuente: (Roldán Pérez,1998).

### ***1.2.6 Importancia de los Artrópodos Acuáticos***

Estos organismos, juega un papel importante en la red trófica de sistemas de agua dulce al acelerar la descomposición de detritos y contribuir al reciclaje de nutrientes (Wallace & Webster, 1996; Castellanos y Serrato, 2008). La actividad biológica de dichos organismos nos permite comprender la dinámica del sistema que habita, y realizar estudios basados en su taxonomía y distribución, proporcionando así información básica para comprender su ecología y su rol en el medio ambiente (Castellanos y Serrato, 2008).

Estos organismos acuáticos se utilizan como bioindicadores para estudiar la salud de los sistemas y la calidad de agua de los sistemas en los que viven. Algunas especies son muy sensibles a los cambios bruscos de hábitat provocados por la contaminación, modificación de su ecosistema, eventos climatológicos severos y por perturbaciones antropogénicas, por lo que la mayoría de ellas aparecen en aguas puras.

Por ejemplo, las perturbaciones antropogénicas pueden cambiar el ecosistema ribereño en gran medida y afectar directamente a la comunidad de artrópodos acuáticos, por lo que es buen indicador del impacto de las ciudades (Cuffney et al., 2013).

Cuanto más fuerte sea la tolerancia de los organismos, mayor será su uso como indicador biológico.

### ***1.2.7 Biología de los Artrópodos Acuáticos***

Los organismos acuáticos que habitan agua dulce tienen una gran variedad de adaptaciones, incluidas diferencias importantes en los ciclos de vida. Algunos grupos pasan todos o casi todos sus ciclos de vida en el agua. Por ejemplo, incluyen chinches (Hemiptera), la mayoría de los escarabajos (Coleoptera; aunque la pupa es generalmente terrestre), crustáceos. Sin embargo, los insectos Ephemeroptera, Odonata, Plecóptera, Megalóptera, Trichoptera, Lepidóptera y Díptera poseen adultos terrestres. En muy pocos grupos, como Dryopidae (Coleoptera) y Nematomorpha, solo los adultos son acuáticos.

El tiempo de desarrollo es muy variable, dependiendo de las especies y de factores ambientales, como la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento, y puede variar desde unas pocas semanas hasta varios años (Vásquez et al., 2009).

Generalmente, la aparición de adultos no tiene una estacionalidad muy obvia, como se da en zonas templadas con primavera y verano en los “univoltinos” o “semivoltinos” con uno o dos generaciones al año. A pesar de esto, Costa Rica todavía tiene poblaciones de insectos acuáticos con ciclos de vida semivoltinos, como *Euthyplocia hecuba* (Ephemeroptera) (Sweeney et al., 1995), y univoltinos, como *Cora marina* (Odonata). (Pritchard, 1996). Finalmente, algunos grupos migran a lo largo de los ríos e incluso entre los ambientes de agua dulce y de mar. Por ejemplo, especies de crustáceos decápodos requieren un ambiente marino para desarrollar el estadio larval y migran nuevamente hacia los ríos como juveniles.

### 1.2.8 Hábitat y Locomoción

Los organismos acuáticos pueden vivir en la superficie del agua, en el fondo o nadar libremente; recibiendo diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación.

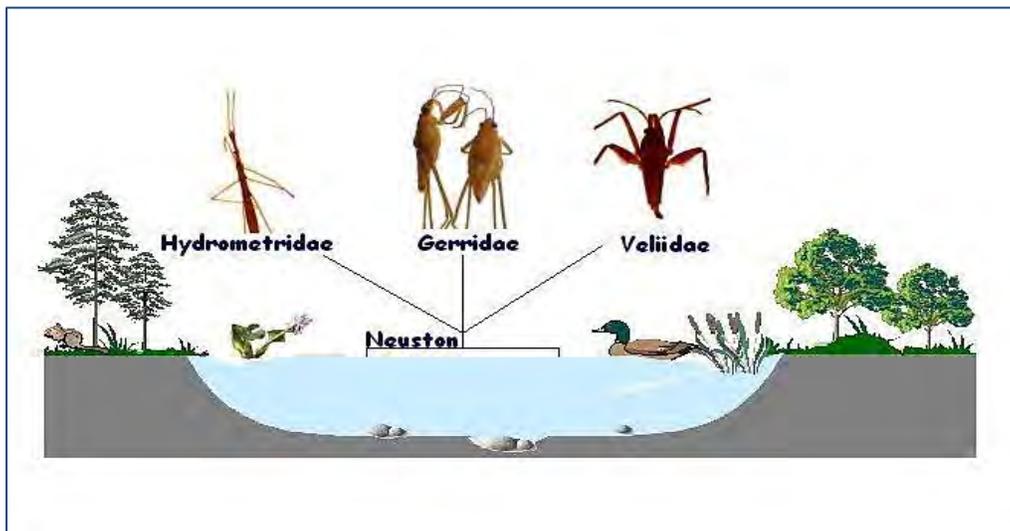
Los organismos de agua dulce se pueden clasificar basándose en donde se encuentran en el cuerpo de agua y su manera de moverse.

#### A. Neuston.

Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias Hydrometridae, Gerridae y Veliidae del orden Hemíptera (Roldán Pérez, 2012).

#### Figura 1.

Organismos Representantes del Neuston en un Ecosistema Acuático

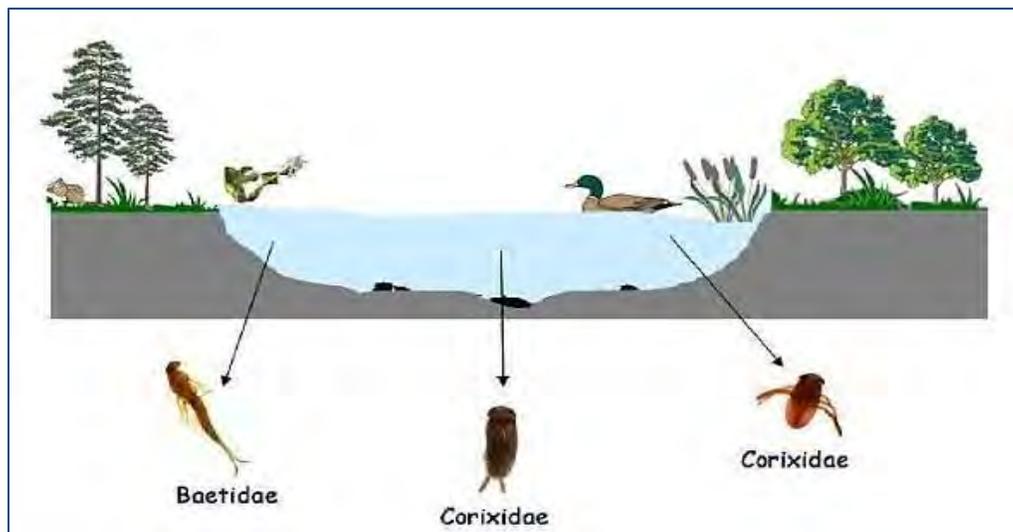


Nota: Familias representante del Neuston. Fuente: tomada de (Roldán Pérez,2012).

**B. Necton.** Se refiere a organismos que nadan libremente en el agua. Entre ellos se encuentran: Corixidae y Notonectidae del orden Hemíptera; Dytiscidae, Gyrinidae y Hydrophilidae del orden Coleoptera y Blatidae del orden Ephemeroptera (Roldán Pérez, 2012).

**Figura 2.**

*Organismos Representantes del Necton en un Ecosistema Acuático*



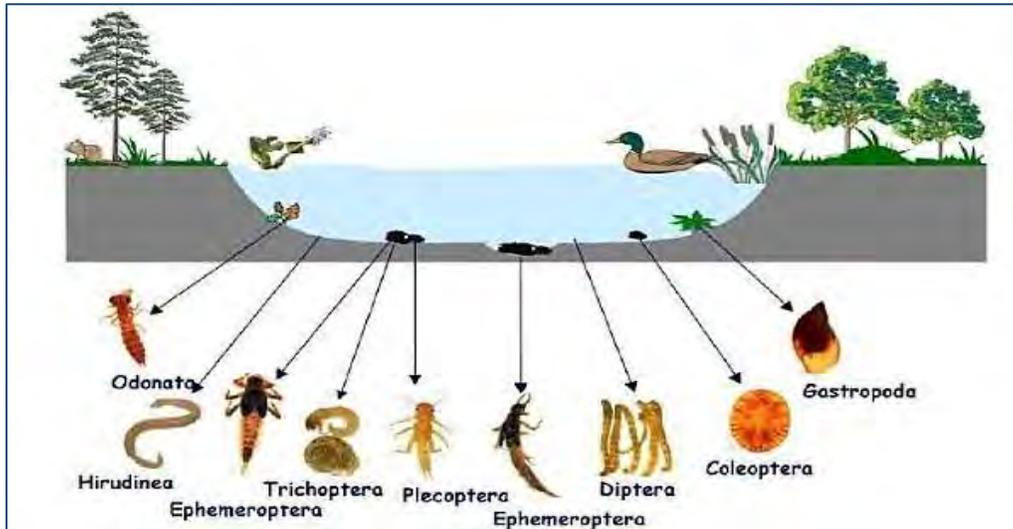
*Nota:* Órdenes representativos del Necton. Fuente: tomada de (Roldán Pérez,2012).

**C. Bentos.**

Se refiere a todos los organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, se encuentran adheridos a piedras, troncos, restos de vegetación y sustratos similares. Los principales órdenes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. También se pueden encontrar algunos enterrados en el fondo unos pocos centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae (Ephemeroptera). Otros organismos, como la familia Blephariceridae de Díptera, están fuertemente adheridos a rocas a través de un sistema de ventosas en el abdomen. Algunas especies pertenecientes al orden Odonata se encontraron adheridas a vegetación acuática emergente o sumergida (Roldán Pérez,2012).

**Figura 3.**

*Organismos Representantes del Bentos en un Ecosistema Acuático*



*Nota:* Órdenes representativos de Bentos. Fuente: (Roldán Pérez,2012).

### ***1.2.9 Adaptaciones de los Artrópodos a los Hábitats Acuáticos***

Un gran número de artrópodos viven una parte o su vida entera bajo el agua. En la totalidad de los órdenes de insectos más primitivos, los estados inmaduros pasan sus vidas en ambientes acuáticos, mientras que los adultos son aéreos o terrestres. Ciertos conjuntos de insectos, como determinados escarabajos de agua, además viven como adultos acuáticos (Merritt et al., 2008).

El hábitat (modo de locomoción, adherencia o encubrimiento) de cualquier taxón dado desempeña una profunda predominación o la inclinación y frecuencia de desplazamiento en cualquier hábitat acuático dado, responder a la corriente, deriva. Los insectos de arroyos permanecen precisamente adaptados para responder a la corriente, por ejemplo, por medio de maneras hidrodinámicas que facilitan nadar en el río, conducta sésil, o evitando el empuje primordial de la corriente por una forma corporal aplanado dorso ventralmente (Merritt et al., 2008). La inclinación a la deriva relacionada con el hábitat, lo cual es reflejado por la forma del cuerpo (expresado como la relación de altura a anchura) y también varios grupos funcionales de alimentación (Merritt et al., 2008).

### ***1.2.10 Clasificación por Categoría de Hábitats y Locomoción de Artrópodos Acuáticos***

Tomado de Merritt et al., (2008).

- 1. Buceadores.** Organismos que tienen un cuerpo hidrodinámico y patas traseras en forma de “remos” con pelos natatorios adaptados para nadar. Estas especies vienen a la superficie para obtener oxígeno, bucean y nadan para alimentarse; pueden aferrarse o gatear en objetos sumergidos tales como plantas. Por ejemplo, Corixidae - barqueros de agua (Hemíptera); adulto de Dytiscidae escarabajos buceadores depredadores (Coleoptera).

**Figura 4.**

*Artrópodos Acuáticos Buceadores*



Coleoptera Dytiscidae adulto



Hemiptera Corixidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos buceadores, Coleoptera [Fotografía], Fuente: (Ospino, 2016); Hemiptera [Fotografía], Fuente: (EducationQuizzes, 2017).

- 2. Nadadores.** Organismos que viven permanentemente sumergidos, adaptados para nadar como “pés” n háb t ts lot os y l nt os Dichos individuos comúnmente se aferran a objetos sumergidos, como por ejemplo piedras (lóticos) o plantas vasculares (lénticas). Ejemplos: Baetidae, Leptophlebiidae (Ephemeroptera); tienen un cuerpo hidrodinámico y un abdomen aplanado para impulsarse y nadar. La mayoría de ácaros Hydrachnidiaie tienen pelos natatorios en las patas.

**Figura 5.**

*Artrópodos Acuáticos Nadadores*



Ephemeroptera Siphonuridae



Ephemeroptera Leptophlebiidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos nadadores, Ephemeroptera [Fotografía], Fuente: (Jamdelarco, 2018); Leptophlebiidae [Fotografía], Fuente: (Sciencedirect, 2018).

- 3. Excavadores.** Diversos organismos acuáticos excavan y se entierran en los sedimentos finos de arroyos y lagos. Suelen tener muchas setas en la parte dorsal del cuerpo, la cabeza aplanada y patas delanteras son adecuadas para excavar. Ejemplificando, Ephemeridae, Polymitarcidae (Ephemeroptera) construyen túneles a modo de U, en lo que mientras que Gomphidae (Odonata), Chironomidae (Díptera), cangrejos y la mayor parte de almejas sencillamente se entierran.

### Figura 6.

*Artrópodos Acuáticos Excavadores*



Odonata Gomphidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos excavadores, Odonata [Fotografía], Fuente: (Discoverwildlife, 2016).

Varias especies ni siquiera excavadoras se entierran en fases jóvenes o como respuesta a condiciones de sequía. Varios invertebrados pequeños ni siquiera son excavadores activos, pero su pequeño tamaño (<1 mm) les permite vivir entre los granos de arena y en el fango.

- 4. Escaladores.** Organismos adaptados a vivir en las partes sumergidas de plantas acuáticas, con modificaciones para moverse verticalmente en superficies de tallos, aunque muchos de estos no se alimentan de la planta. Ejemplos: ninfas de Aeshnidae (Odonata), Belostomatidae (Hemíptera).

**Figura 7.**

*Artrópodos Acuáticos Escaladores*



Hemíptera Belostomatidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos escaladores, Hemíptera [Fotografía], Fuente: (Naturalista, 2011).

**5. Aferradores.** Organismos que habitan en corrientes fuertes, poseen las siguientes adaptaciones:

**Tabla 3.**

*Tipos de Adaptaciones de Organismos que Habitan en Corrientes de Agua*

<b>Adaptaciones</b>	<b>Descripción</b>
Conductuales (construcción de refugio fijo)	Usan seda para edificar casitas y refugios y pegarlas al sustrato, la cual además es empleada como cualquier “hilo seguro” para evitar que la larva sea arrastrada por la corriente. Por Ejemplo, Trichóptera, Lepidóptera y Díptera (Chironomidae).
Morfológicas (uñas largas y curvadas, aplanamiento dorso-ventral, agallas ventrales organizadas como una ventosa),	Estas adaptaciones sirven para agarrarse o sujetarse al sustrato. ✓ <b>Grandes ventosas.</b> Psephenidae (Coleoptera), Heptageniidae (Ephemeroptera). ✓ <b>Uñas largas y fuertes.</b> Adultos de Elmidae. ✓ <b>Ganchos en la punta del abdomen.</b> Trichoptera.

- 
- ✓ **Combinación de ganchos y sedas en la punta del abdomen.** Simuliidae.
  - ✓ **Ventosas en la parte ventral de su cuerpo.** Para adherir fuertemente a la superficie de las piedras. Algunas larvas de Blephariceridae y Psychodidae (Díptera).
  - ✓ **Cuerpo aplanado y las patas proyectadas lateralmente.** Esto ayuda a minimizar la resistencia al flujo del agua. Muchos Ephemeroptera y Plecóptera que viven en corrientes fuertes.
- 

*Nota:* Merritt et al. (2008,p.72). Roldán Pérez (2003, p.82).

### **Figura 8.**

*Artrópodos Acuáticos Aferradores*



Coleoptera Psephenidae



Ephemeroptera Heptageniidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos aferradores, Psephenidae [Fotografía], Fuente: (Wikipedia, 2018); Ephemeroptera [Fotografía], Fuente: (Watershed , 2009).

6. **Planctónicos.** Organismos que habitan en las zonas de aguas abiertas (estanques) es denominado por dos grupos de crustáceos: los Cladóceros y Copépodos. También hay un grupo de insectos que pueda flotar y nadar en aguas abiertas, pero generalmente flotan en la superficie para obtener oxígeno y comida, y se sumerge en agua cuando se alarman. Ejemplo: Culicidae (Díptera).

## Figura 9

### *Artrópodos Acuáticos Planctónicos*



Díptera Culicidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos Planctónicos [Fotografía], Fuente: (Lifeinfreshwater.net Jan Hamrsky, 2011).

- 7. Patinadores.** Organismos aptos para, “p t n r” n l sup r , ellos se alimentan como de organismos atrapados en la película superficial del agua (carroñeros). Ejemplo: Guerridae (Hemíptera).

## Figura 10.

### *Artrópodos Acuáticos Patinadores*



Hemiptera Guerridae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos Patinadores [Fotografía], Fuente: (Cappaert, 2018).

**8. Derribadores.** Organismos que habitan con menos corriente, se arrastran en la superficie de hojas flotantes de hidrófilas vasculares o sedimentos finos, usualmente con modificaciones para mantenerse en la cima del substrato y mantener la superficie de respiración libre de sedimento. Ejemplos: Caenidae (Ephemeroptera); Libellulidae (Odonata).

**Figura 11.**

*Artrópodos Acuáticos Derribadores*



Ephemeroptera Caenidae

*Nota:* Adaptado para artrópodos acuáticos Derribadores [Fotografía], Fuente: (EB, 2013).

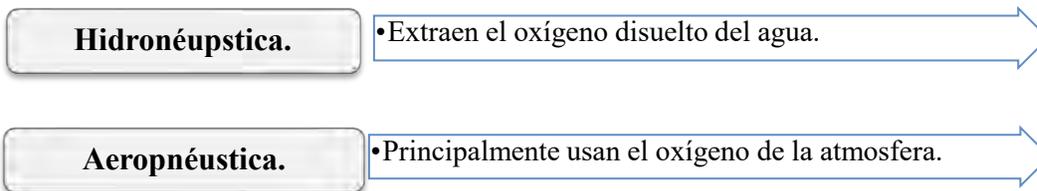
## 1.2.11 Adaptaciones y Comportamiento de los Artrópodos a la Vida Acuática.

### 1.2.11.1 Respiración de Artrópodos.

Los artrópodos acuáticos se han adaptado con el problema de respiración en varias formas, pueden dividirse en dos categorías: aeropnéustica e hidronéupstica (Williams & Felmate , 1992).

#### Figura 12.

*Categorías de Respiración de Organismos Acuáticos.*



Dado que la mayoría de los invertebrados acuáticos deben tomar el oxígeno disuelto en el agua, es importante que estos organismos tengan adaptaciones estructurales y fisiológicas que les permitan realizar este proceso. Por lo tanto, los problemas de contaminación que disminuyan los niveles de oxígeno en el agua, son letales para la mayor parte de organismos que ahí habitan (Roldán Pérez G. A., Bioindicación de la Calidad : Uso del método BMWP/Col., 2003).

#### 1. Respiración Hidropnéustica.

Se apoya en tomar el oxígeno disuelto en el agua por medio de la piel o de agallas filamentosas. Este tipo de respiración hace la mayor parte de los insectos acuáticos.

Muchos no tienen espiráculos funcionales, por lo que su distribución está limitada a hábitats de aguas bien oxigenadas. Básicamente, todos los insectos respiran cuticularmente, pero es posible dividirlos en grupos establecidos en varios tipos de órganos accesorios (agallas) para mejorar el proceso respiratorio (Williams & Felmate, 1992).

##### a. Órganos accesorios

**Las Agallas** son prolongaciones laminares en abdomen, las cuales sirven para aumentar el área respiratoria de su cuerpo. En muchas larvas, estas agallas ahora sirven como sitios primarios de respiración. Las agallas son de dos tipos básicos:

**Tabla 4.**

*Tipos de Agallas*

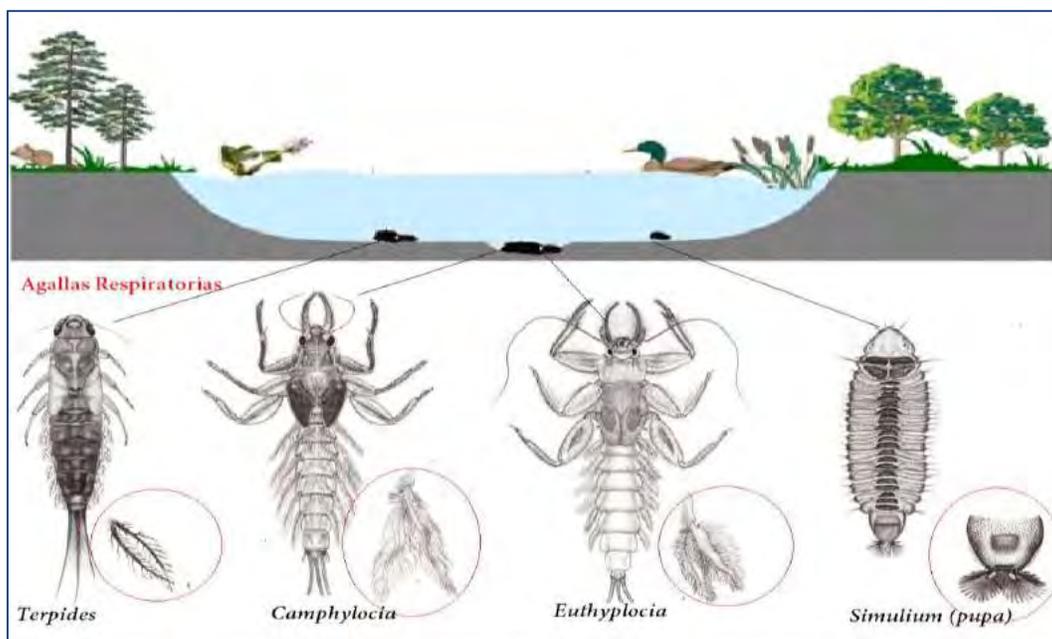
Tipos de Agallas	Ejemplos
Estructuras como lamina delgada plana comúnmente ricos en la tráquea.	Odonata (zigópteros).
Estructuras filamentosas que son más carnosas, las cuales pueden ser ramificadas y no necesariamente como consecuencia directa del sistema traqueal.	Plecópteros.

*Nota:* Tomada de Aquatic Insects (p.89). Fuente: (Williams D & Felmate B, 1992).

Se ha observado que ciertos organismos que viven en aguas con déficit de oxígeno, como las ninfas *Euthyplocia* y *Campylocia* (Efemerópteros), que viven enterrados en el fondo tienen agallas enormemente desarrolladas, como una compensación para una grande área de exposición y captación del poco oxígeno disponible. Las pupas de *Simulium* poseen espiráculos funcionales con una extensión torácica ramificada denominada agallas espiraculares, que les sirven para hacer la respiración aeropnéustica en caso de que el medio inicie a secarse (Roldán Pérez,2003).

**Figura 13.**

*Adaptaciones de Artrópodos Acuáticos para la Respiración Hidropnéustica*



*Nota:* Órdenes representantes con agallas respiratorias. Fuente: (Roldán Pérez, 2003).

## **b. Cuticularmente**

En larvas y pupas de pequeños insectos hidropnéuticos, como chironomidae, simuliidae y chaoboridae (además de collembola), el intercambio gases ocurre a través difusión general de la pared corporal. El aire de la tráquea contiene oxígeno y nitrógeno y, a medida que se consume el oxígeno de los tejidos, el oxígeno se difunde en el agua y se reemplaza. Estos restauran la relación oxígeno – nitrógeno en el aire traqueal.

Esta respiración cuticular es suficiente para proporcionar relativamente las pequeñas necesidades de oxígeno que necesitan los insectos. El sistema se puede hacer de manera más eficiente mediante los siguientes métodos:

- Usar un portador de oxígeno más efectivo en la hemolinfa (por ejemplo, algunos Chironomidae poseen hemoglobina) pero esto no se ha estudiado en profundidad.
- Expandiendo la red traqueal periférica solo bajo la cutícula (Williams & Felmate, 1992).

Los organismos hidropnéuticos son más comunes en corrientes de agua o con buena aireación aguas lénticas, donde la distribución está íntimamente relacionada con disponibilidad de oxígeno (Williams & Felmate, 1992).

## **2. Respiración Aeropnéutica.**

Estos insectos pueden dividirse en tres subgrupos según Williams & Felmate, (1992).

### **a. Respiradores de superficie que pueden permanecer en contacto con la atmósfera.**

Los insectos que están en contacto más o menos permanentemente con el aire, por ejemplo, las larvas de Syrphidae (Díptera), respiran a través de cualquier par de espiráculos ubicados en parte inferior de cualquier tubo de respiración telescópica. Los cabellos hidrofobicos al final del tubo mantienen los espiráculos abiertos y previenen que el agua ingrese. Gracias a estas estructuras pueden absorber directamente el oxígeno del agua y mantenerlos en contacto con el agua durante mucho tiempo (Williams & Felmate, 1992)

Tales organismos no servirán como indicadores de aguas desoxigenadas (Roldán Pérez, 2003).

### **b. Respiradores de superficie que periódicamente contactan la atmósfera.**

Los insectos que vienen periódicamente a la superficie para respirar incluidos larva y pupa de mosquito, larvas y adultos de escarabajos, y estadios maduros e inmaduros de muchas

hemípteras. Las larvas de algunos dípteros poseen un par de espiráculos en la punta del sifón esclerotizado (Williams & Felmate, 1992).

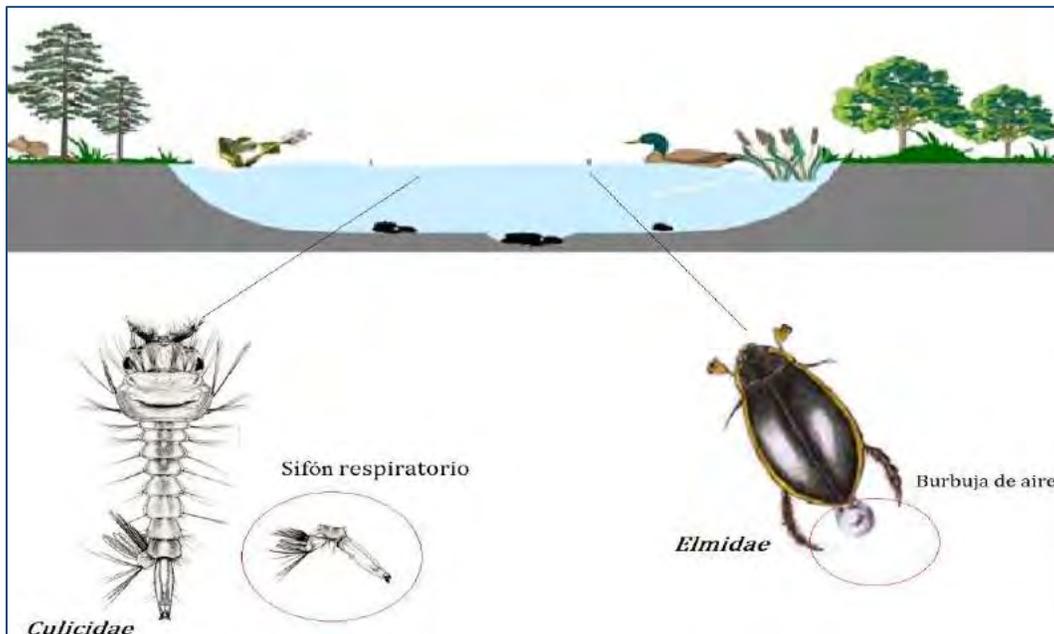
Otros organismos, como las familias Dytiscidae y Elmidae (Coleoptera), nadan hacia el área donde toman burbujas de aire, que conservan abajo de los élitros y les sirve de reserva de oxígeno durante varias horas. Los Hemípteros y Coleópteros poseen sus cuerpos cubiertos por escamas y pelos microscópicos que ni siquiera se humedecen, lo que les permite conservar secos los espiráculos y de esta forma tener constantemente una reserva de aire. Esta habituación radica de una composición ll m “Plastrón” (Roldán Pérez ,2003).

**c. Insectos que obtienen su oxígeno de los vapores de plantas vasculares acuáticas.**

Organismos como la familia Polymitarcidae (Efemerópteros), perforan los tallos esponjosos, donde se albergan durante mucho tiempo y absorben el oxígeno del aire allí acumulado (Roldán Pérez, 2003).

**Figura 14.**

*Adaptaciones de los Artrópodos Acuáticos para la Respiración Aeropnéustica*



*Nota:* Órdenes representativos con respiradores. Fuente: (Roldán Pérez, 2003).

### ***1.2.12 Hábitos Alimenticios***

Las características físicas del hábitat y el suministro de los recursos alimentarios determinan el comportamiento ecológico en la cadena trófica, es decir, la disponibilidad y transformación de los nutrientes determinan la existencia de organismos con diferentes mecanismos de alimentación (Grimaldo Vanegas, 2004).

El alimento de estos organismos acuáticos se puede originar de dos formas:

- A. Autóctono** (Material producido dentro del ecosistema acuático). Como diatomeas u otras algas, macrófitas, fitoplancton y restos de insectos acuáticos y peces.
- B. Alóctono** (Material que ingresa del exterior). Es la productividad primaria terrestre en formas de hojas, ramas, troncos, flores y frutos, y en menor proporción restos animales.

Existe gran diversidad de hábitos alimenticios en los organismos acuáticos. Donde se puede distinguir las siguientes categorías:

- 1.- **Los Herbívoros.** Organismos que se alimentan de plantas vasculares acuáticas o de algas filamentosas.
- 2.- **Los Carnívoros.** Organismos que alimentan de otros animales; la gran variedad de insectos acuáticos pertenecen a esta categoría.
- 3.- **Los Detritívoros.** Organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus), tanto de origen vegetal como de animal.
- 4.- **Los Omnívoros.** Organismos que se alimentan tanto de materia viva (fitoplancton y zooplancton) como de materia muerta.

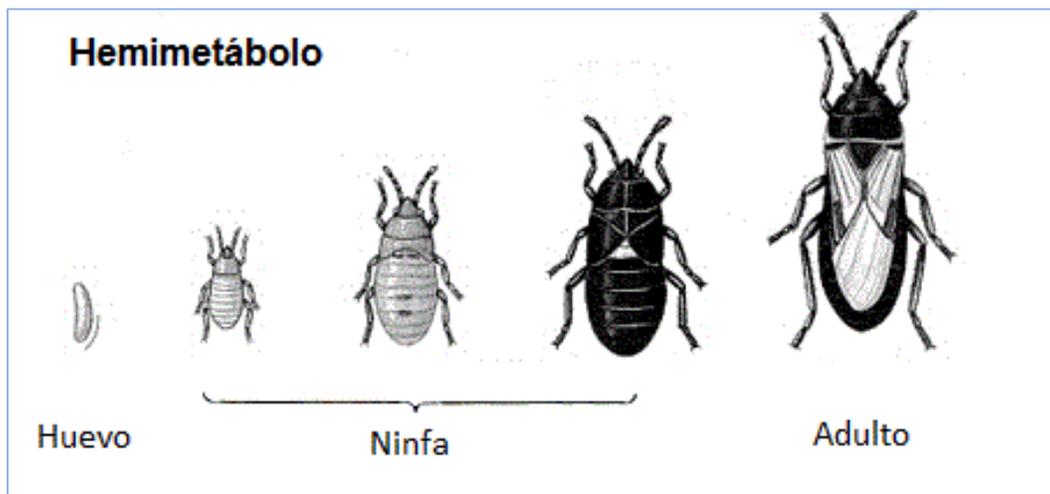
Es importante citar que el comportamiento alimenticio puede cambiar a través del ciclo de vida de estos organismos. Dentro de cada una de estas categorías se puede distinguir varios grupos funcionales, basados en su comportamiento alimenticio (Roldán Pérez, 1992).

### 1.2.13 Ciclos de Vida

- A. **Hemimetábolos:** (Desarrollo directo). Insectos con metamorfosis incompleta, pasando de los estadios de huevo, ninfa y adulto, las larvas viven en el agua y respiran a través de branquias, mientras que el adulto es de vida aérea. La forma juvenil se llama *Náyade* (ninfa acuática). Presenta hemimetabolía el Orden Odonata (libélulas y alzacolones) (Hanson et al., 2010).

**Figura 15.**

*Estadios Desarrollo Hemimetábolos (Directo)*

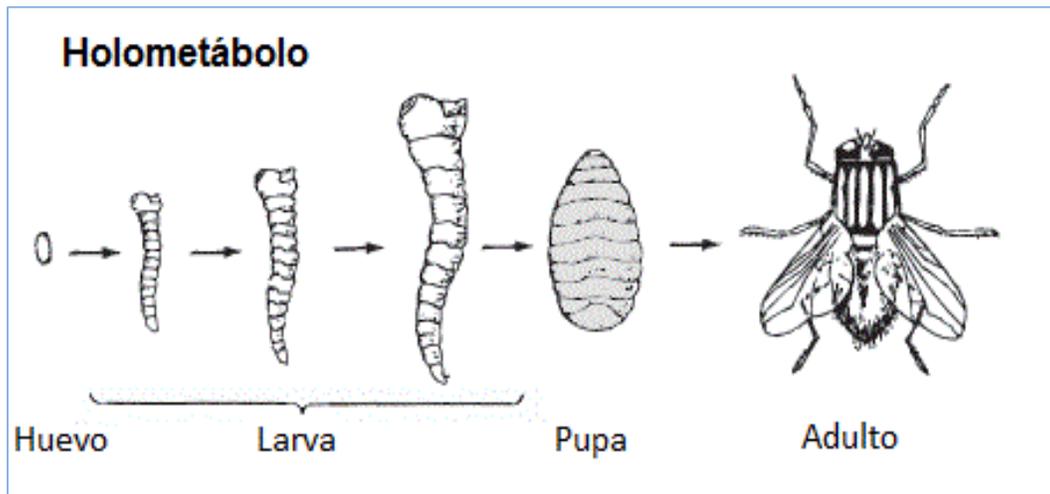


*Nota:* Estadios desarrollo directo de artrópodos acuáticos [Fotografía], Fuente: (Grubial, 2015).

- B. **Holometábolos:** (Desarrollo indirecto). Insectos con metamorfosis completa, pasando por huevo, larva, pupa y adulto, en los que las larvas muestran cierta similitud morfológica en todos sus estadios. Muestran holometabolía los insectos de los Órdenes Coleoptera (escarabajos, juanitas, vaquitas, cascarudos) y Díptera (moscas, mosquitos) (Hanson et al., 2010).

**Figura 16.**

*Estadios Desarrollo Holometábolo (Indirecto)*



*Nota:* Estadios desarrollo indirecto de artrópodos acuáticos [Fotografía], Fuente: (Grubial, 2015).

### 1.2.14 Principales Órdenes

**Ephemeroptera.** Ephemero = “Efímero”, ptera= “Alas”.

Son uno os omo “*moscas de mayo*” son insectos cosmopolitas, hemimetábolos (metamorfosis incompleta) y se considera el grupo más primitivo (Vásquez et al., 2009). Dichos organismos se pasan básicamente toda su vida, hasta un año, como ninfas acuáticas y solo viven como adultos unos escasos días hasta lograr alcanzar su apareamiento (Zuñiga y Rojas, 1995).

**Figura 17.**

*Orden Ephemeroptera*



*Nota:* Familia Baetidae representante del Orden Ephemeroptera. Fuente: (Roldán Pérez, 1996).

En el estadio acuático, por lo general viven en ríos con aguas limpias y bien oxigenadas. Solo unas pocas especies parecen ser capaces de resistir cierto nivel de contaminación. Generalmente,

se consideran indicadores de buena calidad del agua (Roldán Pérez, 1988). La mayoría de las ninfas permanecen adheridas a piedras, vegetación sumergida o troncos, una mínima parte de esta especie se hallan enterradas en fondos arenosos y otra parte habitan en la vegetación (Zuñiga y Rojas, 1995). Las ninfas son principalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de un gran variedad de algas y tejidos de plantas acuáticas (Flowers y de la Rosa, 2010), conforman una gran parte en la dieta alimenticia de los peces (Roldán Pérez, 1998).

Sin embargo, el estado adulto es de vida áerea, con alas anteriores triangulares y las alas posteriores reducidas o ausentes (Martinez Garcia, 2010), son efímeros porque viven un día, minutos, u horas, sin alimentarse hasta entonces de su apareamiento masivo, fecundación y muerte (Gutiérrez y Dias, 2015). Sus colores son bastante apagados, predominando amarillos y pardos (Mafla Herrera, 2005).

**Plecóptera.** Pleikein = “plegado o entrenzado”, pteron = “ala” “ l pl o ntr l z ”

Son conocidos como moscas de piedra, son insectos cosmopolitas, hemimetábolos (metamorfosis incompleta) (Gutiérrez Fonseca, 2010), son un grupo relativamente pequeño de insectos, los cuales han sido descritos como 3000 especies a nivel mundial, distribuidas en 16 familias y 286 géneros en cada familia. En América del Sur, hay 6 familias, 47 géneros y alrededor de 460 especies, entre las cuales las familias Perlidae y Gripopterygidae están ampliamente distribuidas (Froehlich, 2009).

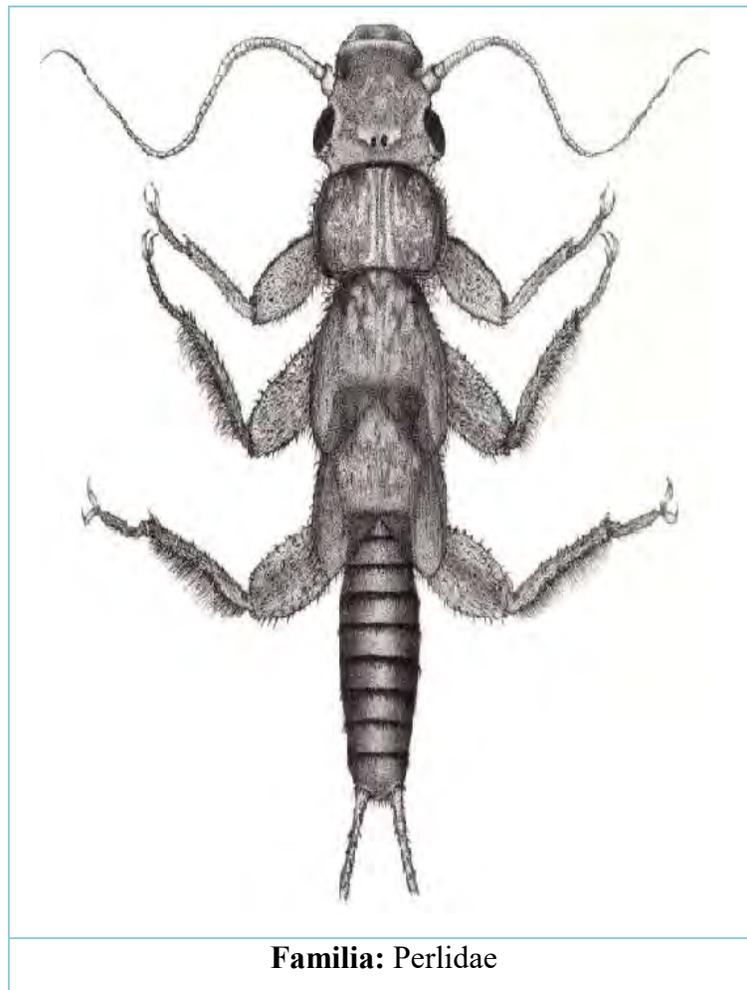
Los plecópteros se caracterizan por exponer sus estadios inmaduros (ninfas) totalmente acuáticos, y el desarrollo de las ninfas comprende a partir de 3 meses hasta diversos años dependiendo de las especies, sexo y condiciones del medio ambiente (Domínguez y Fernández, 2001). En cuanto a su alimentación, su dieta es variada y puede ser: herbívoras (plantas acuáticas, algas), detritívoras o carnívoras (insectos pequeños) (Albariño & Balseiro, 1998). Los Plecópteros viven en aguas rápidas, turbulentas, frías y bien oxigenadas, bajo las piedras, troncos, ramas y hojas. En algunos casos, se ha observado que son abundantes en arroyos con fondos rocosos, de corrientes rápidas y muy limpias, situados cerca de los 2000 m de altitud. Por lo tanto, son indicadores de aguas bastante limpias (Roldán Pérez, 1988).

Los plecópteros previos a alcanzar el estadio adulto pasan por sucesivas transformaciones anteriores a emerger del agua para hacer una vida adulta terrestre. Dependiendo de la especie, los adultos pueden ser diurnos y nocturnos, algunos frecuentan construcciones elevadas y varios están en la tierra o en las rocas cerca del agua. Aun cuando varias especies restringen sus

ocupaciones a la proximidad de los cuerpos de agua, otras tienen la posibilidad de volar lejos retornando después para depositar sus huevos. La longevidad varía entre las especies, a partir de pocos días hasta 5 semanas. La emergencia de los adultos tiene sitio casi todo el año y difiere en medio de las especies, dependiendo de la temperatura del agua, altitud y latitud (Domínguez y Fernández, 2001).

**Figura 18.**

*Orden Plecóptera*



*Nota:* Familia Perlidae representante del Orden Plecóptera. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

**Trichoptera.** Trichos = “pelos”, pteron = “ alas ” “ alarion pteron”.

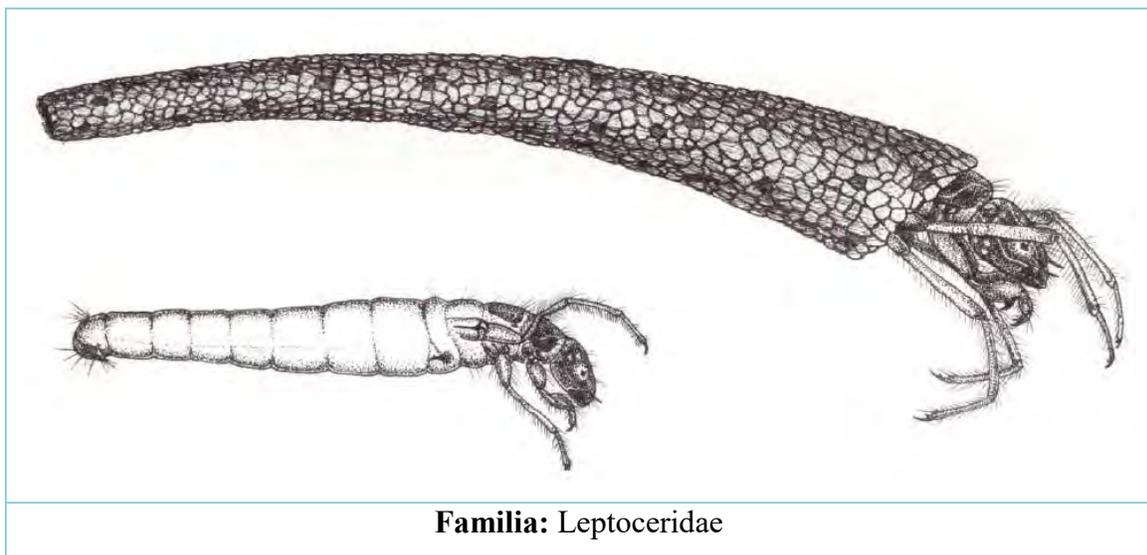
Los trichopteros comprenden insectos en los que la mayor parte de especies depende del medio acuático para su desarrollo.

Son insectos cosmopolitas, holometábolos (metamorfosis completa), pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto (terrestre). En la mayoría de las especies, el desarrollo larval pasa por 5 estadios y puede durar de meses a años, según las especies y los factores del medio ambiente. Los adultos se asemejan a pequeñas polillas con pelos en las alas en lugar de escamas (aunque hay excepciones), característica que le da el nombre al orden trichoptera (Springer, 2010).

La mayor parte de las especies viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal. Algunas especies viven en aguas tranquilas y quietas de ríos, por lo que pueden utilizarse como indicadores de la calidad de agua.

**Figura 19.**

*Orden Trichoptera*



**Familia:** Leptoceridae

*Nota:* Familia Leptoceridae representante del Orden Trichoptera. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

Los trichopteros tienen una característica especial, se basa en la construcción de casa de diferentes materiales y formas, estas son utilizadas como refugios y construidas en su estado larvario, los cuales sirven para la identificación de familias y géneros (Roldán Pérez, 1992).

Las larvas se alimentan del material vegetal y algas que encuentran en las rocas. Algunas larvas son enemigos naturales. Los estudios hasta ahora han demostrado que en climas fríos, los

trichopteros muestran una mayor diversidad y su desarrollo lleva de uno a dos años (Cortolima, 2006).

**Tabla 5.**

*Formas de Vida del Orden Trichoptera*

Formas de Vida	Familias	Imágenes
Formas de vida libre.	✓ Hydrobiosidae	
Constructoras de capullos en forma de estuche.	✓ Hydroptilidae	
Constructoras de capullos en forma de tubo.	✓ Leptoceridae ✓ Odontoceridae	 

*Nota:* Formas de vida de las familias mas representaivas del orden Trichoptera. Fuente: (Roldán Pérez,1992,1996).

**Coleoptera.** Koles = “ j o s t u h ” p t r o n = “ 1 ” .

Los coleópteros son los insectos con mayor diversidad, esto se debe a que viven en una amplia gama de hábitats acuáticos, incluyendo sistemas de aguas frías, de corrientes rápidas, aguas salobres, aguas estancadas entre otros (Merritt & Cummins, 1996).

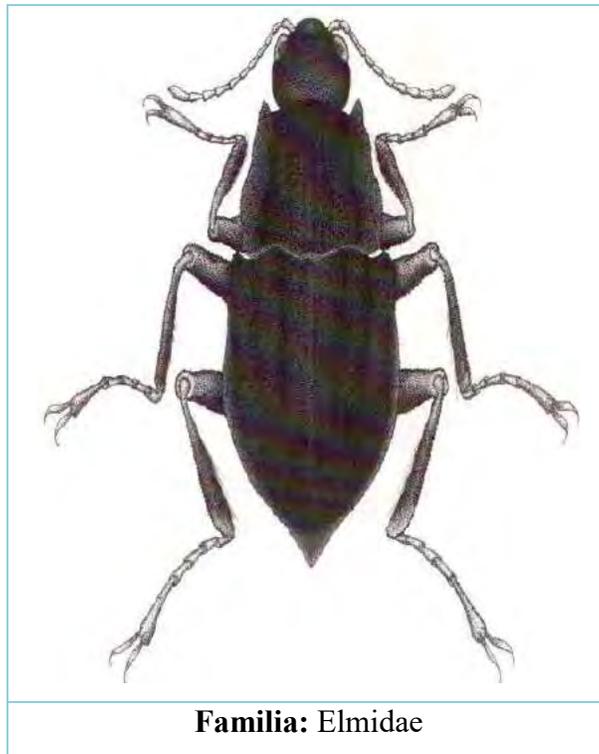
Los coleópteros son insectos holometábolos (metamorfosis completa), pero son completamente diferentes de los adultos y las larvas en morfología. Su ciclo de vida presenta un periodo que puede durar meses y años, dependiendo de la especie. Presenta cuatro fases de desarrollo: huevo - larva - pupa - adulto. Los huevos son depositados en la vegetación acuática, troncos en descomposición, en piedras o grava. Los huevos eclosionan cerca de 8 días después de ser puestos, las larvas pueden permanecer, hasta 60 días en condiciones de laboratorio (Por ejemplo. Elmidae), para luego transformarse en pupas y luego en adultos; durante este periodo el adulto pasa por un periodo corto de vuelo. Bajo condiciones naturales el ciclo de vida puede durar de 1 a 2 años (Roldán Pérez, 1998).

La mayoría de coleópteros acuáticos viven en los ríos y lagos. En los ríos hábitat en los sustratos más representativos (troncos, hojas en descomposición, gravas, piedras), en los lagos se encuentran principalmente en las zonas ribereñas, ya sea en la superficie o en vegetación. Por lo que estos organismos son característicos de aguas limpias con altas concentraciones de oxígeno y temperaturas medias (Roldán Pérez, 1988).

Los coleópteros acuáticos son cosmopolitas y algunos se encuentran en regiones templadas de los trópicos (Roldán Pérez, 1996).

**Figura 20.**

*Orden Coleoptera*



**Familia:** Elmidae

*Nota:* Familia Elmidae representante del Orden Coleoptera. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

**Díptera.** Di = “ os”, Pteron = “ las”.

Los dípteros acuáticos constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, más abundante y distribuidos en todo el mundo. Es considerado el grupo más evolucionado, junto con trichoptera y lepidóptera.

Los dípteros acuáticos son insectos holometábolos (metamorfosis completa). Las hembras suelen poner sus huevos bajo el agua adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por el tercer o cuatro estadios; su ciclo de desarrollo puede ser de una semana (Simuliidae) o de un año (Tipulidae). La característica más importante de las larvas es que no tienen patas torácicas. El cuerpo es blando y cubierto de cerdas, espinas apicales o extensiones en forma de ganchos, que facilitan el movimiento y la adherencia a la base. El color es amarillo pálido blanco o negro (Roldán Pérez, 1998).

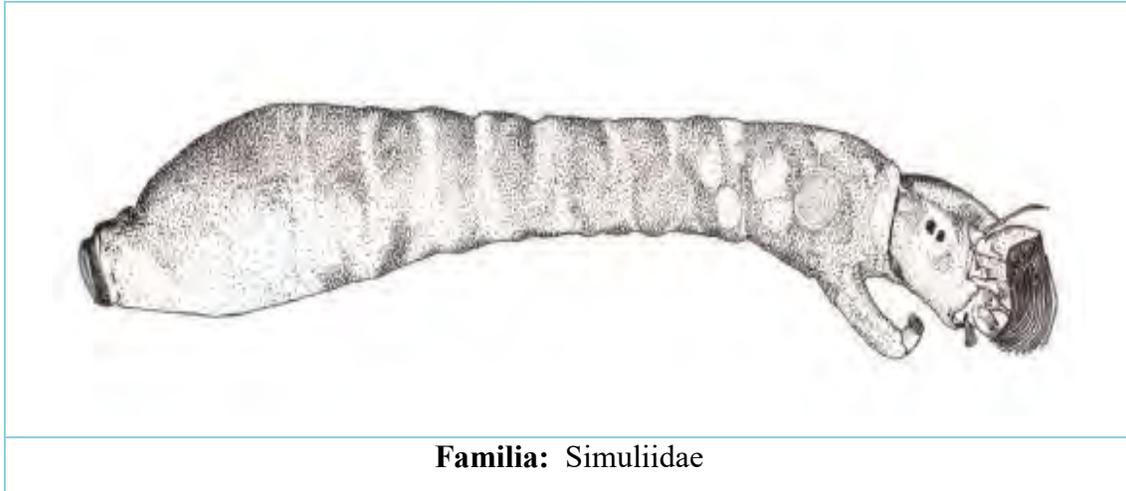
Los dípteros viven en una gran variedad de hábitats, como ríos, arroyos, lagos, depósitos de agua, brácteas de muchas plantas, árboles viejos e incluso cuevas costeras. La familia Simuliidae

es representante de agua limpia y especies en aguas contaminadas la familia Tipulidae y Chironomidae.

En cuanto a su alimentación, también es variada; unos son herbívoros en tanto que otros carnívoros, son cosmopolitas (Roldán Pérez, 1998).

**Figura 21.**

*Orden Díptera*



*Nota:* Familia Simuliidae representante del Orden Díptera. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

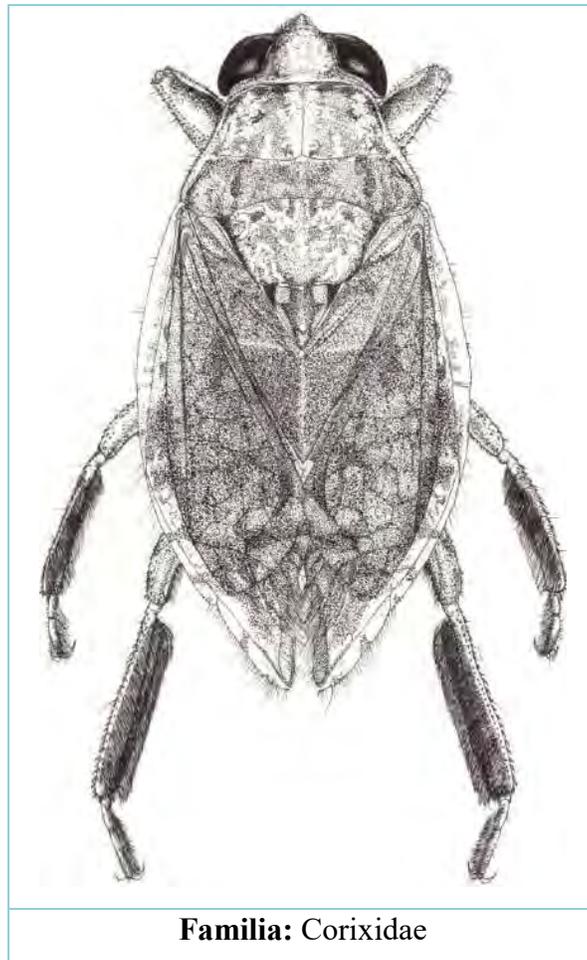
**Hemíptera.** H m = “m t ” pt r on = “ l ”.

Los hemípteros pertenecientes al suborden heteróptera, son las principales formas dulceacuícolas, aun unas pocas viven en océanos y otras tiene la posibilidad de sobrevivir en aguas salobres (Roldán Pérez, 1988).

Los hemípteros denominados “ h nches de u ” s r t r z n por tener partes bucales a modo probo s “p o” Son ns tos hemimetábolos (metamorfosis incompleta), pasando por huevo, ninfa y adulto. Los huevos son depositados sobre el sustrato, suelo, plantas y sobre el dorso de los machos (Corixidae) hemíptera (Roldán Pérez, 1988).

**Figura 22.**

*Orden Hemiptera*



*Nota:* Familia Corixidae representante del Orden Hemiptera. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

La respiración ni siquiera es exclusivamente acuática, por consiguiente, disponen de variadas adaptaciones para tomar el oxígeno del aire, como tubos anales, canales abdominales y reservorios dorsales donde permanecen localizados los espiráculos.

Los hemípteros se encuentran en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son recurrentes en lagos, ciénagas y pantanos. Varias especies resisten cierto nivel grado de salinidad y las temperaturas de las aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y tierra. Son cosmopolitas y se conocen alrededor de 3000 especies alrededor del mundo (Roldán Pérez, 1998).

**Odonata.** Odonatos = “ libélulas”.

El orden odonata pertenece a los grupos de insectos reconocidos, los adultos son de colores llamativos en lo que las larvas son de colores opacos.

Los odonatos viven en pozos, pantanos, lagos y corrientes poco profundas; generalmente está rodeado por una cantidad de plantas acuáticas emergentes o sumergida. Viven en aguas limpias (Roldán Pérez, 1998).

Los odonatos son insectos hemimetábolos (metamorfosis incompleta), sus larvas son acuáticas, dependiendo de su especie y clima, su desarrollo adulto toma de 3 meses a 3 años. La mayor parte de los odonatos ponen sus huevos en agua o cerca de ella de distintas modalidades. Ciertos son introducidos entre la vegetación acuática o árboles en descomposición; otros pueden ser depositados en cualquier objeto bajo la superficie del agua, o introducidos en el barro húmedo cercano a la orilla del agua (Ross, 1981).

Las hembras de muchas especies se sumergen en el agua y esta desprende los huevos situados en el extremo del abdomen. Otras se arrastran bajo el agua para depositar sus huevos. La especie más pequeña de ninfa alcanza la madurez en un año. En la situación de las especies más grandes, el desarrollo puede llevar de 2 a 4 años. La hibernación avanza en estado ninfal. Una vez que la ninfa ha completado su desarrollo, esta se arrastrará fuera del agua y se adherirá a palos, tallos u otros objetos hasta realizar la última muda. Los adultos recién emergidos se endurecen y colorean con relativa lentitud, varios de ellos necesitan de 1 a 2 días para terminar el proceso (Roldán Pérez, 1998; Ross, 1981).

**Figura 23.**

*Orden Odonata*



*Nota:* Familia Libellulidae representante del Orden Odonata. Fuente: (Roldán Pérez,1996).

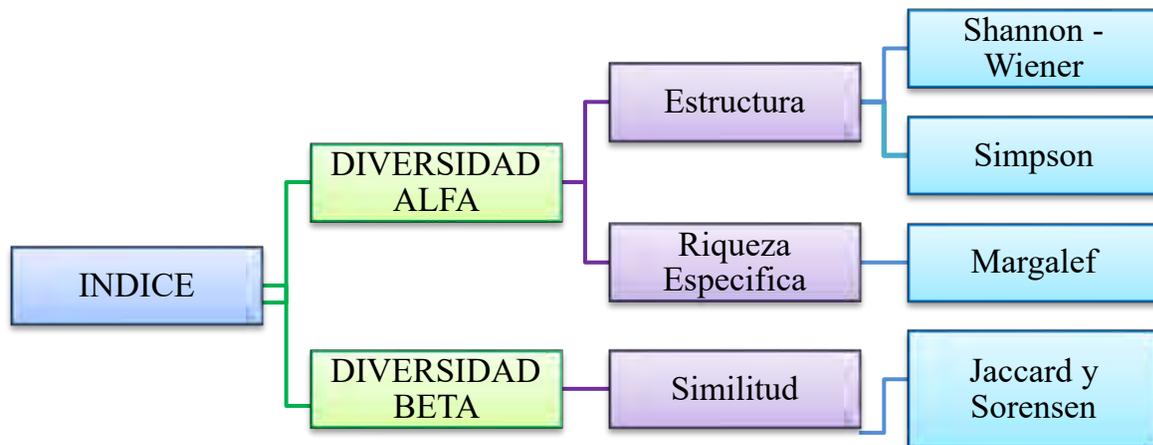
Las ninfas y adultos son carnívoros. Se alimentan de larvas de otros insectos, pequeños crustáceos, e incluso de peces pequeños. Tienen un labio protráctil con ganchos en su extremo, el cual empuja hacia delante para capturar a sus presas. Se camuflan adaptando su color al medio ambiente donde se encuentra (Roldán Pérez,1988).

### 1.2.15 Diversidad

El concepto de diversidad hace referencia a la variedad de especies que se muestran en una dimensión espacio-temporal definido, resultante de conjuntos de relación entre especies que se integran en un “proceso de selección, adaptación mutua y evolución, en un marco histórico de variaciones medioambientales locales. En dicho marco, estas especies componen una estructura compleja, en la que cada elemento expresa una abundancia dependiente de los elementos restantes” (Magurran, 2004).

**Figura 24.**

*Clasificación de Índices de Diversidad*



*Nota: Índices que se utilizaron en presente trabajo de investigacion.*

### 1.2.16 Índices de Diversidad

Este tipo de índices utilizan tres componentes de la estructura de la comunidad para describir su respuesta frente a la calidad del ambiente: riqueza (número de especies presentes), equitatividad (uniformidad en la distribución de organismos por especie) y abundancia (número total de organismos presentes). (Metcalf, 1989; Smith & Smith, 2001). Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies.

### 1.2.16.1 Diversidad Alfa.

Se refiere a la diversidad local, a nivel de especies.

#### **Estructura.**

#### **Índice de equidad Shannon-Wiener H' (1963).**

El índice de diversidad de Shannon – Wiener 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 (Magurran, 2004 citado en Moreno, 2001). Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Dónde:

**H'** = Índice de Shannon-Wiener.

**P<sub>i</sub>** = Abundancia relativa, es igual a (**n/N**).

**n<sub>i</sub>** = Número de individuos por especie en una muestra de una comunidad.

**N** = Número total de individuos en una muestra de una comunidad.

**Ln** = Logaritmo natural.

Este índice en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se considera bajo.

#### **Tabla 6.**

*Rango Índice de Equidad Shannon - Wiener H'*

<b>Rango</b>	<b>Diversidad</b>
0 - 1.5	Baja
1.6 - 3	Media
3.1 - 5	Alta

*Nota:* (Magurran, 2004 citado en Moreno, 2001)

### **Índice de Dominancia - Simpson (1949).**

Este tipo de índice tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ . Aunque a veces también se encuentra con el símbolo **D** (Magurran, 2004; Lande R, 1996 citado en Moreno, 2001). Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$\lambda$  = Índice de dominancia de Simpson.

$P_i$  = Resulta de dividir ( $n/N$ ).

Este índice discrimina relativamente las especies poco abundantes y brinda mayor significación a las dominantes. Sus valores de este índice está comprendido entre 0 y 1, donde 0 (menor dominancia) y 1 (mayor dominancia) (Moreno, 2001).

### **Riqueza Especifica.**

#### **Índice de Margalef (1958).**

Transforma el número de especies por muestra a una proporción en la que las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S = k\sqrt{N}$  donde k es constante (Magurran, 1988 citado en Moreno, 2001). Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula:

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

$DMg$  = Índice de riqueza Margalef.

$S$  = Número de especies.

$\ln$  = Logaritmo natural.

$N$  = Número total de individuos.

Los valores de este índice varían desde cero a mayor a 2, donde los valores iguales a 0, representan que hay una sola especie dominante y los valores cercanos a 1, son los que presentan mayor diversidad de especies.

#### 1.2.16.2 **Diversidad Beta.**

Es el grado de cambio en diversidad (de especies) a lo largo de un transecto o entre hábitats.

#### **Índices de Similitud de Jaccard y Sorensen (1908).**

Estos índices miden la similitud que hay entre una especie y otra en un determinado lugar, es decir, la presencia o ausencia de los organismos (Moreno, 2001). Dichos índices son calculados mediante las siguientes fórmulas.

Es un método de diversidad beta, ya que calcula la variedad de especies entre algunos ecosistemas en función de las especies compartidas entre sitios.

---

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

---

Dónde:

**a** = Número de especies presentes en el sitio A.

**b** = Número de especies presentes en el sitio B.

**c** = Número de especies compartidas por ambos sitios A y B.

Su valor puede oscilar entre 0 y 1, siendo 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios y 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

### **1.2.17 Índices Bióticos**

Los Índices Bióticos permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Dichos índices asocian a las taxas presentes (familia, género, especie) con un valor numérico según su nivel de tolerancia. “Los más tolerantes reciben un valor numérico menor y los más sensibles un valor numérico mayor, la suma de todos estos valores indica la calidad de ese ecosistem ” (Badii et al., 2005; Metcalfe, 1989).

El valor numérico obtenido expresa el impacto de la contaminación sobre una comunidad biológica y está con base en la función de los organismos de reflejar las características o condiciones del medio ambiente del medio en el que se encuentran. Este valor, a su vez es utilizado en conjunto con la riqueza taxonómica(índices cualitativos) o en combinación con las abundancias relativas (índices cuantitativos) para llegar a un valor final del índice (Springer, 2010).

La mayoría de los índices bióticos se crearon para su uso en áreas geográficas específicas y, posteriormente, mediante las listas de taxones y los valores de sensibilidad, se adaptaron a otras áreas. Generalmente, para lograr hacer los índices bióticos, se necesita realizar un inventario de las especies presentes en el sitio de análisis, de la forma más específica posible, esto actualiza los conocimientos taxonómicos y de estructura sobre la fauna acuática, que en algunos grupos no se conocía (Burillo Borrego, 1997).

La mayor diferencia entre índices bióticos y los índices físico y químicos es que los primeros pueden indicar con precisión el estado a largo plazo del agua y tiempo preciso por la duración del periodo de vida de cada individuo o el tamaño de colonia, entre otras características, sin embargo no permite, identificar los contaminantes existentes, por lo cual su utilización es complementaria y no similar a los índices físico y químicos (Naranjo y López, 2007).

#### **1.2.17.1 Índice Biótico Andino (ABI).**

Existen diversas adaptaciones mundiales Biological Monitoring Working Party (BMWP) de este índice creado en primer lugar por Hellawell (1978) para los ríos de Gran Bretaña. Dentro de una de las modificaciones tenemos al Índice Biótico Andino (ABI) que es una adaptación para ríos de la zona de los Andes con altitudes mayores a 2000 msnm, que cuenta con una lista taxonómica de macroinvertebrados para esta zona (Cota et al.,2002; Rios – Toluma et al., 2014).

El ABI consiste en asignar un valor numérico entre 1 y 10 a cada familia registrada durante procesos de muestreo, dependiendo de su grado de tolerancia a la contaminación. En esta escala, los valores son 1 (familias más tolerantes) y 10 (familias intolerantes).

**Tabla 7.**

*Puntuaciones del Índice Biótico Andino - ABI asignadas a las familias de Artrópodos Acuáticos*

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Turbellaria	Planariidae	5
Hirudinea		3
Oligochaeta		1
Gasterópoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
	Lymnaeidae	3
	Planorbidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Amphipoda	Hyalellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
	Leptohyphidae	7
	Oligoneuriidae	10
Odonata	Aeshnidae	6
	Gomphidae	8
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	6
	Calopterygidae	8
	Polythoridae	10
Plecóptera	Perlidae	10
	Gripopterygidae	10
Heteróptera	Veliidae	5
	Gerridae	5
	Corixidae	5
	Notonectidae	5
	Belostomatidae	4
	Naucoridae	5
Trichoptera	Helicopsychidae	10
	Calamoceratidae	10
	Odontoceridae	10
	Leptoceridae	8

	Polycentropodidae	8	
	Hydroptilidae	6	
	Xiphocentronidae	8	
	Hydrobiosidae	8	
	Glossosomatidae	7	
	Hydropssychidae	5	
	Anamalopsychidae	10	
	Philopotamidae	8	
	Limnephilidae	7	
Lepidóptera	Pyalidae	4	
Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
	Lampyridae	5	
	Psephenidae	5	
	Scirtidae(helodidae)	5	
	Staphylinidae	3	
	Elmidae	5	
	Dryopidae	5	
	Gyrinidae	3	
	Dytiscidae	3	
	Hydrophilidae	3	
	Hydraenidae	5	
	Díptera	Blepharoceridae	10
		Simuliidae	5
Tabanidae		4	
Tipulidae		5	
Limoniidae		4	
Ceratopogonidae		4	
Dixidae		4	
Psychodidae		3	
Dolichopodidae		4	
Stratiomyidae		4	
Empididae		4	
Chironomidae		2	
Culicidae		2	
Muscidae		2	
Ephydridae		2	
Athericidae		10	
Syrphidae		1	

*Nota:* Propuesta del Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de los ríos Andinos y su Aplicación a cuencas en Ecuador y Perú. (Acosta R, Rios B, Rieradevall M y Pratt N. (2009).

La suma de los valores obtenidos de cada una de las familias encontradas en un sitio determinado es igual al puntaje ABI total, que es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Roldán, 2003; Rosero y Fossati, 2009).

**Tabla 8.**

*Clases de Estado Ecológico Según el ABI en el Perú*

<b>Rangos</b>	<b>Estado Ecológico</b>
> 74	Muy Bueno
45 - 74	Bueno
27 - 44	Moderado
11 -26	Malo
< 11	Pésimo

*Nota: Rango para la Calidad del Agua (Acosta et al., 2009).*

La principal ventaja de usar el índice ABI es que puede usar a los organismos acuáticos como indicadores de calidad de agua, basados en información taxonómica a nivel de familia. Además, el método requiere solo datos cualitativos, (27 de familias están presentes o ausentes), lo que lo convierte en una alternativa económica y sencilla que casi no requiere inversión de tiempo (Roldán Pérez, 2003).

### ***1.2.18 Parámetros Físico y Químicos***

La relación que se crea en los factores ambientales como el sustrato, la profundidad, la vegetación acuática, la altitud y la velocidad de la corriente en cuerpo de agua dan lugar a una serie de propiedades fisicoquímicas en el medio acuático, como la temperatura del agua, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y el pH (Vidal et al.,1994).

Los organismos acuáticos mantienen un estrecho contacto con los parámetros físico y químicos del agua, que a su vez determinan el desarrollo de los organismos acuáticos.

Los parámetros a medir en cada punto de muestreo fueron: La temperatura de agua (°C), oxígeno disuelto (mg/l) se realizó *in-situ*, mientras el potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{m}$ ), y sólido disueltos totales han sido realizados en el Laboratorio. Son constantemente las variables a las cuales son susceptibles los organismos (Roldán y Ramírez, 2008).

La importancia de la toma de estos parámetros físicos y químicos es que estos permiten comparar los resultados obtenidos con la artropofauna acuática colectada en el ecosistema acuático. Todas estas mediciones se realizaron antes de la toma de muestras biológicas.

#### **Temperatura.**

“La temperatura del agua regula en forma directamente la concentración de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos vitales relacionados, como el crecimiento, la maduración y la reproducción” (Baron & Poff, 2003).

La temperatura del agua tiene una gran importancia porque los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir (organismos estenotérmicos y euritérmicos) (Roldán y Ramírez, 2008). Este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores como el pH, el OD, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

La temperatura cuando aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto ocasionando la muerte de especies acuáticas, especialmente peces (Goyenola, 2007).

#### **Potencial de iones hidrógeno pH.**

Es una expresión del carácter ácido o básico de un sistema lótico, determinada por el número de iones de hidrógeno presente. Según (Prieto, 2004). Las aguas con pH menor de 7.0 indican tendencia hacia la acidez, mientras que un pH mayor de 7.0 muestra una tendencia hacia la alcalinidad.

El pH tiene una influencia importante en procesos biológicos y químicos. Para cada tipo de organismos existe un intervalo de pH óptimo para su desarrollo, pequeñas variaciones de pH afectan y pueden resultar letales en las comunidades acuáticas (flora - fauna), limitar la posibilidad de vida acuática y muchos usos de agua (SENAMHI, 2007).

La mayoría de los organismos acuáticos se desarrollan en un pH de 6 a 8,5; rango que también es el requerido para el agua de consumo humano (MINAE, 2003), los valores extremos de este parámetro afectan la preservación de la vida acuática y la salud humana (Pérez López, 2016).

Lo mejor es que el pH se determina In situ. Debido a su simplicidad y precisión, el método de medición utilizado es el electrométrico (SENAMHI, 2007).

### **Oxígeno Disuelto (OD).**

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en agua que es esencial para los ríos y lagos saludables (Mitchell et al., 1991). El oxígeno en agua proviene principalmente de la mezcla del agua mediante la difusión del aire ocasionada por el viento (oleajes, saltos y rápidos), por lo que su contenido de oxígeno disuelto es muy bajo en ríos de baja velocidad o velocidad cero. Otra fuente de oxígeno disuelto es la fotosíntesis de las plantas acuáticas (eliminan dióxido de carbono y lo reemplazan con oxígeno) (SENAMHI, 2007).

La importancia del oxígeno en el agua es esencial para la vida acuática (flora – fauna), por ello las disminuciones repentinas o graduales del oxígeno disuelto producen cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos ocasionando: muerte de adultos y jóvenes, reducción en el crecimiento huevecillos y larvas, por lo que con lleva a la reducción de las poblaciones existentes en sistemas acuáticos. Algunas especies no requieren altos niveles de oxígeno disuelto, como el bagre, los gusanos y las libélulas. Otras especies requieren niveles elevados de oxígeno disuelto como mosca de piedra y la trucha (Bejumea y Wills, 2007).

En términos generales, un nivel alto de OD es indicador agua de mejor calidad, si los niveles de OD son demasiados bajos es un indicador que su calidad es baja y que además presenta desventajas para los organismos acuáticos que no poseen la habilidad para adaptarse a esas condiciones (Navarra, 2006).

El oxígeno disuelto puede ser alterado por la temperatura, puesto que en agua fría puede guardarse más oxígeno en ella, que el agua más caliente, es una relación inversamente proporcional (Goyenola, 2007). También existen otros parámetros como la salinidad y la altitud que altera el OD del agua (Navarra, 2006).

Una forma sencilla de estimar este parámetro es medir la conductividad del agua. Debido a que existe una relación directa entre estos dos parámetros, la conductividad puede medir la cantidad total de iones presentes en agua, y para algunos iones, el total de sólidos disueltos se refiere al total de concentraciones de minerales (Roldán Pérez, 2012).

### **Conductividad eléctrica.**

Es la capacidad que tiene el agua para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la concentración de sustancias ionizadas que se encuentran disueltas en el agua, además de otros parámetros como la temperatura y a su vez se encuentra relacionada con la concentración de sólidos disueltos (Romero Rojas, 1996). Su importancia nos permite verificar rápidamente los cambios en el contenido de sales disueltas en el agua superficial y estimar cuantitativamente los sólidos disueltos totales (TDS) en muestras de agua. De manera similar, los cambios en la conductividad pueden indicar la intrusión de agua salada u otras fuentes de contaminación (SENAMHI, 2007).

El agua dulce tiene impurezas naturales, incluida la sal o minerales en el agua, que no siempre se pueden ver u oler. El río, al estar en contacto con las rocas y el suelo, genera que algunos minerales se disuelven en él. Otras impurezas llegan hasta (Navarra, 2006), este cuerpo de agua por medio de escorrentía o por el vertimiento de aguas residuales. Si el agua contiene altas cantidades de sales disueltas, puede ser nocivo usarlo para el riego de cultivos.

### **Sólidos Disueltos Totales.**

La materia contenida en el agua se define como sólidos totales, que incluye tanto sólidos orgánicos o volátiles como inorgánicos y fijos, todos estos sólidos son producidos por la acción solvente del agua después de actuar sobre ellos.

Un alto contenido de sólidos totales puede causar una mala calidad del agua y problemas de equilibrio hídrico para ciertos organismos. Cuando la concentración es baja, limitará el crecimiento de organismos acuáticos o limitará la existencia de ciertos organismos (Mitchell et al, 1991). La principal fuente de sólidos totales es la erosión del suelo provocada por la deforestación, que provocará la pérdida de cobertura vegetal, aumentará la carga de sedimentos especialmente inorgánicos y el aporte de aguas residuales (Kiely y Veza, 1999).

## CAPITULO II

### ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La microcuenca del río Chocco nace en las serranías de Vilcaconga y drena hacia el río Huancaro. El sector que presenta peligro de inundaciones son las áreas adyacentes al río de la comunidad Campesina Chocco.

##### ***2.1.1 Ubicación Política***

El presente estudio se realizó a lo largo de la microcuenca del río Chocco, desde su cabecera hasta su desembocadura donde drena hacia el río Huancaro.

Región: *Cusco*

Provincia: *Cusco*

Distrito: *Santiago*

Comunidad: *Chocco*

Microcuenca: *Chocco*

##### ***2.1.2 Ubicación Geográfica***

Sector: *Comunidad Chocco.*

Coordenadas UTM: *19L 181134 8495737*

Altitud: *3788 m.s.n.m.*

### **2.1.3 Límites.**

El área de estudio se encuentra al oeste de la ciudad del Cusco a una distancia de 6.5 km, teniendo como punto de referencia la Plaza de Armas del Cusco, perteneciendo al distrito de Santiago.

Los límites de la Microcuenca Chocco son:

Por el Norte : Con el PPJJ. Juan Espinosa Medrano.

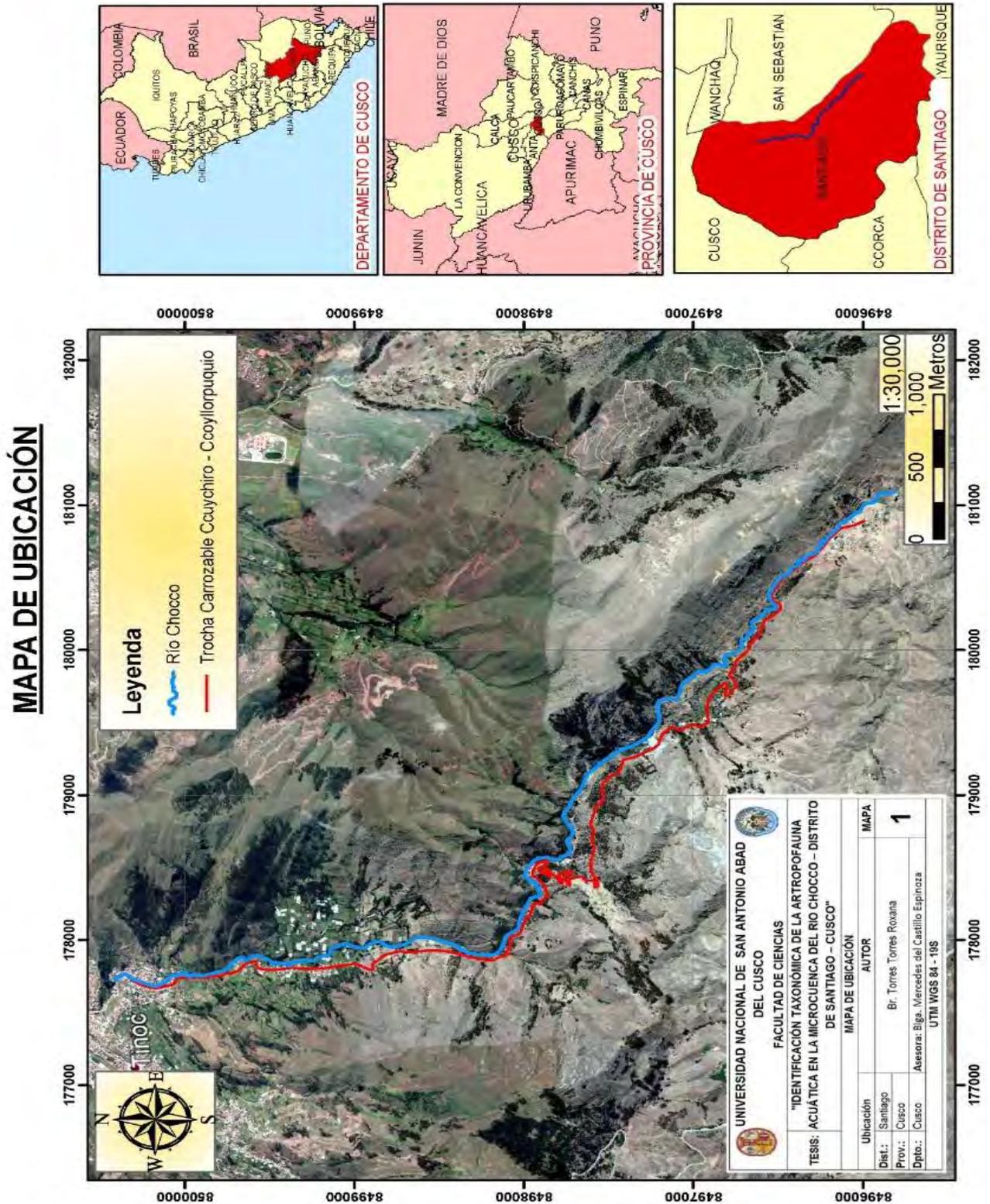
Por el Este : Con la Comunidad de Tancarpatá.

Por el Oeste : Con la Microcuenca de Huancaro.

Por el Sur : Con la Comunidad de Coyllurpujio.

Figura 25.

Mapa de Ubicación de la Microcuenca del río Chocco



## **2.2 ACCESIBILIDAD**

Para llegar a la zona de estudio, se accede por la carretera asfaltada Cusco - Kuychiro (parte de la Comunidad de Chocco) y luego se realiza una caminata de 2 horas y media por carretera carrozable hasta la Comunidad de Coyllurpujio.

## **2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **2.3.1 Geología.**

En la zona de estudio está conformado por lutitas, areniscas continentales, evaporitas y conglomerados de origen fluvial, que corresponde al cretácico superior - eoceno y albo - turoniano. Se puede observar a lo largo del Valle emplazamiento de viviendas, que son playas del río, indicando gran vulnerabilidad.

### **2.3.2 Topografía.**

Se caracteriza por tener una topografía accidentada con pendientes que varían de moderada (10%) a empinada (40%), con suelos frágiles de textura arcillosa a franco arcillosa, con bajos contenidos de materia orgánica.

### **2.3.3 Hidrología.**

La microcuenca de Chocco, tiene como cabecera natural de cuenca, la cadena montañosa que está ubicada; entre la provincia de Paruro y el distrito de Santiago aportando los así el caudal.

Se caracteriza por la presencia de acuíferos que permite atender actividades agrícolas, ganaderas e incluso de consumo humano.

*Nota:* (Municipalidad Distrital de Santiago de Cusco, 2018).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### 2.4.1 Clima

Por no existir una estación meteorológica en la zona de estudio, se utiliza datos que proporciona la estación meteorológica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para la elaboración del respectivo climatodiagrama.

La zona de estudio, presenta dos estaciones bien diferenciadas, periodo de lluvias y otro de secas, el periodo de lluvias que se da entre octubre a abril y el periodo de secas y frío (presencia de heladas) entre mayo y setiembre.

**Tabla 9.**

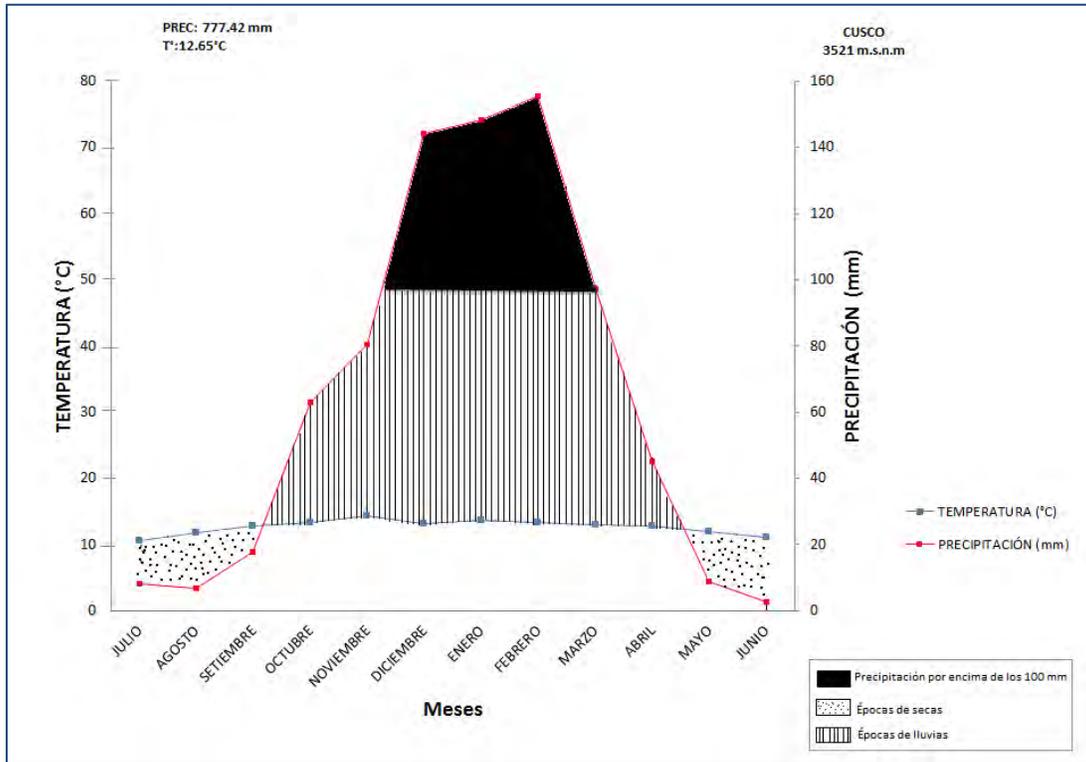
*Datos de la Estación Meteorológica de Perayoc - Unsaac (2010 - 2019)*

MESES	T (°C)	PP (mm)
<i>JULIO</i>	10.64	8.13
<i>AGOSTO</i>	11.73	6.6
<i>SETIEMBRE</i>	12.72	17.65
<i>OCTUBRE</i>	13.4	62.91
<i>NOVIEMBRE</i>	14.37	80.27
<i>DICIEMBRE</i>	13.21	144.29
<i>ENERO</i>	13.68	148.25
<i>FEBRERO</i>	13.25	155.36
<i>MARZO</i>	13.03	97.25
<i>ABRIL</i>	12.73	45.21
<i>MAYO</i>	11.95	8.96
<i>JUNIO</i>	11.01	2.54
<b>Promedio de temperatura</b>	<b>12.65</b>	---
<b>Total Anual</b>	---	<b>777.42</b>

*Nota:* Elaborado con los datos de la estación meteorológica de Perayoc - UNSAAC (2010 - 2019).

**Figura 26.**

*Climatodiagrama de la Ciudad de Cusco*



*Nota:* Elaboración, en base a datos de la estación meteorológica de Perayoc (2010 - 2019).

Se observa que la temperatura más alta se da en mes de noviembre, 14.37 °C y la temperatura mínima es para el mes de julio con 10.64 °C, siendo la temperatura promedio mensual 12.65 °C. En cuanto a la precipitación se presenta con valores mínimos de junio, julio, agosto. Registrándose precipitación más intensa en los meses de diciembre, enero, febrero con valores máximos de 144.29, 148.25 y 155.36 mm. Siendo la precipitación media anual de 777.42 mm.

### 2.4.2 Ecosistema

El área de estudio presenta 2 ecosistema.

**Bosque húmedo montano subtropical (bh – Ms).** Se encuentra entre los 3500 y 3900 m.s.n.m, llegando en algunos casos hasta los 4100 m de altitud.

Presenta un clima semi - seco, semifrío, frío con invierno seco. Con un promedio de precipitación por año de 700 a 850 mm y una temperatura media anual de 8.5 a 10 °C y evaporación potencial que oscilan entre 0.75 a 0.85.

**Bosque seco montano bajo subtropical (bs – Msb).** Se encuentra entre los 3550 a 4330 m.s.n.m, ocupando terrenos de relieve suave y fuertemente accidentados.

Presenta un clima sub - húmedo y templado frío con un promedio de precipitación total anual que varía entre 600 y 900 mm y temperatura media anual de 12 a 18 °C.

### 2.4.3 Flora

La vegetación mayormente está dominada por especies arbustivas y herbáceas, en algunas quebradas se pueden encontrar pequeños bosques, también presenta áreas para plantaciones forestales con especies nativas.

Cuenta con una gran variedad de flora, tanto en especies nativas como introducidas. Entre las especies más resaltantes de la zona de estudio con base en observaciones durante el trabajo de campo.

#### Tabla 10.

Flora de la Microcuenca del río Chocco

Vegetación Sumergida	
NC	NV
<i>Elodea potamogeton</i>	Chinquil
<i>Chara foetida</i>	Chara
Vegetación Flotante	
NC	NV
<i>Lemna gibba l.</i>	Lenteja de agua
<i>Azorella filiculoides lam</i>	Azolla

Vegetación Emergente	
NC	NV
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Matecllo
Vegetación Circundante	
NC	NV
<i>Agave Americana</i>	Paqpa
<i>Agerentina pentlandiana</i>	Mancapaqui
<i>Ambrosia arborescens</i>	Marcu
<i>Astragalus garbancillo</i>	Habas del diablo
<i>Baccharis odorata</i>	Tayanka
<i>Baccharis polyantha</i>	Chillca
<i>Barnadesia horrida</i>	Llaulli
<i>Berberis boliviana</i>	Checche
<i>Canna edulis</i>	Achira
<i>Carceolaria sp.</i>	Ayac zapatilla
<i>Colletia spiniosissima</i>	Rok'
<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Nihua
<i>Grindellia boliviana</i>	Chiri - chiri
<i>Kageneckia lanceolata</i>	Lloque
<i>Lycianthes lycioides</i>	Tankar
<i>Minthostachys mollis</i>	Muña
<i>Muehlenbeckia volcanica</i>	Muñaca
<i>Mutisia acuminata</i>	Chinchircuma
<i>Pitcaima ferruginea</i>	Achupalla
<i>Rumex cuneifolis</i>	Llaqe
<i>Senecio Herrerae</i>	Maycha
<i>Senna birrostris</i>	Mutuy
<i>Solanum pseudolicioides</i>	Tankar quisca
<i>Stipa ichu</i>	Paja
<i>Taraxacum Offinale</i>	Diente de león

<i>Urtica urens L</i>	Ortiga negra
<i>Verbena Litorales</i>	Verbena
<b>Especies Cultivadas en la Zona</b>	
<b>NC</b>	<b>NV</b>
<i>Calendula officinalis</i>	Caléndula
<i>Diantus caryophyllus</i>	Clavel común
<i>Gladiolus sp</i>	Gladiolo
<i>Gypsophilia elegans</i>	Ilusiones
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi
<i>Rosa canina</i>	Rosa
<i>Solanun tuberosum</i>	Papa
<i>Vicia faba</i>	Haba
<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla
<i>Mentha piperita</i>	Hierbabuena
<b>Especies Arbóreas</b>	
<b>NC</b>	<b>NV</b>
<i>Buddleja incana</i>	Quishuar
<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacomo
<i>Poylepis incana</i>	Queuña
<i>Schinus molle</i>	Molle
<i>Buddleja coriacea</i>	Qolle
<i>Cantu buxifolia</i>	Kantu
<b>Especies Introducidas</b>	
<b>NC</b>	<b>NV</b>
<i>Cupresus macrocarpa</i>	Ciprés
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
<i>Pinus radiata</i>	Pino
<i>Prunus serotina</i>	Capulí

*Nota:* Datos tomados en base a observaciones durante el trabajo en campo.

#### 2.4.4 Fauna

Entre las especies más resaltantes en base a observaciones durante el trabajo de campo en la zona de estudio se tiene:

**Tabla 11.**

*Fauna de la Microcuenca del río Chocco*

<b>PECES</b>	
<b>N C</b>	<b>N V</b>
<i>Trichomycterus sp</i>	Witta
<b>ANFIBIOS</b>	
<b>N C</b>	<b>N V</b>
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo común
<i>Gasthroteca marsupiata</i>	Cheqlla
<i>Telmatobius marmoratus</i>	K'ayra
<b>HERPETOFUNA</b>	
<b>N C</b>	<b>N V</b>
<i>Proctoporus unsaccae</i>	Kalaygua
<i>Tachymenis peruviana</i>	Mach' aqwaq
<b>AVES</b>	
<b>N C</b>	<b>N V</b>
<i>Carduelis magellanicus</i>	Chaiña
<i>Colaptes rupicola</i>	Kjallhua
<i>Colibri coruscans</i>	Kenkete
<i>Zonotrichia capensis</i>	Pichinco
<i>Turdus Chiguanco</i>	Chiguaco
<i>Zenaida auriculata</i>	Urpi
<b>MAMÍFEROS</b>	
<b>N C</b>	<b>N V</b>
<i>Akodon subfuscus</i>	Ratón campestre

*Nota:* Datos tomados en base a observaciones durante el trabajo en campo.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES.

##### 3.1.1 *Material Biológico*

- Artropofauna Acuática

##### 3.1.2 *Materiales de Campo.*

- Libreta de campo.
- Hojas de registro para recopilar datos.
- Marcador de tinta indeleble.
- Bolígrafos.
- Cámara fotográfica digital.
- Botas de jebe.
- Guantes de jebe.
- Red de fondo entomológico de agua.
- Cinta maskín.
- Bandejas de plásticos de color blanco.
- Bolsas de polietileno.
- Colador.
- Frascos de plásticos y /o de vidrio con cierre herméticos.
- Alcohol al 70%.
- Lupa de bolsillo.
- Mapas existentes.
- Etiquetas.
- Pinzas entomológicas.
- Pipeta.
- Pincel.
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

### **3.1.3 *Materiales de Laboratorio.***

- Claves taxonómicas para la identificación de los invertebrados.
- Hoja de trabajo para recopilar datos.
- Estiletes.
- Pinzas entomológicas.
- Placas Petri.
- Alcohol de 70%.
- Libretas de apuntes.
- Etiquetas.
- Pinceles.
- Gotero.
- Papel toalla.
- Colador.
- Frascos de plástico y /o de vidrio con cierre herméticos.

### **EQUIPOS.**

- Estereoscopio Novel NSZ – 608T con cámara digital incorporada.
- Computadora portátil.
- Cámara Digital.
- Autoclave.
- Estufa de Secado - Horno.

### **MATERIALES PARA ANÁLISIS DE FÍSICO y QUÍMICOS**

- 05 frascos de protección de 1000 ml de capacidad con tapa rosca para análisis físico y químico.
- Frasco Winker de 300 ml.
- Cooler de monitoreo (para transporte de muestras).
- Pipetas de 0.1 y 10 ml. con graduación de 0.1 ml.
- Jeringas de 5 ml, 3 ml, 1 ml.
- Termómetro.
- Frascos de dilución de 100 ml. con tapón de rosca.

- Embudos.
- Probeta de 100 ml.
- Papel filtro whatman.

#### **REACTIVOS.**

- Solución de Sulfato Manganeseo ( $MnSO_4$ ).
- Solución de Yoduro alcalino - acida.
- Solución de Tiosulfato de Sodio ( $Na_2S_2O_3$ ) de 0.0025N.
- Solución Hidróxido de Sulfato ( $H_2SO_4$ ).
- Solución de ácido sulfúrico concentrado

#### **PROGRAMAS.**

- Arcgis 10.5.
- Google Earth Pro.
- Programa Past3.
- Microsoft Word 2016.
- Microsoft Excel 2016.

## 3.2 METODOLOGÍA

### 3.2.1 Tipo de Investigación

Presente trabajo de investigación de tipo Observacional - Descriptivo

### 3.2.2 Área de Interés de la Microcuenca del Río Chocco

Los datos obtenidos de la Microcuenca del Río Chocco:

Área total de la Microcuenca del Río Chocco es de 37.56 Km<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Periodo de Muestreo en Épocas de Secas y Lluvias

**Tabla 12.**

*Fechas de Muestreo de Artrópodos Acuáticos para Época Secas – Lluvias*

Épocas	Campañas de Salida	Fechas
Época de Secas	Salida 1	14/07/2019
	Salida 2	15/09/2019
Época de Lluvias	Salida 3	10/11/2019
	Salida 4	12/01/2020

*Nota:* Fechas de cada salida de campo en época secas y lluvias.

### 3.2.4 Ubicación Geográfica de Puntos de Muestreo

El presente estudio se realizó a lo largo de la microcuenca del río Chocco ubicado en el distrito de Santiago, Provincia de Cusco.

**Tabla 13.**

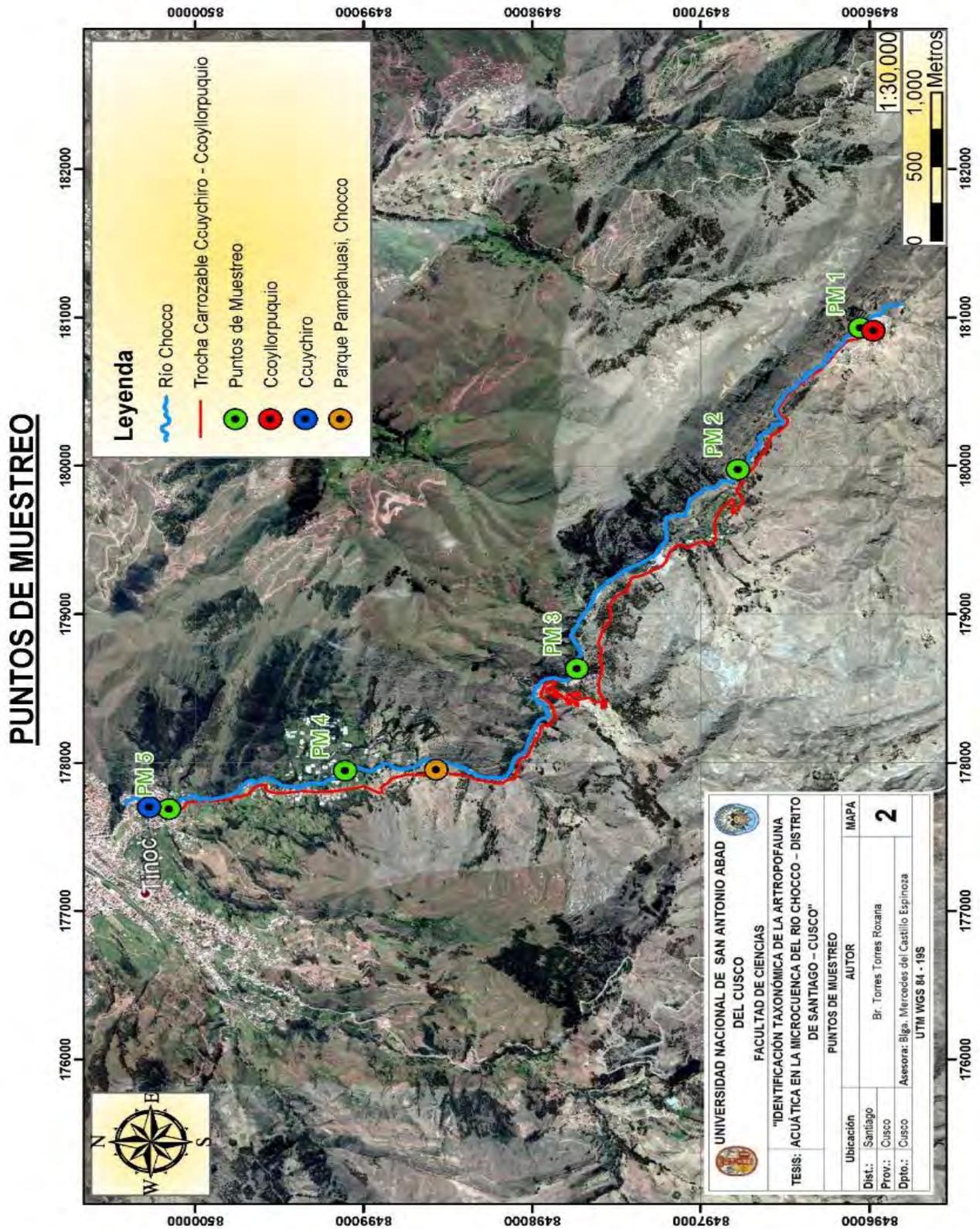
*Ubicación Georreferenciada de los 5 Puntos de Muestreo*

Microcuenca	Puntos de Muestreo	Símbolo	Ubicación Geográfica (UTM)		
			Altitud (m.s.n.m)	Norte (m)	Este (m)
CHOCCO	Punto de Muestreo 1	PM - 1	3788	8495852.37	181045.48
	Punto de Muestreo 2	PM - 2	3753	8496661.09	179966.23
	Punto de Muestreo 3	PM - 3	3533	8497721.15	178444.51
	Punto de Muestreo 4	PM - 4	3443	8498339.57	177793.14
	Punto de Muestreo 5	PM - 5	3425	8499080.52	177733.49

*Nota:* Ubicación Georreferenciada de cada Punto de Muestreo trabajado.

Figura 27.

Mapa de los 5 Puntos de Muestreo



### 3.2.5 Descripción de los Puntos de Muestreo

**Punto de Muestreo # 1 (PM - 1):** (Altitud 3788 m.s.n.m) Punto situado en la parte alta de la comunidad de Coyllorpuquio, la fuente de agua con mayor importancia dentro de la zona, que sirve para satisfacer las necesidades de riego y uso doméstico de los pobladores de la parte baja. La vegetación ribereña está conformada por pastos naturales y bosque relicto de chachacomo (*Escallonia resinosa*), queuña (*Polylephis sp*) distribuida de forma continua. El sustrato está conformado por rocas, grava y arena. No se observa presencia de desechos.

#### **Figura 28.**

*Punto de Muestreo # 1 (PM - 1); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)*

**A**



**B**



**Punto de Muestreo # 2 (PM - 2):** (Altitud 3753 m.s.n.m) Punto situado 50 metros aguas abajo de la comunidad de Coyllorpuquio, presenta un fácil acceso, porque es adyacente a la vía carrózzle. Presenta una corriente media, con presencia de pozos de agua, esto debido la intervención antrópica por continua extracción del agua para el riego de cultivos. La vegetación está conformada por pastos nativos (*Stipa ichu*), además de grama de forma continua. El sustrato está conformado por rocas, grava y arena.

**Figura 29.**

*Punto de Muestreo # 2 (PM - 2); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)*

**A**



**B**



**Punto de Muestreo # 3 (PM - 3):** (Altitud 3533 m.s.n.m) Punto situado 100 metros abajo de la vía carrózzable, presenta un fácil acceso, porque se encuentran caminos de herradura por donde ingresar. Presenta corriente modera a rápida por la presencia de sustratos rocosos de canto rodado. La vegetación a los márgenes está conformada por vegetación boscosa y arbustiva de la zona. El sustrato está conformado por rocas, grava, arena gruesa, y sobre la superficie de las rocas crecimiento de perifiton.

**Figura 30.**

*Punto de Muestreo # 3 (PM - 3); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)*

**A**



**B**



**Punto de Muestreo # 4 (PM - 4):** (Altitud 3443 m.s.n.m) Punto situado a 50 metros del Parque Recreativo – Ecológico Pampahuasi, existen senderos que brindan la accesibilidad. Presenta un corriente media, con presencia de material alóctono (troncos, hojarasca y ramas). La vegetación ribereña está conformada por plantas arbustivas y árboles de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) distribuida de forma continua. El sustrato está con presencia de rocas, grava, arena gruesa, piedras con crecimiento perfiton y hojarasca.

**Figura 31.**

*Punto de Muestreo # 4 (PM - 4); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)*

**A**



**B**



**Punto de Muestreo # 5 (PM - 5):** (Altitud 3425 m.s.n.m) Punto situado a 30 metros aguas abajo de la comunidad de Chocco, este punto tiene fácil acceso. Presenta una corriente media, con presencia de material alóctono (hojarasca y ramas). La vegetación ribereña está conformada por cultivos, plantas arbustivas. El sustrato está conformado por rocas, piedras y arena. Se observó que son abrevaderos de ganados, recreación familiar de pobladores.

**Figura 32.**

*Punto de Muestreo # 5 (PM - 5); (Fig. A: Época de Secas, Fig. B: Época de Lluvias)*

**A**



**B**



### 3.3 MÉTODOS Y FUNDAMENTOS.

Los métodos utilizados fueron:

#### 3.3.1 *Fase de Pre - Campo*

##### **Elección del lugar de estudio (Microcuenca del Río Chocco).**

La realización de estudios sobre artropofauna acuática en el ámbito de la ciudad de Cusco es escasa con poca información de este tipo.

Considerando lo mencionado anteriormente se eligió la microcuenca del río Chocco para la elaboración del presente estudio, teniendo en cuenta la importancia económica y social que esta representa para las comunidades Coyllorpugio, Chocco y gran parte de la margen derecha, porque asegura el abastecimiento de agua potable a dichos lugares.

##### **Delimitación del área de estudio.**

Para determinar el área de estudio se realizaron varias visitas a la microcuenca del río Chocco, considerando el estudio de la artropofauna acuática, la microcuenca fue revisando el hábitat y su entorno circundante para conocer el área. Con fin de familiarizarse con la zona, la ruta de acceso y las zonas afectadas o no por las actividades antrópicas. Con base en estas consideraciones se procedió a georreferenciar.

##### **Georreferenciación del área de estudio.**

Elegida el área de estudio se procedió a realizar un recorrido de campo por los límites de la zona de estudio para delimitar coordenadas geográficas. En esta actividad se utilizó el programa Google Earth Pro y GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Luego, los puntos obtenidos en el campo se ubicaron dentro de un sistema de coordenadas que en seguida fueron llevados al software ArcGis donde se hizo la representación de los puntos de muestreo.

##### **Determinación de puntos de muestreo.**

Para seleccionar los puntos de muestreo, se examinó: hábitats existentes en el tramo, velocidad del agua (rápida, mediana, lenta), tipo de sustrato (grandes rocas, gravas, arenas y limos), presencia de vegetación y fácil accesibilidad a los puntos, y la autorización para el ingreso a los puntos, ya que algunos puntos coincidían con terrenos privados, así como también áreas agrícolas.

Para la realización del este estudio se ubicaron 5 puntos de muestreo en el área de estudio de la microcuenca del río Chocco, donde se consideró evaluar un tramo de 15 metros de longitud para cada punto de muestreo. Con el fin de obtener información más representativa sobre el comportamiento de los artrópodos acuáticos, para comprender el estado de la diversidad existente a lo largo de la microcuenca del río Chocco.

### 3.3.2 Fase de Campo

#### Recolección de Artropofauna Acuática.

En cada punto de muestreo se trazó una longitud de 15 m donde se tomaron muestras de artrópodos acuáticos.

El muestreo de artropofauna acuática fue llevado a cabo mediante la utilización de 2 técnicas. Con el fin de recolectar la máxima diversidad posible de artrópodos acuáticos presentes en cada punto de muestreo como: columna de agua, sustrato orgánico, inorgánico, artificial.

**Tabla 14.**

*Tipos de Sustrato de Acuerdo al Microhabitats*

Tipos de Sustrato	Microhábitats
<b>Sustrato Orgánico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✎ Ramas sumergidas.</li> <li>✎ Troncos sumergidos.</li> <li>✎ Macrofitas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas).</li> <li>✎ Hojarasca.</li> <li>✎ Restos de vegetación retenidos en la corriente.</li> <li>✎ Vegetación muerta.</li> <li>✎ Musgos.</li> </ul>
<b>Sustrato Inorgánico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✎ Arena, Grava</li> <li>✎ Lodo, Sedimento</li> <li>✎ Roca con musgo</li> <li>✎ Piedra, Rocas</li> <li>✎ Fondos rocosos.</li> <li>✎ Cantos rodados.</li> </ul>
<b>Sustrato Artificial</b>	

Las técnicas utilizadas en los puntos muestreros fueron: La Técnica Recolección Manual y Red Entomología - Acuática.

**a. Técnica Recolección manual** (Técnica de acuerdo Alba 1996).

El objetivo de esta técnica consiste en recolectar artrópodos acuáticos, examinando cuidadosamente de cada uno de los microhábitats posibles de acuerdo a los puntos de muestreo.

La técnica consistió en levantar las piedras, ramas, troncos en descomposición que existe en el cuerpo de agua, además se revisó la hojarasca, rocas con musgos, plantas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), sustrato de fondo (arena, lodo, restos de vegetación) y residuos presentes en cuerpo de agua en cuya superficie se encontraron numerosos organismos adheridos a ellos.

Para la recolección se utilizó pinzas entomológicas y con ayuda de pinceles fueron tomados con el objetivo de no dañar su estructura externa debido a su frágil cuerpo (Alba, 1996).

**Figura 33.**

*Técnica Recolección Manual (levantamiento de piedras y troncos)*



### b. Red entomológica Acuática.

Para la técnica de colecta de artrópoda acuática, se usó redes de forma rectangular de 20 cm de ancho y 30 cm de largo, con un agarradero de 80 cm de longitud y una malla de nylon con poro menor 300  $\mu\text{m}$

La colecta de artrópodos acuáticos en cada punto de muestreo consistió en introducir la red entomológica acuática dentro del agua, una vez dentro se coloca en posición contra la corriente, y con la otra mano se va removiendo el fondo realizando movimientos oscilatorios de izquierda a derecha removiendo los sustratos previamente seleccionados, (se recomienda usar guantes para evitar heridas). Con la finalidad que los artrópodos acuáticos sean arrastrados y se acumulen en el fondo de la red (Alba, 1996).

La técnica fue “barrer” lo largo o las orillas o curvas del arroyo, el proceso se repitió al menos tres veces o hasta cubrir el área representativa de cada punto de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas). Con el fin de obtener el mayor número posible de organismo presente (Jáimez et al.,2002).

El contenido de la red fue colocado en un balde de plástico que contenía agua, para lavar el exceso de lodo o arena; consecutivamente fue tamizado. El material restante fue depositado en una bandeja blanca para tener una mejor visibilidad de los organismos presentes, con la ayuda de una pinza y lupa se fue colectando uno a uno los organismos los cuales fueron colocados en frascos de plástico de 180 ml con alcohol al 70% esto mantiene las muestras que se conserven en buen estado.

### Figura 34.

*Técnica Recolección con Red Entomológica*



Finalmente los frascos debidamente etiquetados fueron llevados al laboratorio para su respectivo estudio e identificación de artrópodos acuáticos.

Es recomendable examinar en el mismo campo el material acumulado en la red; de no ser posible por razones de tiempo, se guarda en unas bolsas o recipientes de plástico, fijado en alcohol al 70%, rotulado y trasladado al laboratorio.

### **Preservación de organismos acuáticos.**

Una vez colectado las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico o vidrio y bolsas de polietileno, preservadas con alcohol al 70% para su conservación y posterior identificación. Las muestras tomadas se rotularon con una etiqueta adhesiva en el exterior del recipiente. En la etiqueta se anotó la siguiente información: Localidad, Nombre del río, Coordenadas, Altitud, Punto de Muestreo, Fecha de muestreo, Nombre de colector.

Posteriormente, se trasladó el material colectado al Laboratorio de Zoología y Aracnología (C-313) de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco.

### **3.3.3 Fase de Laboratorio**

La fase del laboratorio se llevó a cabo en el laboratorio de Zoología y Aracnología de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, las actividades se realizaron a través de los siguientes aspectos:

#### **Limpieza del material colectado.**

Con las medidas de protección necesarias. Se procedió a abrir los frascos y extender las muestras sobre un tamiz de 250  $\mu m$ . Luego se lavaron las muestras con abundante agua, separando los organismos del resto de materia orgánica, piedras y arena.

#### **Separación del material.**

Cada muestra, de cada estación fue analizada independientemente. Las muestras limpias se colocaron en bandejas blancas, con agua para su separación. Para ser revisadas mediante observación directa, con la ayuda de pinzas y agujas de disección. Para así facilitar la separación de los organismos de la materia orgánica restante.

### Identificación taxonómica.

Con la ayuda del estereoscopio, estiletes, placas Petri y claves especializadas, se procedió a su identificación y cuantificación hasta la categoría de familia y/o género empleándose claves taxonómicas. Luego se realizó el registro fotográfico del material identificado.

Las claves taxonómicas utilizadas fueron las de "*Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*" autoría de Gabriel Roldán Pérez (1998), Domínguez Fernández (2001), Merrit & Cummins (1996) y Springer & Hanson (2010). También se usaron artículos para brindar soporte a la determinación.

### Almacenamiento.

Una vez identificado el material se distribuyeron en pequeños frascos con alcohol al 70% para su preservación. Cada frasco con etiqueta en exterior escrita con la siguiente información: Lugar de colección (país, departamento, municipio y río), Nombre del río, Coordenadas geográficas, Altitud, Fecha de colecta, Recolector. De igual manera se introdujo en frasco una etiqueta impresa en laser. Para seguridad y evitar pérdida de información.

Perú., Dpto. Cusco, Santiago.  
Microcuenca de río Chocco.  
13°30'26 4" 72°56'1 7"  
3788 m.s.n.m  
23/12/2020  
Torres, T. R.

Etiqueta de Localidad

O. Odonata  
F. Aeshnidae  
G. *Anax sp*  
Det: Torres, T. R.

Etiqueta de Determinación

### 3.3.4 Fase de Gabinete

En esta fase, la información obtenida en campo y laboratorio fue procesada para los cálculos como ordenamiento taxonómico, tratamiento estadístico, parámetro físico y químico, y parámetros poblacionales.

Para la obtención de los resultados se usó programas de tratamiento así como herramientas de software: Microsoft Office 2010, Google earth, Past, ArcGis 10.2.

### 3.3.5 Caracterización Físico y Químico del Agua

Se colectó un total de 10 muestras en los 5 puntos de muestreo, 2 muestras por punto de muestreo, las muestras fueron distribuidas de la siguiente forma:

- Para la determinación de los siguientes parámetros: pH, Conductividad, Sólidos disueltos.
- Oxígeno Disuelto.

Todas las mediciones se realizaron antes de la toma de muestras biológicas.

#### 3.3.5.1 Análisis Físico y Químico del Agua

La metodología empleada se basó en las técnicas de muestreo, recomendadas en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA (2010).

**Tabla 15.**

*Métodos Utilizados para los Parámetros Físico y Químicos*

Nº	PARÁMETRO	MÉTODO	INSTRUMENTO USADO
1	Temperatura	Registro directo	Termómetro
2	pH	Potenciométrico	Potenciómetro
3	Conductividad Eléctrica	Conductímetro	Conductímetro
4	Sólidos Disueltos	Gravimétrico	Balanza analítica
5	Oxígeno Disuelto	Método de Ludwig Wilhelm Winkler modificado por Alsterberg	Reactivos

#### **TEMPERATURA** (In - situ).

El registro de temperatura debe tomarse *in situ* y en el tiempo en el que se recogen las muestras (Baron & Poff, 2003).

#### **POTENCIAL DE IONES HIDROGENO** (*pH*). (Registro realizado en Laboratorio de Química Facultad de Ciencias).

La toma de potencial de hidrogeniones (*pH*) se hizo con un potenciómetro en el laboratorio. Método electrométrico con electrodos de vidrio debido a su facilidad y exactitud.

**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA** (Registro realizado en Laboratorio de Química Facultad de Ciencias).

Para la conductividad eléctrica se empleó el método conductímetro.

**SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SST)**. (Insitu , Laboratorio de Química Facultad de Ciencias)

Se colectó muestras de agua en botellas descartables de 1 litro de capacidad procediendo con la rotulación en los 5 puntos de muestro que luego serán filtrados y secados en el laboratorio de la Escuela Profesional de Química y respectivamente y obteniendo los cálculos por el método Gravimétrico.

### **Procedimiento**

#### **Para el filtro**

- Colocar el filtro en el embudo de filtración.
- Agregar con cuidado la muestra de agua mediante filtración hasta que se agote la muestra.
- Retirar el filtro y colocarlo sobre una placa Petri seca.
- Después de ser filtrados en papel filtro, se procederá a pesar cada muestra.
- Secar en horno a 50 °C durante 24 horas, enfriar a temperatura ambiente en un desecador y pesar.
- Registrar datos para luego llevar a análisis de datos.

#### **Para las placas**

- Una vez filtrada el agua, se medirá en una probeta graduada de 100 ml.
- Luego será agregado a una placa Petri los 100 ml.
- Luego la placa Petri con la muestra se colocó en el horno a 70 °C durante 24 horas.
- Se retiró del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego pesar.
- Registrar datos para luego llevar a análisis de datos.

Para el cálculo de Sólidos Disueltos Totales (SST): Se utilizó la siguiente fórmula.

---

$$SST\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{P2 - P1 * 1000}{V}$$

---

Dónde:

SST = Sólidos Disueltos Totales en mg/L

P1 = Peso del filtro preparado en mg.

P2 = Peso del filtro más el residuo seco en mg.

V = Volumen de muestra tomada en ml.

### **OXÍGENO DISUELTO (OD).** (Registro realizado en campo).

Para el oxígeno disuelto se utilizó el método Ludwig Wilhelm Winkler modificado por Alsterberg, utilizando reactivos.

#### **Procedimiento**

- Llene la botella Winker con la muestra hasta que rebose y cierre la tapa.
- Destape con cuidado la botella y agregue 1 ml de solución de sulfato de manganeso ( $\text{MnSO}_4$ ), seguido por 1 ml álcali-yoduro-Ácida; tape con cuidado para evitar burbujas de aire y mezcle varias veces por inversión de la botella. Cuando en sedimento se decante a próximamente la mitad del volumen de la botella, dejando un sobrenadante transparente en los flóculos de Hidróxido de Manganeso, agregue 1,0 ml de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, tape y mezcle varias veces por inversión de la botella, hasta que esté completamente disuelto, hasta que ya esté fijado el oxígeno. Si no está completamente disuelto, agregue el Ácido Sulfúrico
- Se midió 50 ml de solución con una probeta graduada y transferí a un matraz Erlenmeyer de 250 ml, llene una pipeta de 5 ml con una porción de Tiosulfato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0.025 N; llene la jeringa con Tiosulfato de Sodio hasta cero.
- Titule con solución 0,025 M de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , añadiendo gota a gota y agitando el Erlenmeyer hasta obtener un color amarillo pajizo pálido; en ese momento agregue de 3 a 5 gotas de solución de almidón para que quede azul y continúe titulando hasta que desaparezca el color azul. Si el color azul vuelve a aparecer no se debe agregar más Tiosulfato y se debe ignorar reapariciones del color.
- Registre el volumen de consumo de Tiosulfato de sodio, el volumen de la alícuota que son 50 ml y los datos de concentración de Tiosulfato en el cuaderno de campo, generalmente 0.025 N para los cálculos.

Para el cálculo de Oxígeno Disuelto (*OD*): Se utilizó la siguiente fórmula.

---

$$O.D. \left( \frac{mg}{litro} \right) = \frac{(8000)(N)(Vg)}{Vu - \frac{R * Vu}{Vb}}$$

---

Dónde:

N = Normalidad del Tiosulfato de Sodio (0.025 N)

Vg = Mililitros de Tiosulfato de Sodio utilizados en la titulación (volumen gastado).

Vu = Volumen utilizado o muestra valorada.

R = Volumen de reactivos agregados (1 ml sulfato manganoso + 1 ml de yoduro)

Vb = Volumen de la botella.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 IDENTIFICACIÓN TAXONOMÍA.

En las dos épocas (secas - lluvias) se colectó un total de 1776 especímenes: En época de seca un total de 1216 especímenes y en época de lluvias 560 especímenes. Agrupados en 09 órdenes, 25 familias y 28 géneros (20 géneros determinados y 8 sin determinar).

**Tabla 16.**

*Taxonomía de Artrópodos Acuáticos Identificados en el Microcuenca de Río Chocco*

<b>ARTRÓPODOS ACUÁTICOS</b>					
<b>Phylum</b>	<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Géneros</b>	
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	<i>Hydrachana</i>	
			Hydryphantidae	<i>Hydryplantes</i>	
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	<i>Hyallela</i>	
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Lancetes</i>	
				<i>Rhantus</i>	
			Elmidae	<i>Austrelmis</i>	
				<i>Macrelmis</i>	
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	
			Curculionidae	<i>Curculionidae 1</i>	
			Staphylinidae	<i>Oxytelus</i>	
			Hemíptera	Corixidae	<i>Sigara</i>
			Odonata	Aeshnidae	<i>Anax</i>
					<i>Rhinoaeshna</i>
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i>			
	Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>		
		Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>		
		Hidrobiosidae	<i>Hidrobiosidae 1</i>		

			Odontoceridae	<i>Marilia</i>
		Plecóptera	Perlidae	<i>Perlidae 1</i>
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>
			Baetidae	<i>Andesiops</i>
		Díptera	Tipulidae	<i>Tipula</i>
			Muscidae	<i>Muscidae 1</i>
			Chrinomidae	<i>Chrinomidae 1</i>
			Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae 1</i>
			Simulidae	<i>Simulium</i>
			Tabanidae	<i>Tabanidae 1</i>
			Empididae	<i>Empididae 1</i>
<b>TOTAL</b>	<b>3 Clases</b>	<b>9 Órdenes</b>	<b>25 Familias</b>	<b>28 Géneros</b>

## 4.2 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL IDENTIFICADO.

### 4.2.1 Clase Arácnida

#### 4.2.1.1 Orden Trombidiformes

**Familia** Hydracnidae

**Género** *Hydrachana*

#### **Descripción.**

- ✎ Este grupo incluye verdaderos ácaros acuáticos.
- ✎ De color negro con puntos crema.
- ✎ Palpos no quelados.
- ✎ Garras generalmente ausentes en la pata 4, escudo dorsal y ventral raramente presente.
- ✎ Glándulas especializadas en las terceras coxas, palpos con cinco segmentos.
- ✎ Presentan pelos natatorios.

#### **Hábitat.**

Existen en varios hábitats, como lagos, estanques, ríos, manantiales e incluso aguas subterráneas.

**Figura 35.**

*Hydrachana* (Familia Hydracnidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)

**A**

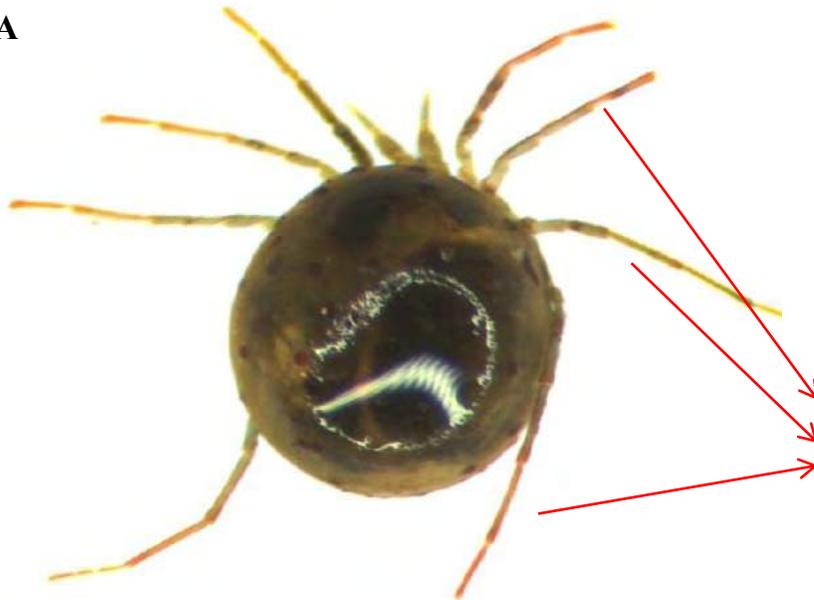


Fig. A: Vista Dorsal  
*Hydrachana*.

4 pares Patas

**B**

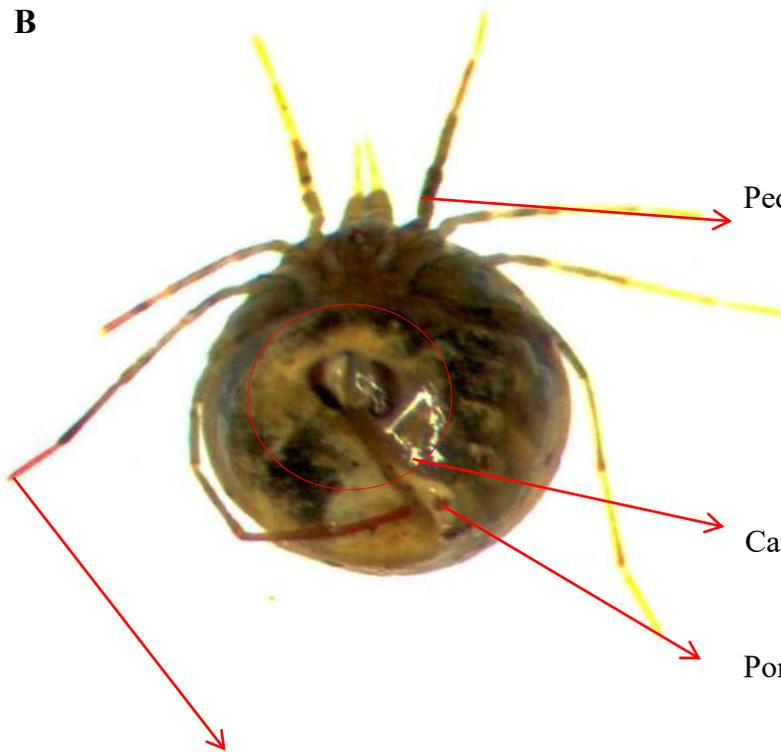


Fig. B: Vista Ventral de  
*Hydrachana*.

Pedipalpo

Campo genital

Poros excretor

Garras

**Familia** Hydryphantidae

**Género** *Hydryplantes*

**Descripción.**

- ✎ De color rojo o casi incoloros.
- ✎ Cuerpo blando.
- ✎ Ojos laterales en general encapsulados el ojo medio puede estar presente o no.
- ✎ Patas on o s n p los n t tor os y rr s s mpl s o o n v r s orm s “ rr t s”

**Hábitat.**

Habitan en agua loticas y lenticas.

**Figura 36.**

*Hydryplantes* (Familia *Hydryphantidae*). Fig. A (Vista Dorsal), B (Pata)

**A**

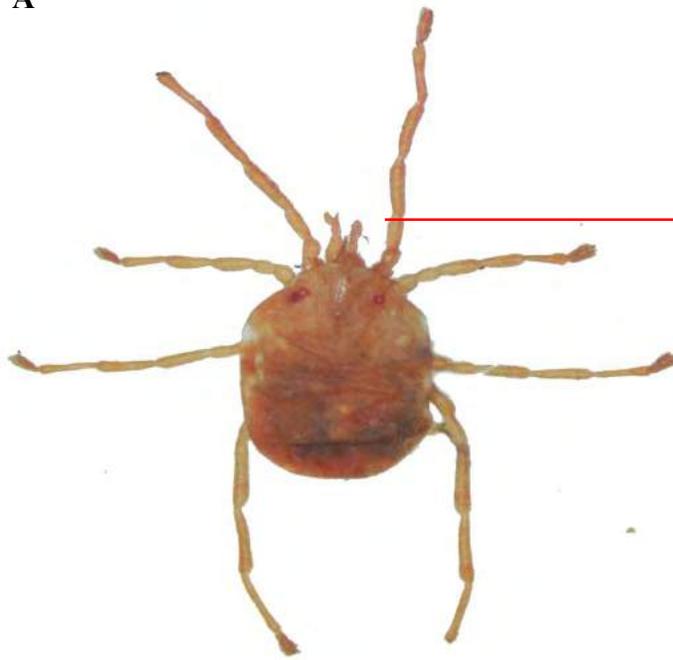


Fig. A: Vista Dorsal de *Hydryplantes*.

**B**

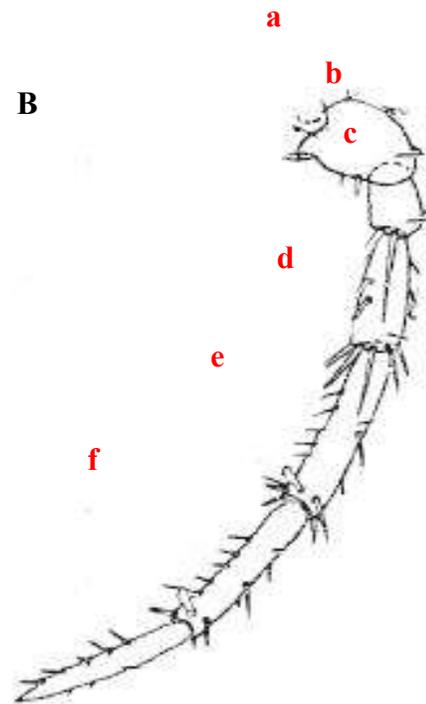


Fig. B: Vista pata de *Hydryplantes*.

- a. Trocanter
- b. Basifemur
- c. Telofemur
- d. Genu
- e. Tibia
- f. Tarso

## **4.2.2 Clase Crustácea**

### **4.2.2.1 Orden Amphipoda**

#### **Familia Hyalellidae**

#### **Género *Hyallega***

#### **Descripción.**

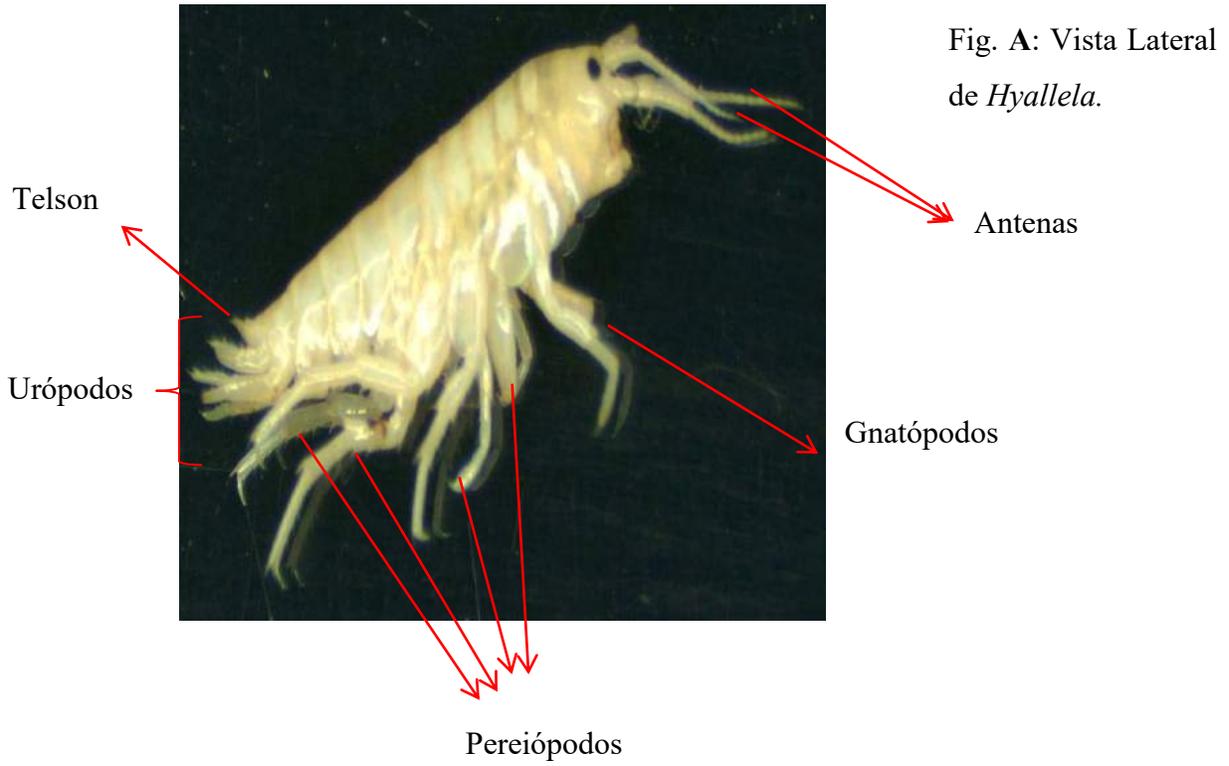
- ✎ Su tamaño es de 2.5 a 20 mm.
- ✎ Su tamaño depende de la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua, cuan menos oxígeno, más pequeña es la especie.
- ✎ Son de color anaranjado generalmente se vuelven blancos después del almacenamiento.
- ✎ Tienen un cuerpo comprimido lateralmente, dividido en 13 segmentos, que se pueden dividir en cabeza - tórax - abdomen. En el primer segmento torácico, la cabeza tiene un par de antenas y ojos desarrollados.
- ✎ Cada segmento del tórax lleva un par de apéndices que comprenden 7 pares de pereiópodos, cuyas funciones son muy diversas (natación, alimentación, intercambio gaseoso, defensa).
- ✎ Los machos se diferencian por tener la segunda pata notoriamente mayor que las demás.

#### **Hábitat.**

Se encuentran en una gran variedad de hábitats como lagos, charcas, ríos, manantiales e incluso en aguas subterráneas, estos organismos no son resistentes a la contaminación. La mayoría de especies son detritívoras.

**Figura 37.**

*Hyallega* (Familia Hyallelidae) Fig. A (Vista Lateral)



### 4.2.3 Clase Insecta

#### 4.2.3.1 Orden Coleoptera

##### Familia Dytiscidae

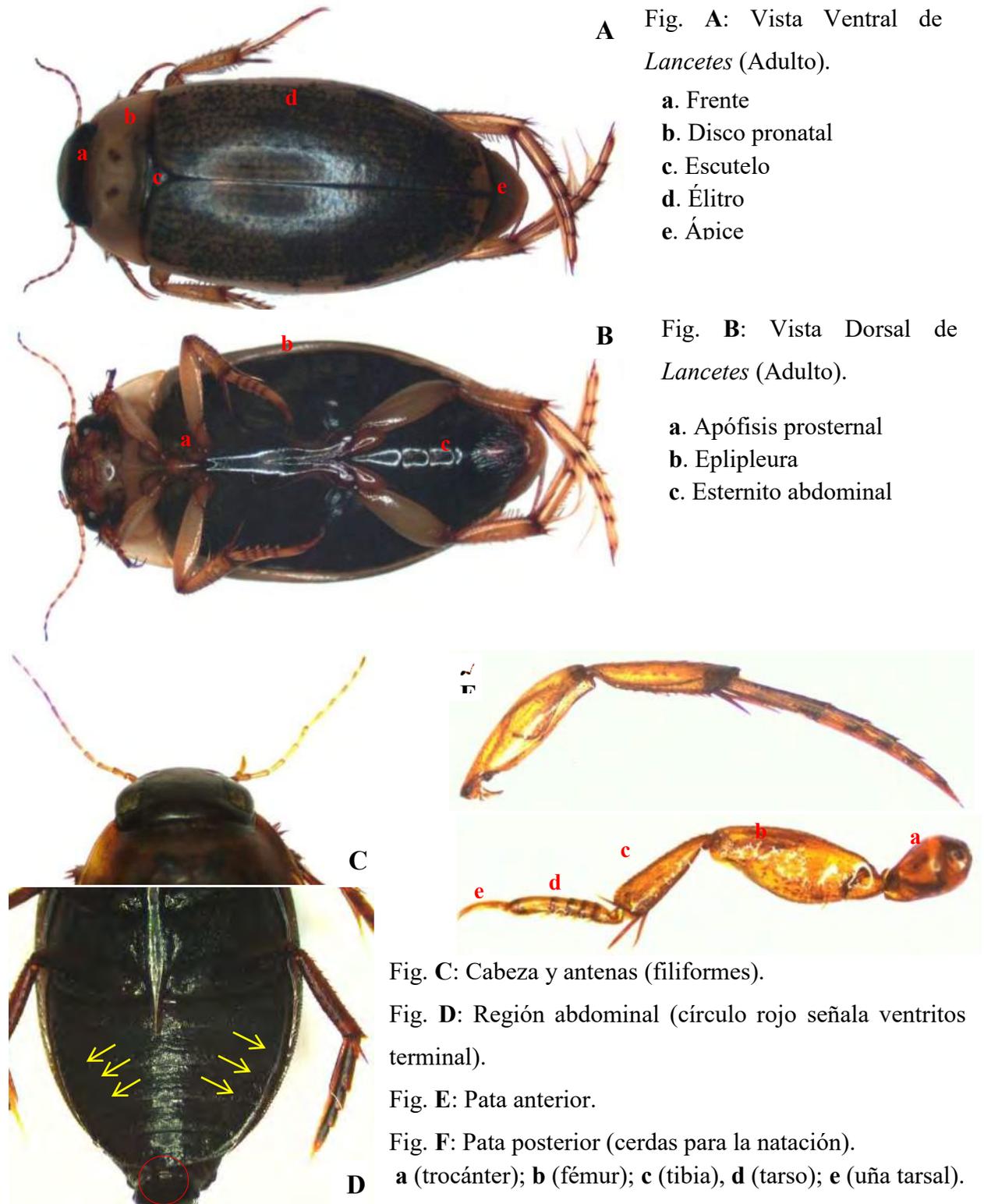
##### Género *Lancetes* (Adulto)

##### Descripción.

- ✎ Su tamaño varía de 1 mm a 50 mm.
- ✎ Los adultos presentan el cuerpo endurecido.
- ✎ El cuerpo es ovalado, hidrodinámico y liso.
- ✎ El color varía entre amarillo, marrón y negro, uniforme o con manchas.
- ✎ La antena es filiforme y los palpos maxilares son largos, lo que puede confundirse fácilmente con las antenas.
- ✎ Ojos con una escotadura sobre la base de las antenas.
- ✎ Los élitros están truncados atrás; longitud entre 7.5 y 13 mm.
- ✎ El escutelo es visible.
- ✎ Parte central del prosterno en un mismo plano que el de la apófisis prosternal.
- ✎ Patas con 6 segmentos, incluyendo la uña.
- ✎ Las patas posteriores poseen filas de pelos o cerdas, utilizados para nadar.
- ✎ Tarsos anteriores y medios pentámeros, 4º tarsito casi tan largo como el 3º.
- ✎ Uñas posteriores desiguales.

**Figura 38.**

*Lancetes Adulto (Familia Dytiscidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)*



**A** Fig. A: Vista Ventral de *Lancetes* (Adulto).

- a. Frente
- b. Disco pronatal
- c. Escutelo
- d. Élitro
- e. Ápice

**B** Fig. B: Vista Dorsal de *Lancetes* (Adulto).

- a. Apósis prosternal
- b. Eplipleura
- c. Esternito abdominal

Fig. C: Cabeza y antenas (filiformes).

Fig. D: Región abdominal (círculo rojo señala ventritos terminal).

Fig. E: Pata anterior.

Fig. F: Pata posterior (cerdas para la natación).

**D** a (trocánter); b (fémur); c (tibia), d (tarso); e (uña tarsal).

## Familia Dytiscidae

### Género *Rhantus* (Adulto)

- ✦ Su tamaño varía de 1 y 50 mm.
- ✦ Los adultos presentan el cuerpo endurecido.
- ✦ El cuerpo es ovalado, hidrodinámico y liso.
- ✦ El color varía entre marrón y negro.
- ✦ La antena es filiforme y los palpos maxilares son largos, lo que puede confundirse fácilmente con las antenas.
- ✦ Ojos con una escotadura sobre la base de las antenas.
- ✦ Los élitros redondeados atrás; longitud entre 10,5 y 17,0 mm; alas metasternales.
- ✦ El escutelo es visible.
- ✦ Parte central del prosterno casi en un mismo plano que el de la apófisis prosternal.

### Hábitat.

Son acuáticos en todas las etapas de desarrollo excepto en la fase pupa.

### Figura 39.

*Rhantus* Adulto (Familia Dytiscidae) Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)



Fig. A: Vista Dorsal de *Rhantus* (Adulto).

Fig. B: Vista Ventral de *Rhantus* (Adulto).

## **Familia Dytiscidae (Larva)**

### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño es de 2 mm a 25 mm.
- ✎ Las larvas son alargadas y lisas (no esclerotizado).
- ✎ Las antenas tienen cuatro segmentos (algunos con cinco) y mandíbulas fuertes, con hasta tres pares de apéndices.
- ✎ Sus patas anteriores y medias son cortas.
- ✎ Tanto las larvas como los adultos son carnívoros, predadores o carroñeros.

### **Hábitat.**

Tienen una alta capacidad una gran variedad de hábitats.

Se encuentra en charcas temporales, charcas de desborde de ríos, humedales, grandes lagos, lagunas, arroyos, grandes ríos.

**Figura 40.**

*Lancetes Larva (Familia Dytiscidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)*



Fig. A: Vista Dorsal de *Lancetes* (Larva).

- a. Cabeza
- b. Protórax
- c. Mesotórax
- d. Metatórax
- e. Segmentos abdominales

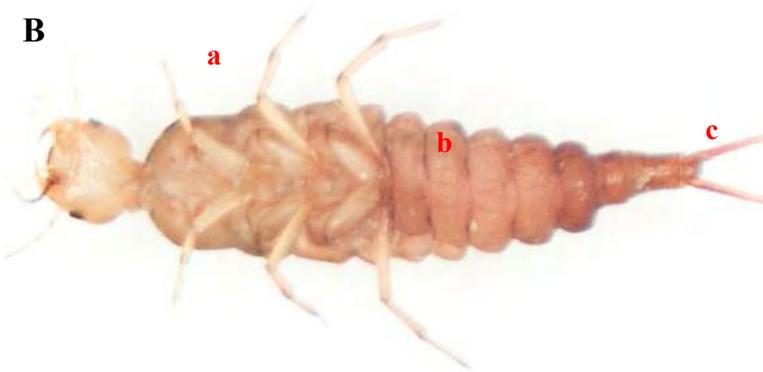


Fig. B: Vista Ventral de *Lancetes* (Larva).

- a. Patas torácicas
- b. Abdomen
- c. Urogenfo (último segmento abdominal)

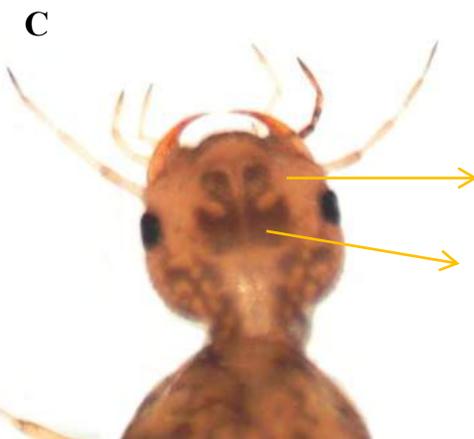


Fig. C: Vista Dorsal de Capsula cefálica.

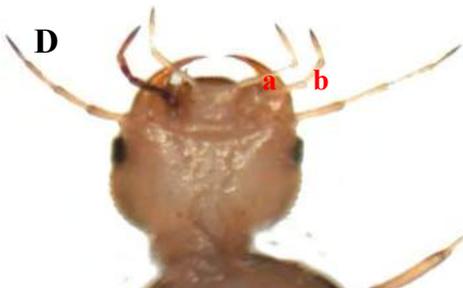


Fig. D: Vista Ventral de capsula cefálica.

- a. Mandíbula
- b. Palpo maxilar

## **Familia Elmidae**

**Género** *Austrelmis* (Adulto)

### **Descripción.**

- ✎ La longitud de los élmidos puede variar de 1 mm a 10 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma oval-alongada.
- ✎ Su cuerpo son de color marrón oscuro o negro y puede ser lampiños o pubescente, y a menudo están cubiertos de sedimentos; los cuales deben ser removidos antes de observar los patrones de color, presencia de carinas e impresiones en los élitros y el pronoto, características que son básicas para la determinación de los géneros.
- ✎ Las Antenas son largas y filiformes son más grandes que su cabeza.
- ✎ Élitros sin estría accesoria.
- ✎ Pronoto y élitros sin protuberancias.
- ✎ Pronoto y élitros generalmente con carenas laterales.
- ✎ Élitros generalmente con 2 carenas laterales.
- ✎ Uñas tarsales sin dientes.
- ✎ Sus patas tienen cinco segmentos.
- ✎ Respiran mediante el plastrón, que es una cubierta fina y densa de setas hidrófobas que atraen una delgada lámina de aire a través de la cual los gases se pueden intercambiar y les permite permanecer sumergidos.

### **Hábitat.**

Esta familia ha clasificado a los ll m os “ s r b jos los rápidos ” unqu l unos llos también pueden habitar lagos y estanques, aparecen mayoritariamente en zonas de aguas rápidas y pocas profundas como arroyos y ríos.

De vez en cuando los adultos pueden salir a la tierra, donde la corriente es moderada, donde se adhieren a rocas, grava, troncos y hojas.

En días calurosos, se puede encontrar en aguas de rocas o troncos.

**Figura 41.**

*Austrelmis* Adulto (Familia Elmidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)

**A**

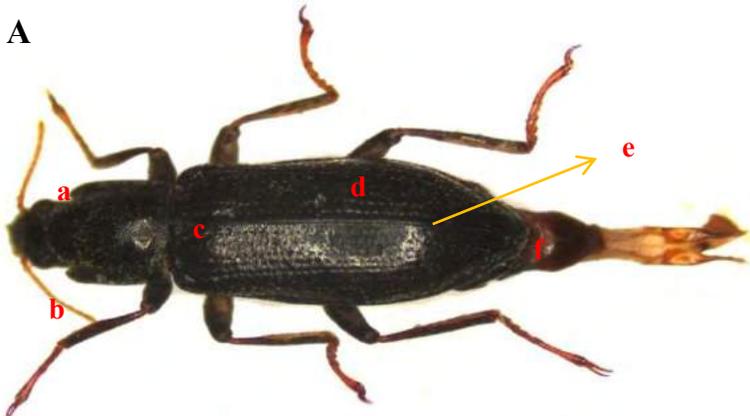


Fig. A: Vista Dorsal de *Austrelmis* (Adulto).

- a. Ojos compuesto
- b. Antena
- c. Escutelo
- d. Élitro
- e. Sutura élitral
- f. Ápice

**B**

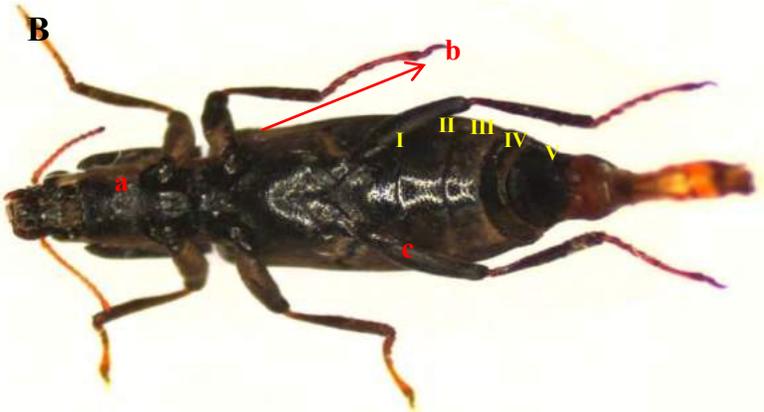


Fig. B: Vista Ventral de *Austrelmis* (Adulto).

- a. Prosterno
- b. Eplipleura elitral
- c. Abdomen
- d. Primero, segundo, tercero, cuarto y quinto segmentos abdominales

**C**



Fig. C: Cabeza y antenas (filiformes).

**D**



Fig. D: Pata anterior.

**E**

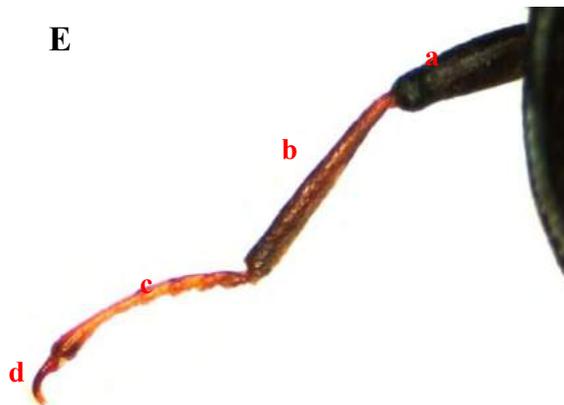


Fig. E: Pata posterior.

- a. Fémur
- b. Tibia
- c. Trocánter
- d. Garra tarsal

## Familia Elmidae

### Género *Macrelmis* (Adulto)

#### Descripción.

- ✎ La longitud varía de 1 mm a 10 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma oval - alongada.
- ✎ Su cuerpo son de color marrón oscuro o negro.
- ✎ Antenas filiformes.
- ✎ Cabeza prognata.
- ✎ Pronoto generalmente con carenas laterales.
- ✎ Élitros con o sin carenas longitudinales.
- ✎ Élitros con una corta estría accesoria entre la primera y segunda estrías.
- ✎ Epipleura sin líneas longitudinales de gránulos.

#### Figura 42.

*Macrelmis* Adulto (Familia Elmidae). Fig. A (Vista Dorsal)



Fig. A: Vista Dorsal de *Macrelmis* (Adulto).

Pronoto generalmente con carenas laterales.

Élitros con o sin carenas longitudinales.

Élitros con una corta estría accesoria entre la primera y segunda estrías.

## **Familia Elmidae (Larvas)**

### **Descripción.**

- ✎ La longitud de larvas varía de 3 mm a 14 mm.
- ✎ Su cuerpo es más o menos cilíndrico, delgado y completamente esclerotizado.
- ✎ Las antenas son cortas.
- ✎ Poseen tres pares de patas bien desarrolladas.
- ✎ Su abdomen es generalmente duro y está dividido tiene nueve segmentos, el noveno segmento presenta opérculo ventral, el cual contiene las branquias caudales a modo de penacho de filamentos.

### **Hábitat.**

Las larvas de elmidos son muy abundantes y diversos en ríos ricos en oxígeno y ríos ricos en materia orgánica en descomposición (hojarasca y madera).

Todas las larvas son de hábitos completamente acuáticos.

Suelen vivir en el mismo entorno que los adultos.

Se alimentan de algas y tienen un ciclo de crecimiento muy lento, que dura entre uno y dos años.

**Figura 43.**

*Elmidae (Larva). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)*

Fig. A: Vista Dorsal Elmidae (Larva).



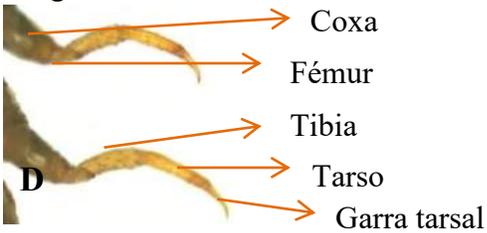
Fig. B: Vista Ventral Elmidae (Larva).



Fig. C: Segmento IX.  
a. Filamentos braquiales  
b. Opérculo



Fig. D: Pata.



## **Familia Hydrophilidae**

### **Género *Tropisternus*(Adulto)**

#### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño varía de 9 mm a 14 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma ovalada, hidrodinámica y completamente esclerotizado.
- ✎ Son de coloración variada.
- ✎ Antenas de 7 a 9 segmentos, normalmente no son visibles dorsalmente y están ocultas al costado de los ojos y el extremo apical forma una clava de tres segmentos.
- ✎ Con una antena corta, los últimos tres segmentos son más grandes y redondos que los anteriores.
- ✎ Patas medias y posteriores con pelos natatorios.
- ✎ Los adultos poseen una burbuja de aire bajo del cuerpo, el oxígeno es constantemente renovado con un toque de las antenas en la superficie del agua. Este comportamiento los diferencia de los ditíscidos, que renuevan su burbuja al tocar la superficie con la parte posterior de su cuerpo.

#### **Hábitat.**

Los adultos y las larvas se encuentran sumergidos en ríos, arroyos, lagunas y canales de riego.

**Figura 44.**

*Tropistermus* Adulto (Familia Hydrophilidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)



Fig. A: Vista Dorsal de *Tropistermus* (Adulto).

- a. Ojos compuesto
- b. Pronoto
- c. Escutelo
- d. Élitro
- e. Sutura élitral
- f. Ápice



Fig. B: Vista Ventral de *Tropistermus* (Adulto).

- a. Pronoto
- b. Epipleura
- c. Prosternón y quilla media
- d. Esternito abdominal

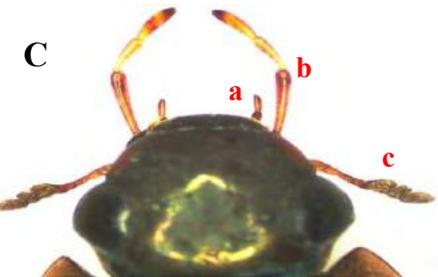


Fig. C: Cabeza Dorsal.

- a. Mandíbula
- b. Palpo maxilar
- c. Antena clavada



Fig. E: Pata anterior.



Fig. F: Pata posterior.



Fig. D: Cabeza (Ventral).

## **Familia Curculionidae (Larva)**

### **Descripción.**

- ✎ Solo unas pocas especies de larvas de Curculionidos son consideradas acuáticas.
- ✎ Su tamaño es de 8 mm a 10 mm.
- ✎ Son de color anaranjado, en alcohol cambian a amarillo.
- ✎ Su cuerpo es robusto cilíndrico y no esclerotizado.
- ✎ Su rostro tan largo como una nariz, donde se origina las antenas
- ✎ Sus antenas son clavadas.
- ✎ No poseen patas torácicas.
- ✎ Patas con 6 segmentos, incluidas las uñas. Todos los tarsos tienen 4 tarsómeros, los primeros 3 tiene forma de corazón y el cuarto es laminar.

### **Hábitat.**

Esta familia es principalmente terrestre. Sin embargo, la etapa adulta de algunas especies está relacionada con el medio acuático.

La etapa adulta de las especies acuáticas se encuentra en estanques y lagunas, sobre la vegetación.

Son herbívoros y se alimentan de raíces, tallos y hojas de la vegetación acuática.

**Figura 45.**

*Curculionidae Larva. Fig. A (Vista Lateral), B (Cabeza)*

**A**



Fig. A: Vista Lateral de Curculionidae (Larva).

- a. Ojos
- b. Esculeto
- c. Elitro
- d. Ventritos
- e. Pata

**B**

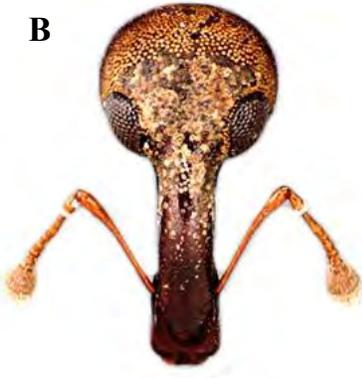


Fig. B: Vista anterior de la cabeza de Curculionidae (Larva).

**C**



Fig. C: Élitro derecho (Estrías).

**D**

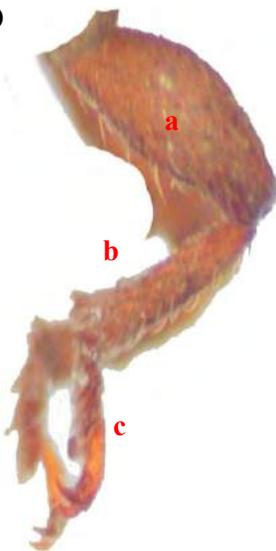


Fig. D: Vista Anterior.

- a. Mesofémur
- b. Mesotibia
- c. Metatarso

## **Familia Staphylinidae**

### **Género *Oxytelus* (Adulto)**

#### **Descripción.**

- ✎ El tamaño de los estafilínidos adultos varía entre 5 mm a 2 cm.
- ✎ El cuerpo es delgado y alargado.
- ✎ El color varía entre café y negro.
- ✎ Las antenas son largas y filiformes, multisegmentadas (11 segmentos).
- ✎ Sus mandíbulas son fuertes y prominentes, y son representantes típicos de cazadores activos.
- ✎ Una característica típica de la familia es que los élitros son reducidos, dejando al descubierto la parte posterior del abdomen.
- ✎ Tarsos con 6 tarsómeros. Además, cada tarso presenta 2 uñas.

#### **Hábitat.**

En la familia staphylinidae, la mayoría de las especies son terrestres, pero algunas especies son acuáticas.

Se pueden encontrar en la superficie de los ríos o sumergidos en el agua durante un tiempo breve. Sin embargo, algunas especies pueden pertenecer a animales ribereños y también pueden encontrar en rocas en medio del río.

**Figura 46.**

*Oxytelus* Adulto (Familia Staphylinidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)

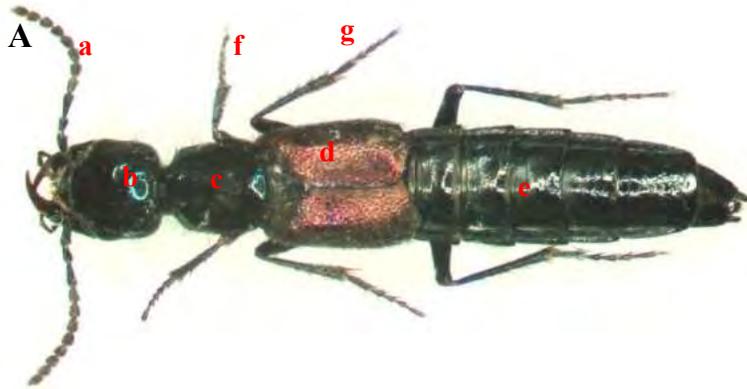


Fig. A: Vista Dorsal de *Oxytelus* (Adulto).

- a. Antena
- b. Cabeza
- c. Pronoto
- d. Élitro
- e. Abdomen
- f. Propata
- g. Metapata

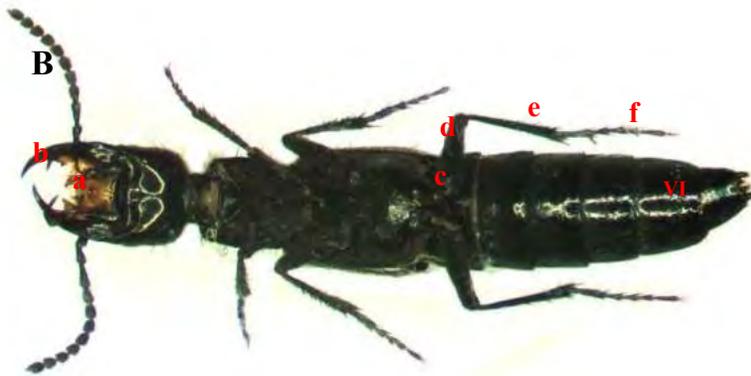


Fig. A: Vista Ventral de *Oxytelus* (Adulto).

- a. Palpo maxilar
- b. Mandíbula
- c. Metacoxa
- d. Metafémur
- e. Metatibia
- f. Metatarso
- g. Esternitos VI



Fig. C: Cabeza y antenas (con 11 segmentos).



Fig. D: Élitros.



Fig. E: Metapata.

- a. Metafémur
- b. Metatibia
- c. Metatarso

#### 4.2.3.2 Orden Hemiptera

##### Familia Corixidae

##### Género *Sigara*

##### Descripción.

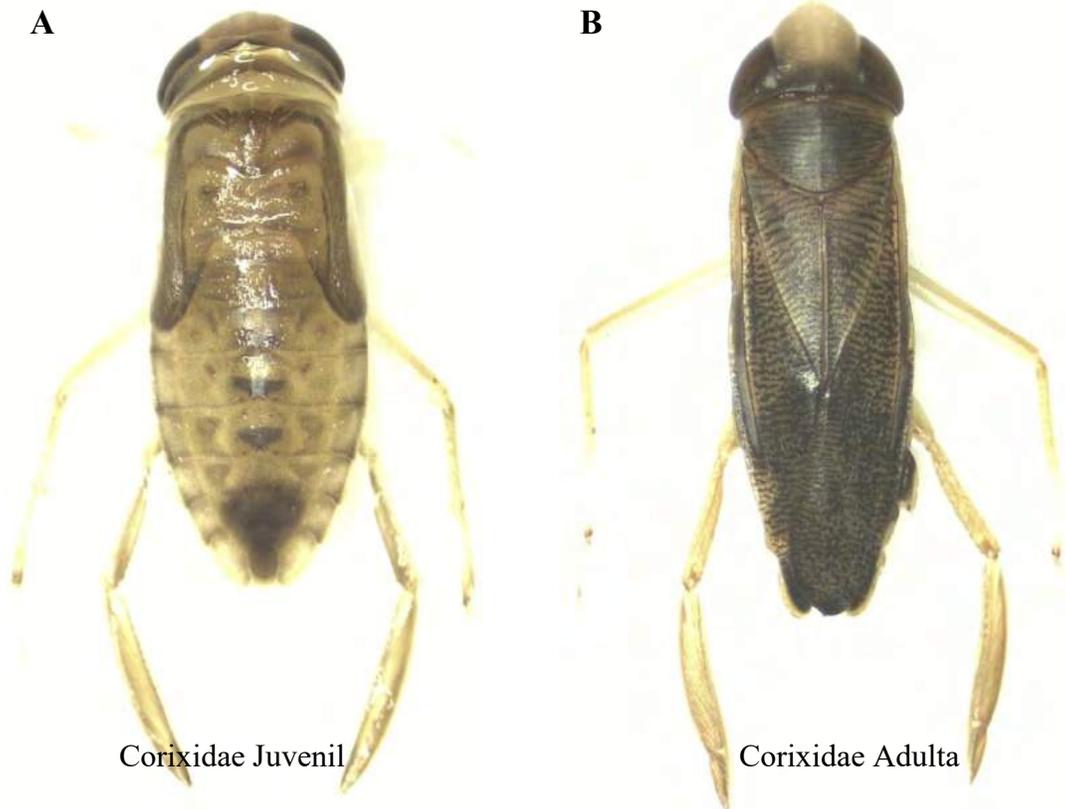
- ✦ Su tamaño es de 1.5 mm a 15 mm.
- ✦ Sus cuerpos son planos.
- ✦ Son de color marrón o amarillo.
- ✦ Su cabeza es ancha y triangular, en vista frontal, con el rostro dirigido fuertemente hacia atrás, ojos grandes, sin ocelos.
- ✦ Con escudete visible u oculto por el pronoto (según el género).
- ✦ Las patas anteriores son cortas mientras y las del medio son largas y delgadas. Las patas traseras tienen forma de remos.

##### Hábitat.

Se encuentran en vegetación sumergida en ríos de corriente lenta.

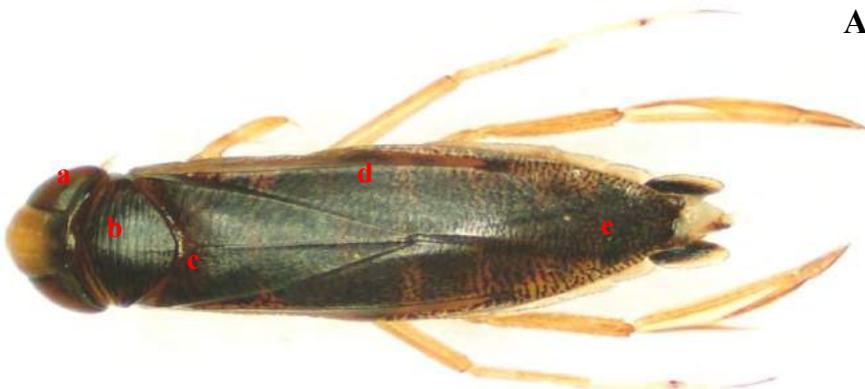
##### Figura 47.

*Sigara* (Familia Corixidae). Fig. A (Juvenil), B (Adulto)



**Figura 48.**

*Sigara Adulto (Familia Corixidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Ventral)*



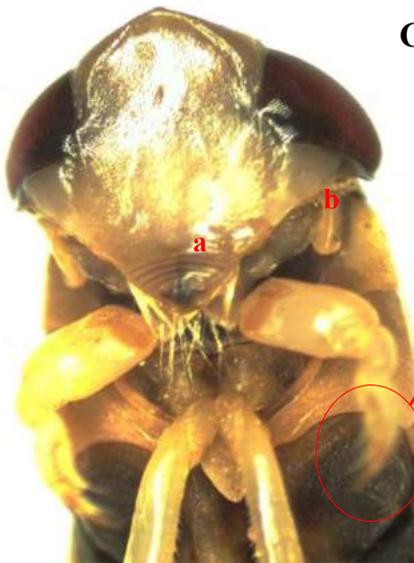
**A** Fig. A: Vista Dorsal de Sigara (Adulto).

- a. Ojos
- b. Pronoto
- c. Escutelo
- d. Coria
- e. Membrana



**B** Fig. B: Vista Ventral de Sigara (Adulto).

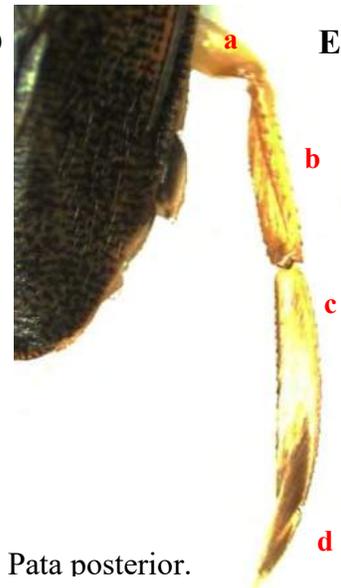
- a. Rostro
- b. Patas
- c. Ventritos



**Fig. C: Cabeza y boca.**  
a. Rostro  
b. Sutura infra ocular



**Fig. D: Pata anterior el tarso (forma de pala).**



**Fig. E: Pata posterior.**

- a. Fémur
- b. Tibia
- c. Tarso
- d. Uña

#### 4.2.3.3 Orden Odonata

**Familia** Aeshnidae

**Género** *Anax* (Larva)

##### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño varía de 12 mm a 38 mm.
- ✎ Su cuerpo es robusto.
- ✎ Su cabeza con prementon alargado y aplanado, no cubre el labro ni el clípeo.
- ✎ Poseen ojos grandes.
- ✎ Sus antenas son filiformes de 6 a 8 segmentos.
- ✎ Larvas maduras son las más grandes de todo el orden.

##### **Hábitat**

Se encuentran en aguas lentas con mucha vegetación.

Las ninfas acuáticas se encuentran en aguas tranquilas y poco profundas, con fondos arenosos y rocosos, aptas para excavar

**Figura 49.**

*Anax Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Vista Dorsal)*

**A**

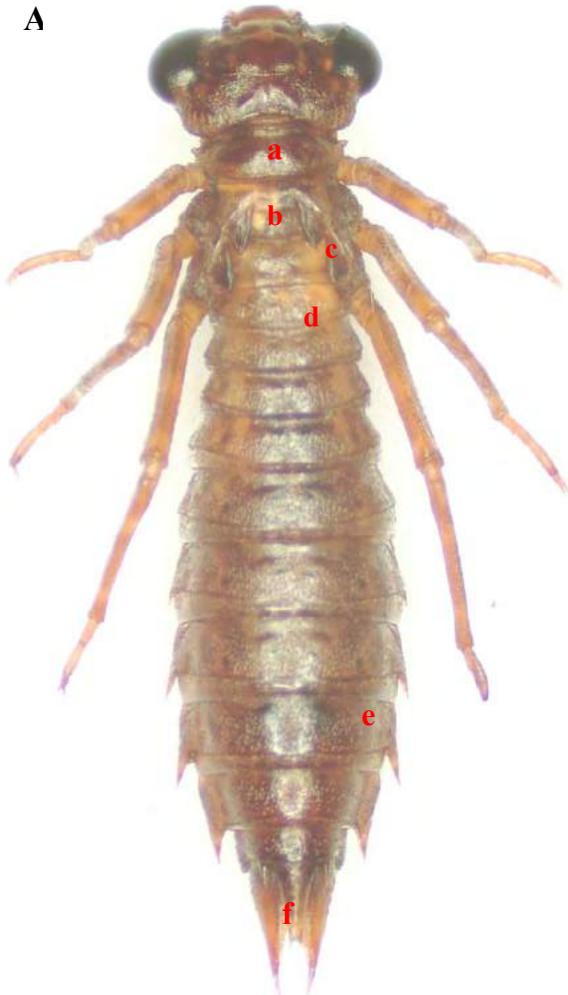


Fig. A: Vista Dorsal de *Anax* (Larva).

- a. Protórax
- b. Sintórax
- c. Almohadillas alares (Pterotecas)
- d. Protuberancias dorsales
- e. Espinas laterales
- f. Pirámide caudal

**B**

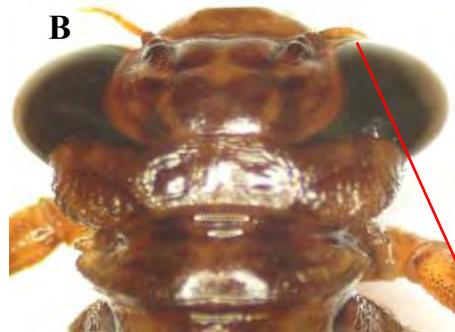


Fig. B: Cabeza y Protórax en Vista Dorsal.

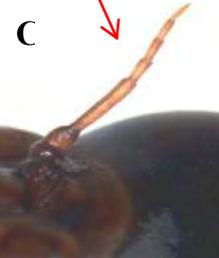


Fig. C: Antena filiformes.

**D**

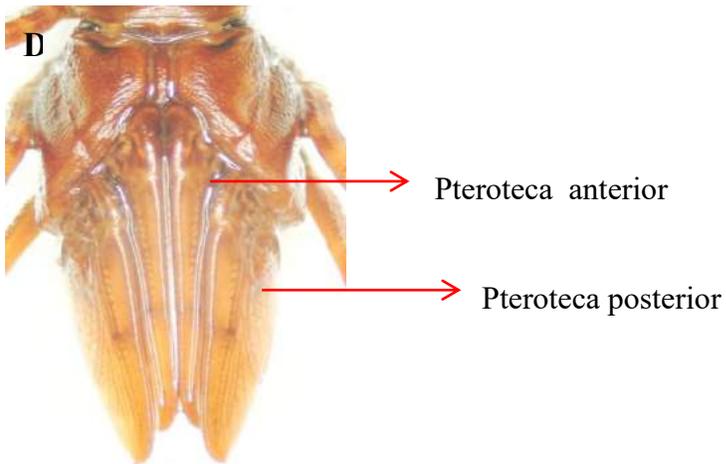
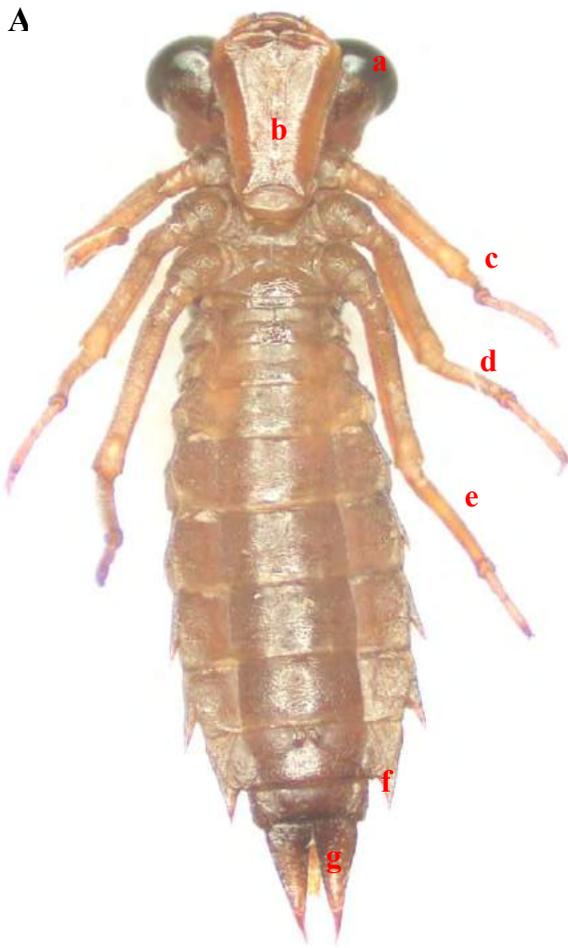


Fig. D: Almohadillas alares (Pterotecas).

**Figura 50.**

*Anax Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Vista Ventral)*

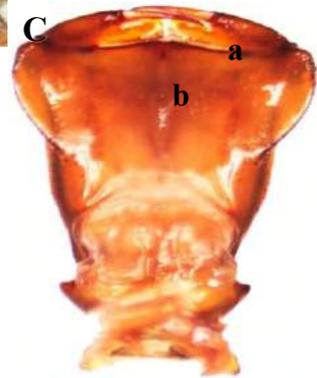


**Fig. A:** Vista Ventral de *Anax* (Larva).

- a. Ojos
- b. Prementon
- c. Pata anterior
- d. Pata media
- e. Pata posterior
- f. Espinas laterales
- g. Pirámide caudal

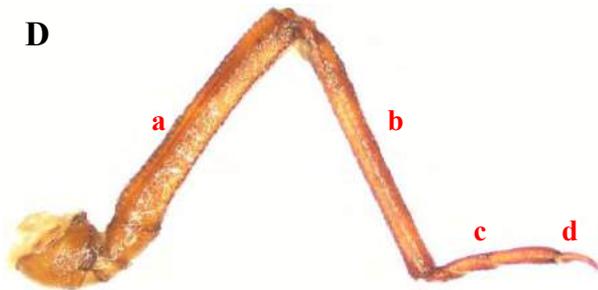


**Fig. B:** Prementon Vista Ventral.



**Fig. C:** Prementon

- a. Palpos labiales
- b. Ligula



**Fig. D:** Pata.

- a. Fémur
- b. Tibia
- c. Tarso
- d. Uña



**Fig. E:** Apéndices caudales de Aeshinidae (Larva)

**Familia Aeshnidae**

**Género *Rhionaeschna* (Larva)**

- ✦ Su tamaño varía de 12 mm a 38 mm.
- ✦ Su cuerpo es robusto.
- ✦ Su cabeza con prementon alargado y aplanado, lígula sin tubérculo evidente.
- ✦ Sus antenas son filiformes de 6 a 8 segmentos.
- ✦ Paraproctos más cortos que la longitud dorsal de los segmentos abdominales 8-9.
- ✦ Espinas laterales.
- ✦ Cercos sin hilera de espinas.
- ✦ Epiprocto terminado en espinas, generalmente una a cada lado del ápice.

**Hábitat**

Se encuentran en aguas lentas con mucha vegetación.

Las ninfas acuáticas se encuentran en aguas tranquilas y poco profundas, con fondos arenosos y rocosos, aptas para excavar.

**Figura 51.**

*Rhionaeschna* Larva (Familia Aeshnidae). Fig. A (Apéndices caudales)

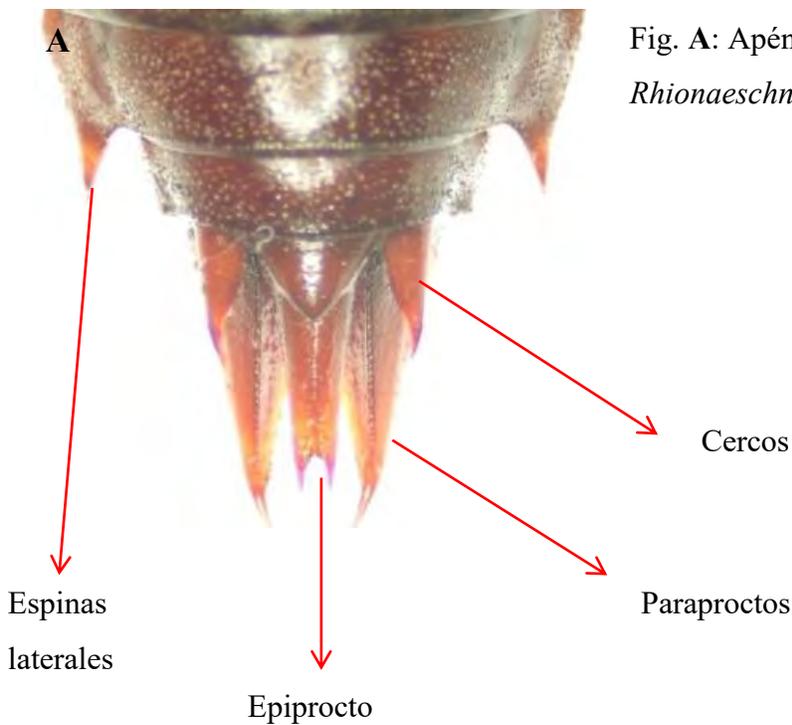


Fig. A: Apéndices Caudales del Género *Rhionaeschna*.

**Familia Libellulidae**

**Género *Sympetrum* (Larva)**

**Descripción.**

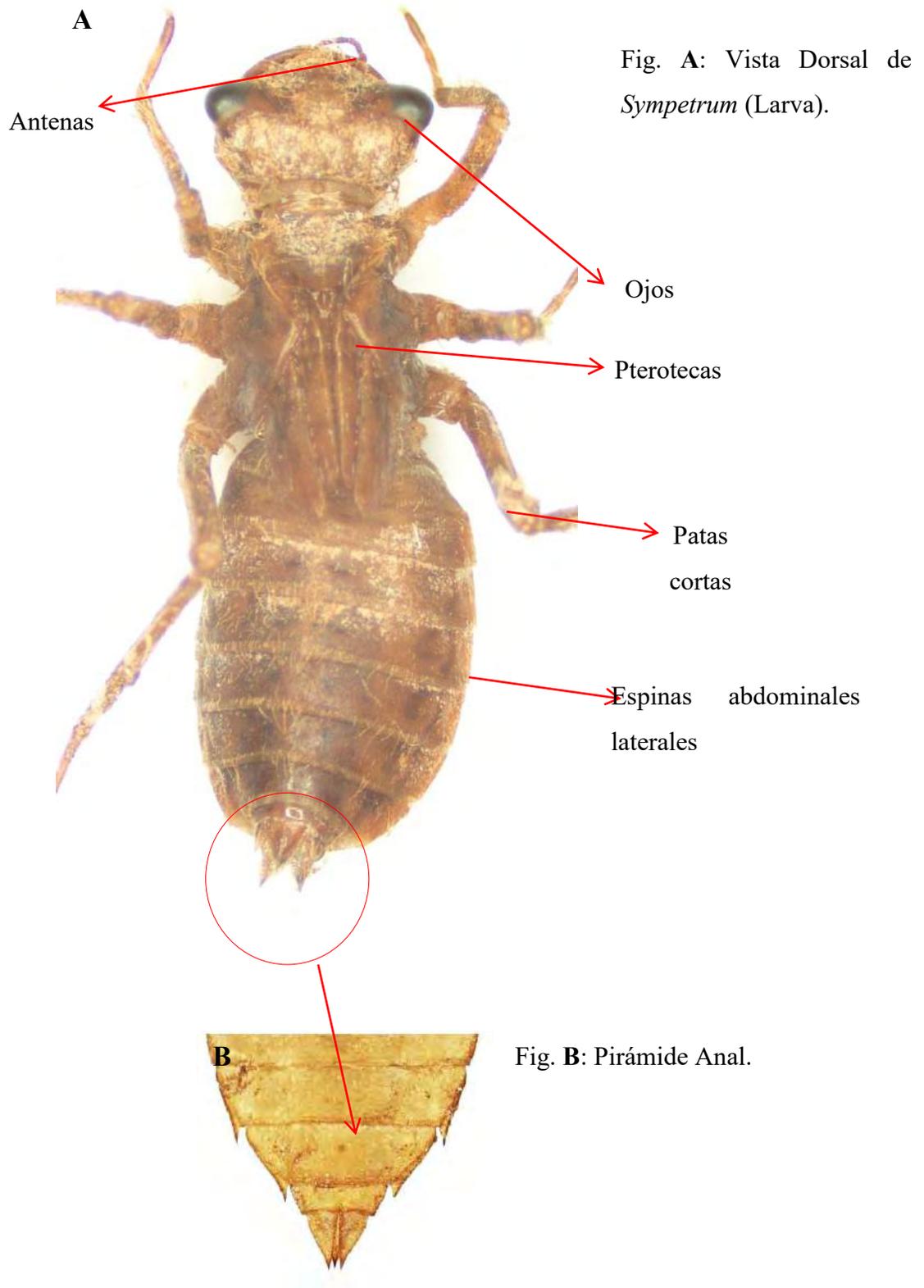
- ✎ Su tamaño varía de 18 mm a 42 mm.
- ✎ Las ninfas son robustas de cabeza más estrecha que el tórax.
- ✎ Cabeza con premento cóncavo (en forma de cuchara), cubre el labro y clipeo.
- ✎ Los lóbulos laterales están muy y moderadamente dentados.
- ✎ Su abdomen es fuerte y triangular al final.

**Hábitat.**

Todas las ninfas acuáticas pueden vivir en aguas pocas profundas en agua corriente, se encuentra en el fondo de vegetación sumergida, arena, lodo y grava, y pueden soportar condiciones extremas de alta temperatura.

**Figura 52.**

*Sympetrum Larva* (Familia Libellulidae). Fig. A (Vista Dorsal), B (Pirámide Anal)



#### 4.2.3.4 Orden Trichoptera

##### Familia Hydroptilidae

##### Género Metrichia (Larva)

##### Descripción.

- ✎ Su tamaño es de 2 mm a 4 mm de largo.
- ✎ Construyen casas portátiles en forma de sacos hechos de arena fina o materiales vegetales.
- ✎ No tienen branquias en el abdomen y solo dos o tres pelos en la base de las uñas anales.
- ✎ El dorso de los tres segmentos torácicos presenta placas bien esclerotizadas.
- ✎ Los primeros estadios larvales son de vida libre y no forman estuche.

##### Hábitat.

Viven en aguas lentas o que fluye, al principio son libres y luego tejen unas bolsas planas, cubiertas de partículas finas.

Las larvas se alimentan raspando diatomeas de la superficie de las rocas o por perforación de algas filamentos absorbiendo el contenido celular.

**Figura 53.**

*Metrichia Larva (Familia Hydroptilidae). Fig. A (Vista Lateral)*

**A**



Fig. A: Vista Lateral de *Metrichia* (Larva) en estuche.

**B**



Fig. B: Vista Lateral de *Metrichia* (Larva) (Emergiendo del estuche de seda).

**C**

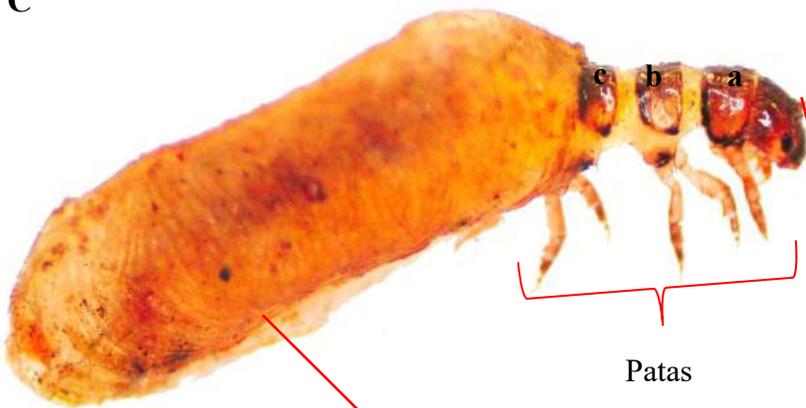


Fig. C: Vista Lateral de *Metrichia* (Larva).

- a. Pronoto
- b. Mesonoto
- c. Metanoto

Antena

Patas

Estuche de seda

**Familia Leptoceridae**

**Género *Nectopsyche* (Larva)**

**Descripción.**

- ✦ Su tamaño es de 5 mm a 20 mm.
- ✦ Su cuerpo usualmente es alargado y frágil.
- ✦ Las antenas de las larvas son generalmente visibles, mientras que en otras familias son tan pequeñas que se confunde con el pelo
- ✦ Muestran una saliente dorsal sobre el primer segmento.
- ✦ Abdomen con filamentos branquiales simples.
- ✦ Las patas posteriores son largas (más largas que los otros dos pares) y sobresalen hacia delante.
- ✦ Algunas construyen estuches cónicos alargados de arena o piedras, algunos tendrán incrustaciones de plantas e incluso se puede usar pequeñas ramas vacías en el interior.

**Hábitat.**

Habitan en aguas loticas y limpias, tanto en rocas de corriente rápida y remansos de vegetación. Se alimentan raspando de las diatomeas expuestas en la superficie de la roca, viven fuera de la agua adherida a ellas, en cascadas y arroyos.

**Figura 54.**

*Nectopsyche* Larva (Familia Leptoceridae). Fig. A (Vista Lateral)

**A**



Fig. A: Vista lateral de *Nectopsyche* estuche.

**B**



Fig. B: Vista Lateral de *Nectopsyche* (Larva) fuera del estuche.

## **Familia Hydrobiosidae (Larva)**

### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño es de 11 mm a 20 mm, cuando maduran pueden alcanzar tamaños mayores.
- ✎ Coloración de grisácea.
- ✎ Su cuerpo usualmente es alargado y frágil.
- ✎ Cabeza dirigida hacia adelante y presenta machas marrones.
- ✎ Pronoto con una sola placa.
- ✎ Abdomen presenta profundas constricciones entre los segmentos.
- ✎ Branquias ausentes.
- ✎ En el noveno segmento abdominal presenta una placa dorsal.

### **Hábitat.**

Habitan en aguas loticas y limpias, se encuentran sobre las piedras en corrientes, masas de plantas entrelazadas que se desarrollan sobre piedras dentro de las corrientes de agua .esta familia parecer ser exclusivamente depredadora.

**Figura 55.**

*Hidrobiosidae Larva. Fig. A (Vista Lateral)*

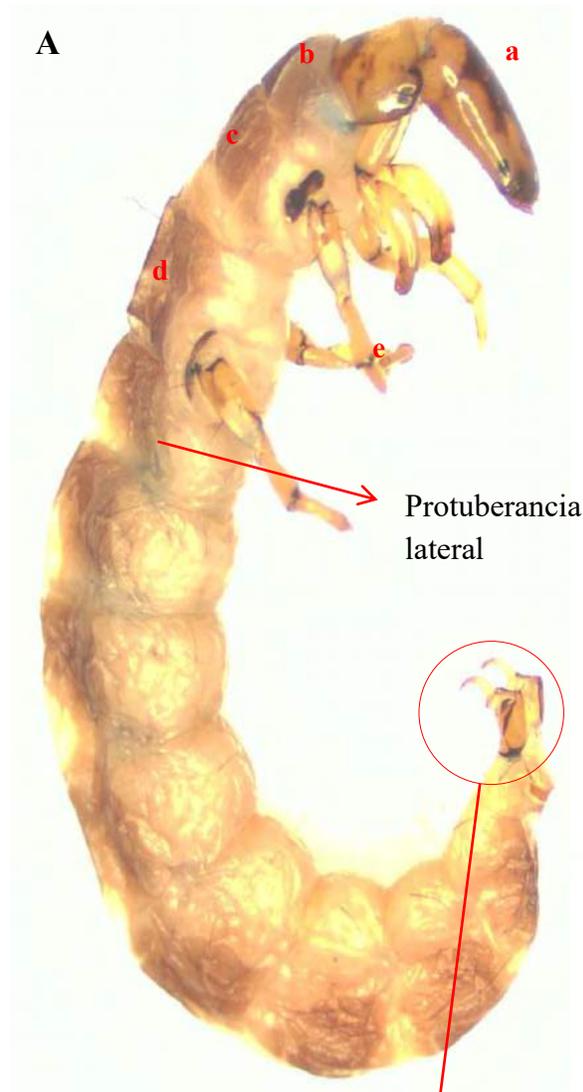


Fig. A: Vista Lateral de Hidrobiosidae (Larva) en general.

- a. Cabeza
- b. Pronoto
- c. Mesonoto
- d. Metanoto
- e. Patas torácicas



**Cabeza.** está siempre desarrollada alargada. Las piezas bucales son de tipo masticador.

**Tórax.** dividido en tres segmentos (pronoto, meso y metanoto completamente esclerotizado.

**Abdomen.** es largo y está formado por diez segmentos membranosos.

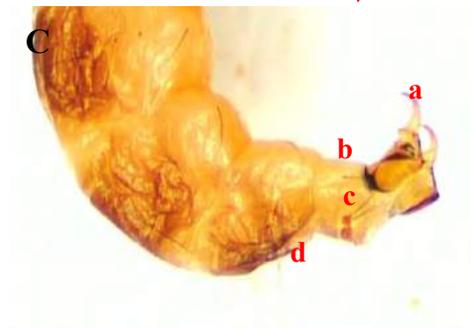


Fig. C: Vista del segmento X.

- a. Uña anal
- b. Esclerito ventral
- c. Esclerito lateral
- d. Esclerito dorsal

**Familia** Odontoceridae

**Género** *Marilia* (Larva)

**Descripción.**

- ✎ Su tamaño es de 9 mm a 10 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma cilíndrica.
- ✎ La cabeza es redondeada con carina lateral bien desarrollada.
- ✎ Pronoto completamente esclerotizado.
- ✎ Sus patas anales poseen pequeñas espinas. Metanoto con 5 escleritos: 2 laterales, 2 anteriores y una larga posterior.

**Hábitat.**

Se los encuentra en ríos que fluyen rápidamente entre depósitos de arenas y piedra.

Se caracteriza por el uso de arena y seda para construir casa portátiles.

**Figura 56.**

*Marilia Larva (Familia Odontoceridae). Fig. A (Vista Lateral)*



Fig. A: Vista Lateral de *Marilia* (Larva).

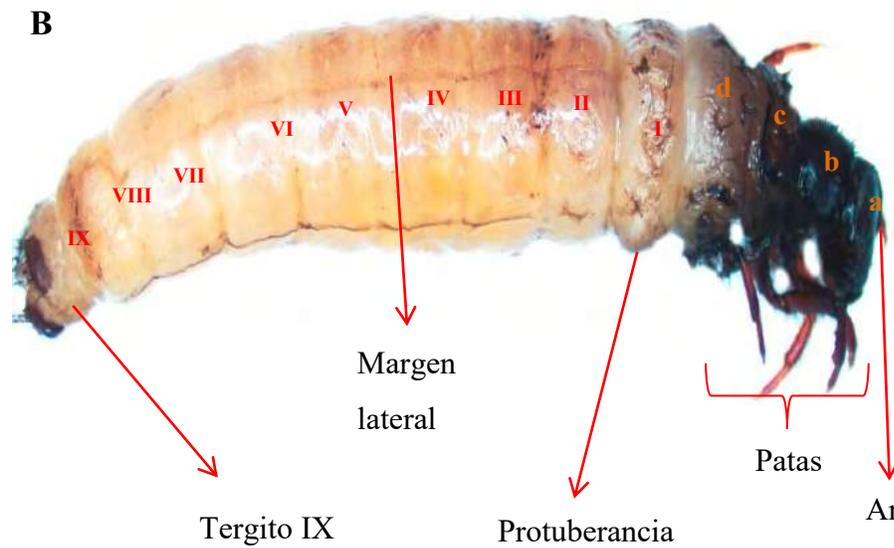


Fig. B: Vista Lateral de *Marilia* (Larva) sin estuche.



Fig. C: Partes de la pata de *Marilia*.

- a. Coxa
- b. Trocánter
- c. Fémur
- d. Tibia
- e. Tarso
- f. Uña tarsal

#### 4.2.3.5 Orden Plecóptera

##### Familia Perlidae (Larva)

##### Descripción.

- ✎ Su tamaño es de 20 mm a 50 mm.
- ✎ Poseen branquias ramificadas en el tórax.
- ✎ Su característica principal es que no presenta ramilletes de agallas ventrales en el abdomen (del 1 al 3 segmento).
- ✎ Las patas extendidas se extienden más allá del ápice del abdomen.

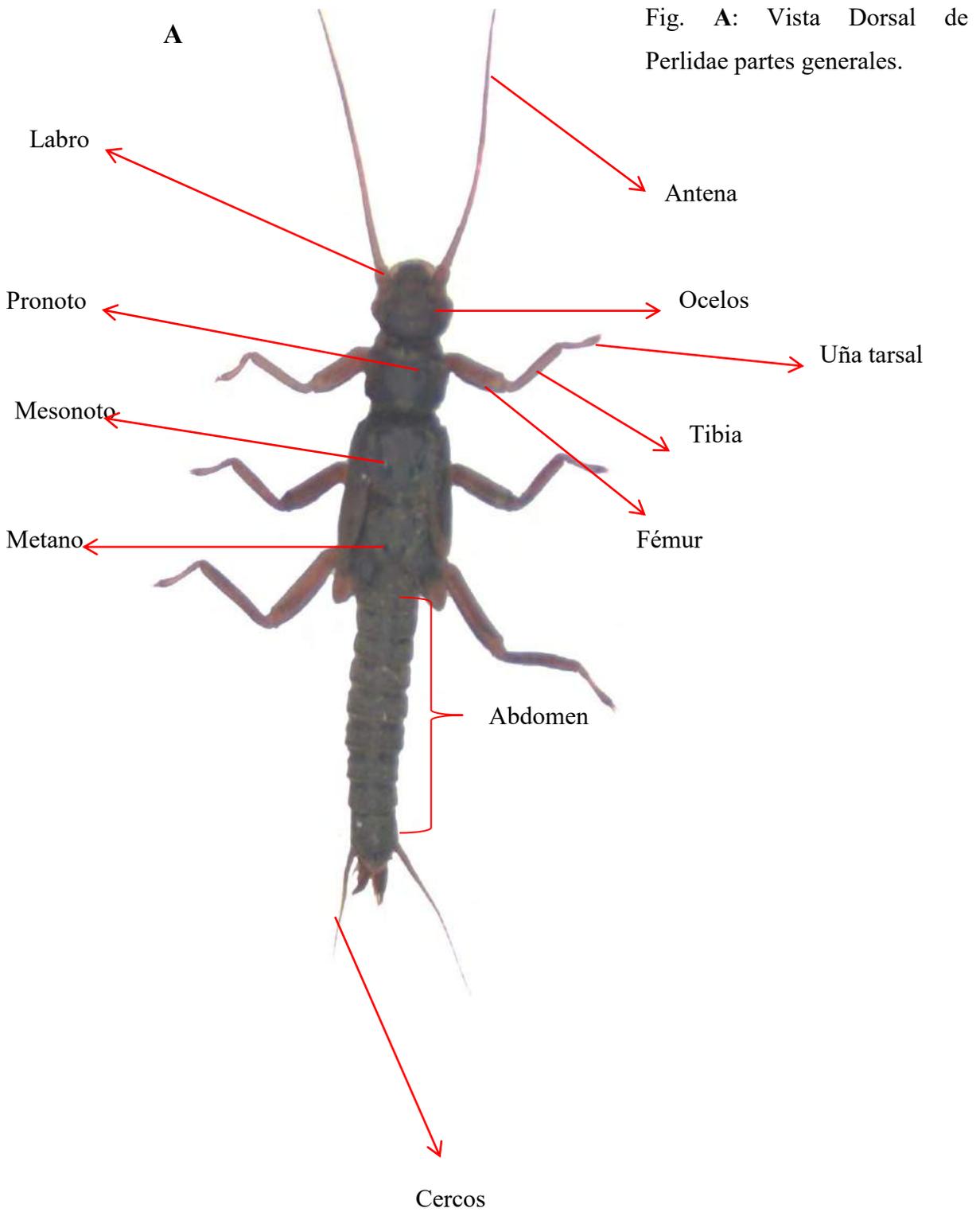
##### Hábitat.

Las ninfas viven en ambientes lóticos de aguas rápidas, frías, turbulentas y con alto contenido de oxígeno. Se encuentran debajo de rocas, troncos, ramas y hojas.

Se alimentan de insectos más pequeños, que constituyen el alimento de varios peces, lo que los convierte en un eslabón importante en la cadena trófica de los cuerpos de agua.

**Figura 57.**

*Perlidae Larva. Fig. A (Vista Dorsal)*



#### 4.2.3.6 Orden Ephemeroptera

**Familia** Leptophlebiidae

**Género** *Thraulodes* (Larva)

##### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño varía entre 4 mm y 30 mm aproximadamente.
- ✎ Su cuerpo es aplanado dorso ventralmente,
- ✎ Presentan coloración amarilla - marrón, pueden presentar manchas de color café en cuerpo.
- ✎ Cabeza y piezas bucales en posición prognata, dirigidas hacia adelante Clípeo y labro fusionados.
- ✎ Tienen ojos desarrollados.
- ✎ Su branquia abdominal se encuentra en los segmentos 1-7 o 2-7.

##### **Hábitat.**

Se encuentra en quebradas y ríos, en aguas rapadas, bajo piedras, troncos y hojas.

Se alimentan de detritos y algas, algunas de las cuales son omnívoras.

**Figura 58.**

*Thraulodes Larva (Familia Leptophlebiidae). Fig. A (Vista Dorsal)*

**A**

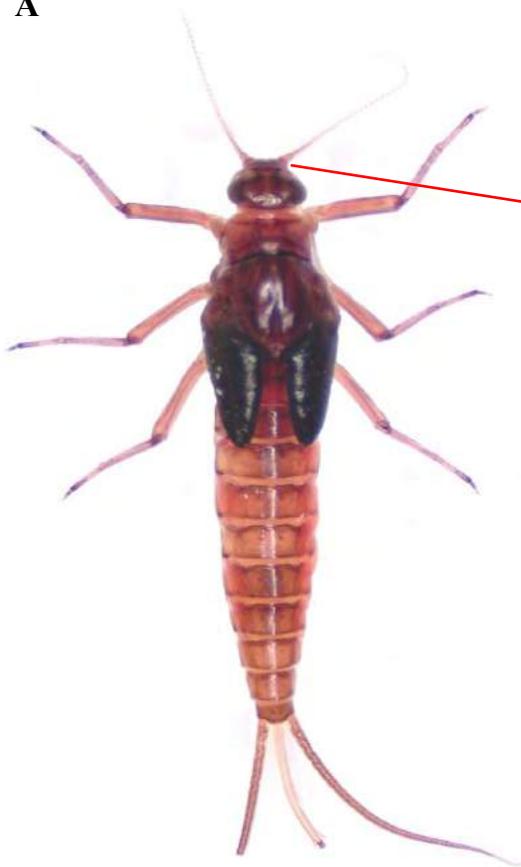
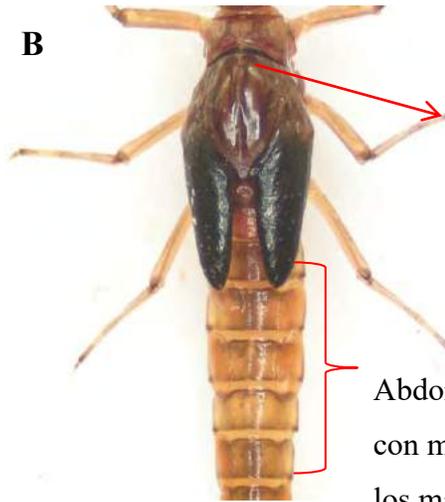


Fig. A: Vista Dorsal *Thraulodes* Larva

Cabeza de tipo prognata y esclerotizada.  
Antenas largas filiformes.  
Ojos compuestos.

Fig. B: Vista Dorsal de Tórax y Abdomen.

**B**



Tórax es de color castaño rojizo con manchas negras.

Abdomen color rojizo con manchas negras en los márgenes laterales, presenta branquias abdominales.

**C**



Fig. C: Filamento caudal multisegmentados.

**D**



Fig. D: Branquias abdominales (segmento 2 al 7).

## **Familia Baetidae**

### **Género *Andesiops* (Larva)**

#### **Descripción.**

- ✎ Su cuerpo es aproximadamente de 1 cm.
- ✎ Su coloración es amarilla.
- ✎ Cabeza y piezas bucales hipognatas (dirigidas hacia abajo).
- ✎ Sus antenas son largas (dos o más veces el ancho de la cabeza).
- ✎ Sus Ojos simples (ocelos) laterales ubicados posteriores a la sutura epicraneal.
- ✎ El Clípeo no fusionado a la frente.
- ✎ Palpos maxilares y labiales de tres segmentos.
- ✎ Tienen agallas abdominales, de forma ovalada y acorazonada, presentes en los segmentos abdominales 1-4, 1-7.

#### **Hábitat.**

Se encuentran principalmente en aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a vegetación sumergida. Las ninfas son buenas nadadoras.

**Figura 59.**

*Andesiops Larva (Familia Baetidae). Fig. A (Vista Dorsal)*

**A**

**Fig. A:** Vista Dorsal *Andesiops Larva*.



Cabeza redondeada de tipo hipognata y esclerotizada.  
Ojos compuesto ubicados laterodorsalmente.  
Antenas filiformes.

Abdomen color marrón amarillento con márgenes claros, presenta branquias abdominales.

**B**

**Fig. B:** Vista Dorsal.



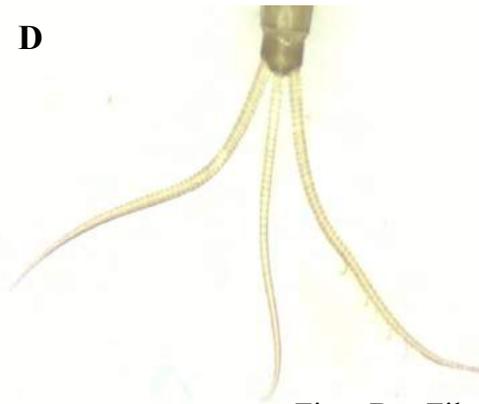
Tórax de color marrón amarillento, cada segmento cuenta con un par de patas robustas.

**C**



**Fig. C:** Branquia Abdominal (forma ovalada, ramificada).

**D**



**Fig. D:** Filamento caudal multisegmentado.

#### 4.2.3.7 Orden Díptera

##### Familia Tipulidae

##### Género *Tipula* (Larva)

##### Descripción.

- ✦ Su tamaño varía de 2 mm a 10 mm.
- ✦ Tienen cuerpos lisos, en algunos casos con pelos o proyecciones carnosas.
- ✦ Su coloración es amarilla, beis, y café.
- ✦ Por lo general, los últimos segmentos son lisos.
- ✦ Su cabeza no es retráctil y hay un disco espiracular en la última parte del abdomen.

##### Hábitat.

Los hábitats acuáticos más comunes de familia Tipulidae son las orillas de ríos poco profundos, charcos, lodo y desechos orgánicos en orillas arenosas.

##### Figura 60.

*Tipula Larva* (Familia Tipulidae). Fig. A (Vista General)

A



Fig. A: Vista general *Tipula* (Larva).

- a. Cabeza
- b. Disco espiracular

B



Fig. B: Disco espiraculares.

C

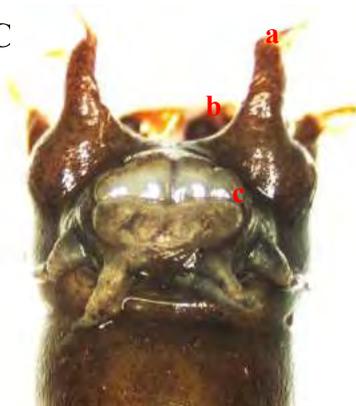


Fig. C: Disco espiraculares partes.

- a. Lóbulo dorsal
- b. Papila anal
- c. Lóbulo ventral

## **Familia Muscidae (Larva)**

### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño varía entre 8 mm a 10 mm.
- ✎ Con cuerpo blando, generalmente casi cilíndrico, con la región anterior aguzada.
- ✎ Con coloración crema o blanca.
- ✎ Cabeza aparentemente ausente.
- ✎ Tienen nódulos en cada segmento abdominal; el segmento anal tiene dos propatas (patas falsas).
- ✎ Espiráculos protorácicos presentes en forma de palma.

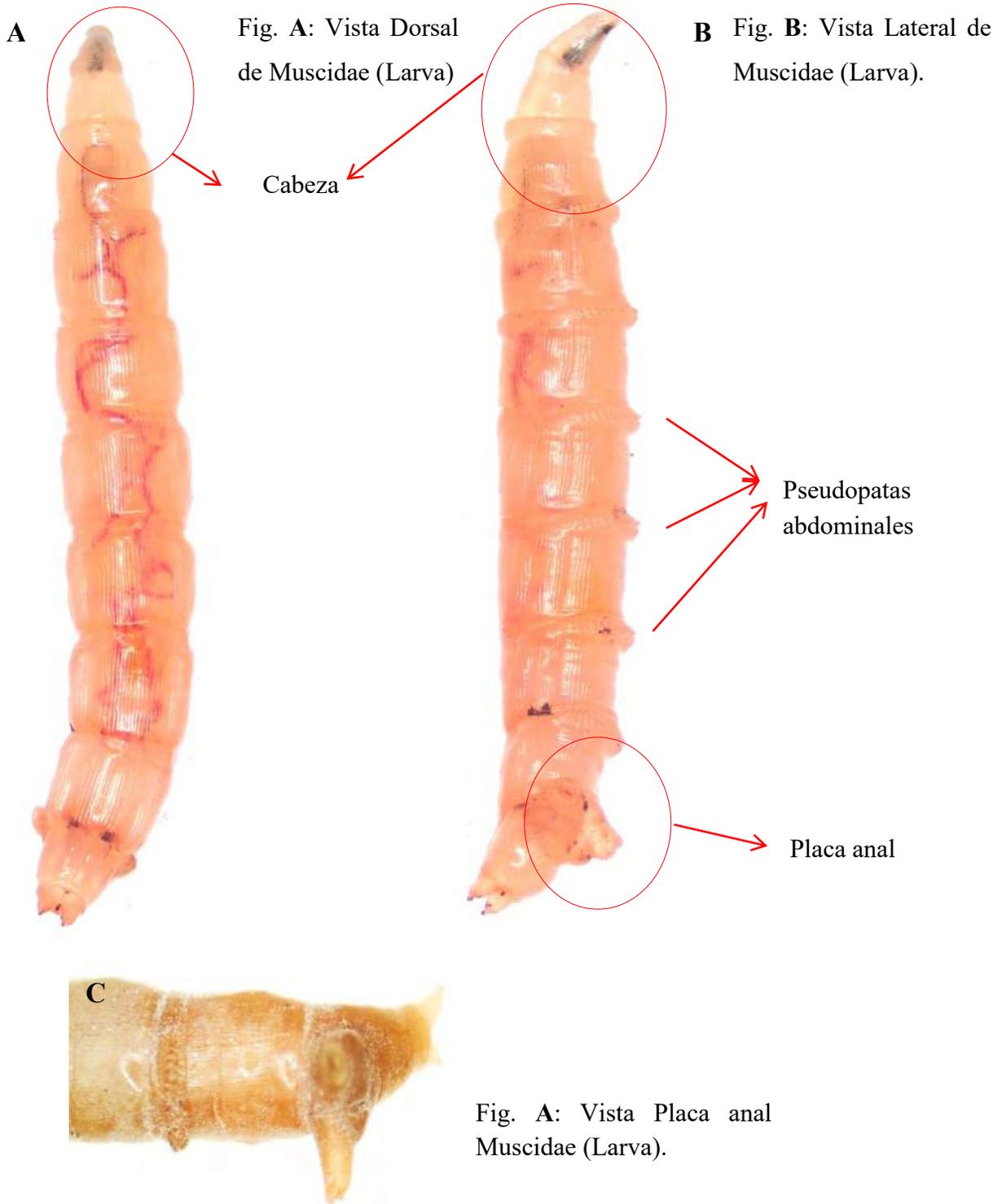
### **Hábitat.**

Habitan en márgenes de los ríos con corrientes, adheridas a superficies de rocas, con material orgánico en descomposición.

Son altamente tolerantes a contaminación orgánica.

**Figura 61.**

*Muscidae Larva. Fig. A (Vista Dorsal), B (Vista Lateral)*



## **Familia Chironomidae (Larva)**

### **Descripción.**

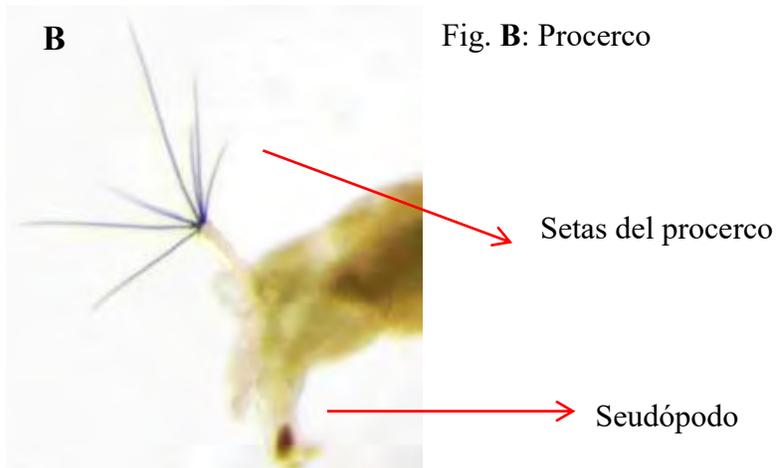
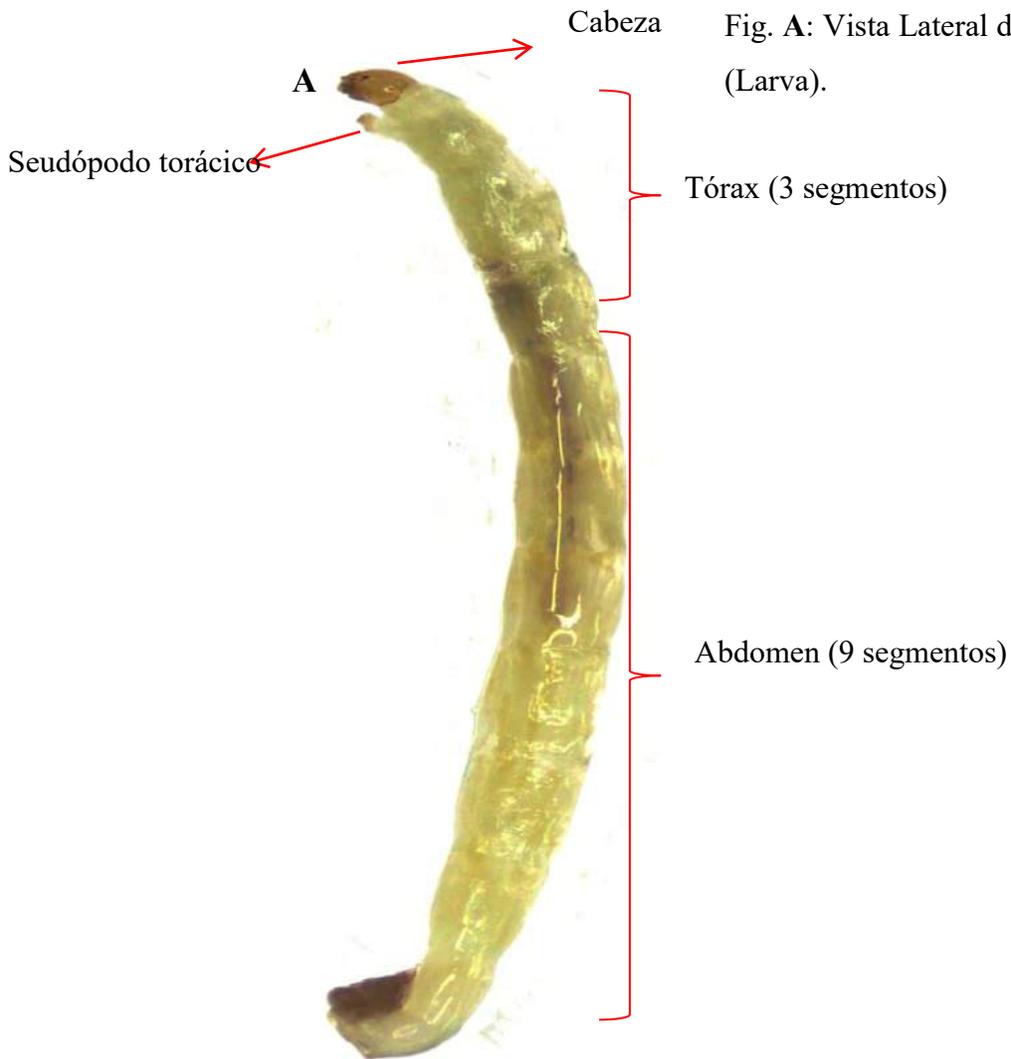
- ✎ Su tamaño es de 6 mm a 14 mm.
- ✎ Su coloración, verde, amarilla, beis, blanca y café.
- ✎ Su cuerpo es forma alargada y tubular.
- ✎ Los segmentos del cuerpo no están divididos, el tórax y el abdomen no diferenciados.
- ✎ Poseen 12 segmentos corporales, cuerpo generalmente cubierto de setas o pelos dispuestos en hileras, mechones o distribuidos irregularmente.
- ✎ La parte superior de la cabeza está bien desarrollada, endurecida y no retráctil.
- ✎ Protórax por lo menos con una propata ventral.
- ✎ Abdomen no ensanchado apicalmente.
- ✎ La sección del terminal sin anillo de ganchitos, pero a veces tienes uno o dos propatas en forma de ganchos.

### **Hábitat.**

Se encuentra en aguas poco profundas (corrientes o estancadas) en grandes superficies. También existe en el barro, la arena y la materia orgánica en descomposición.

**Figura 62.**

*Chironomidae Larva. Fig. A (Vista Lateral), B (Procerco)*



## Familia Ceratopogonidae (Larva)

### Descripción.

- ✦ Su tamaño varía de 6 mm a 8 mm.
- ✦ Su color del cuerpo es café, beis, gris, negro, verde.
- ✦ Su cuerpo puede ser aplanado o cilíndrico, de consistencia rígida.
- ✦ La cabeza suele estar bien esclerotizada, evidente y expuesta.
- ✦ No hay diferencia entre la cavidad torácica y el abdomen. El último segmento del abdomen puede presentar apéndices con relevancia taxonómica.
- ✦ Sin espiráculos funcionales, respiran por el tegumento.

### Hábitat.

Se le encuentra en aguas loticas, adheridos a rocas, en lagos y chacos con material vegetal en descomposición.

### Figura 63.

*Ceratopogonidae Larva. Fig. A (Vista Lateral)*

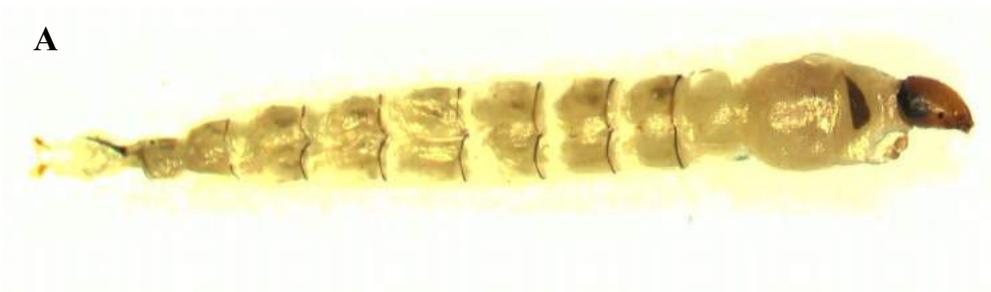


Fig. A: Vista Lateral de Ceratopogonidae (Larva).



Fig. B: Capsula cefálica y cuerpo claro se observa mancha en el entorno del ojo.

Cabeza

Propata



Fig. C: Parte terminal del cuerpo se observan las dos más robustas y largas de los procercos.

Procercos

## **Familia Simuliidae**

### **Género *Simulium* (Larva)**

#### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño varía entre 1 mm a 15 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma cilíndrica y ligeramente curvada.
- ✎ Su coloración es beis, amarilla, verde y café.
- ✎ Tienen la cabeza esclerotizada, en la que se encuentra una serie de apéndices en forma de abanico filtrador.
- ✎ Manchas oscuras en el lado dorsal, segmento anterior extendido.
- ✎ Presentan una propata torácica y un disco anal en el último segmento abdominal que sirve para adherirse al sustrato.
- ✎ El segmento anterior del abdomen es más delgado y más ancho hacia el final, con la presencia de un anillo de hileras de ganchos en la parte terminal del cuerpo.

#### **Hábitat.**

Suelen elegir un flujo de agua continuo y rápido. Se ubican cerca de hojas, ramas o sustratos rocosos donde no hay algas y sedimentos en la superficie con mayor concentración de oxígeno.

**Figura 64.**

*Simulium Larva (Familia Simuliidae). Fig. A (Vista Ventral), B (Vista Lateral)*

**A**



Fig. A: Vista Ventral de *Simulium* (Larva).

**B**



Fig. B: Vista Lateral de *Simulium* (Larva).

**C**

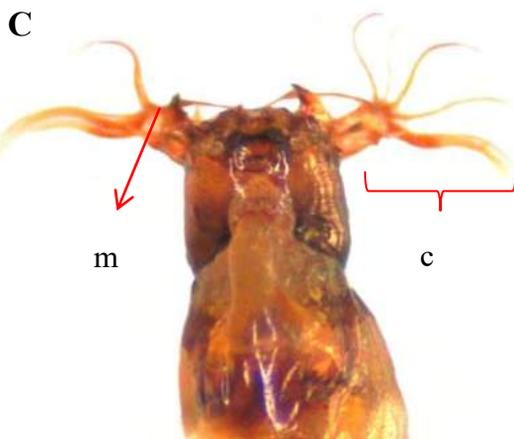


Fig. C: Cabeza.

cf: Abanico cefálico primario

m: Mandíbula

**D**



Fig. D: Esclerito anal.

### **Familia Tabanidae (Larva)**

#### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño es de 20 mm.
- ✎ Su cuerpo es color amarillo pálido.
- ✎ La forma de su cuerpo cilíndrico y alargado rígido, con cortas prolongaciones en cada uno de los segmentos.
- ✎ Su cuerpo no tiene apéndices, pero poseen anillos con pequeños tubérculos en los segmentos torácicos.
- ✎ Pueden presentar propatas en el abdomen.
- ✎ Los órganos respiratorios se encuentran en la parte posterior de su cuerpo.
- ✎ El último segmento abdominal termina con un sifón que puede contener espinas.

#### **Hábitat.**

Se encuentra enterrada en sedimentos o debajo de piedras, en áreas marginales adheridas a la vegetación como también en aguas corrientadas con materia orgánica en descomposición.

### **Familia Empididae (Larva)**

#### **Descripción.**

- ✎ Su tamaño es de 4 mm a 6 mm.
- ✎ Su cuerpo es de forma cilíndrica, con prolongaciones.
- ✎ El último segmento abdominal diferente al resto y termina en dos largos apéndices.
- ✎ La cabeza es aguzada y retráctil.
- ✎ Poseen de 7 a 8 pares de propatas abdominales.

#### **Hábitat.**

Se encuentra en corrientes lentas en áreas marginales, adheridos a la vegetación. Su etapa inmadura existe en el suelo y material vegetal en descomposición.

**Figura 65.**

*Tabanidae Pupa (Fig. A), Empididae Larva (Fig. B)*

**A**



**B**



**Fig. A:** Vista Lateral de Tabanidae (Pupa). **Fig. B:** Vista Dorsal Empididae (Larva).

**Figura 66.**

*Chironomidae* (Fig. A. Larvas), (Fig. B. Pupa), (Fig. C. Pupa en desarrollo)



Fig. A: Vista Lateral de *Chironomidae* (Larva).

Fig. B: Vista Lateral de *Chironomidae* (Pupa).

Fig. C: Vista Lateral de *Chironomidae* (Pupa en desarrollo).

### 4.3 COMPOSICIÓN DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS

Se capturaron 1776 individuos de los que 1216 corresponde a la época de secas y 560 a la época de lluvia. (Ver tabla 17).

Se reportan 28 géneros, agrupados en 25 familias pertenecientes 7 órdenes de la clase insecta, un orden de la clase Arácnida y un orden de la clase Crustácea, distribuidos de la siguiente manera:

#### **Clase Insecta**

Orden Díptera: 7 Familias, 7 Géneros (2 determinados, 5 sin determinar).

Orden Coleoptera: 5 Familias, 7 Géneros (6 determinados, 1 sin determinar).

Orden Trichoptera: 4 Familias, 4 Géneros (3 determinados, 1 sin determinar).

Orden Odonata: 2 Familias, 3 Géneros

Orden Ephemeroptera: 2 Familias, 2 Géneros.

Orden Hemíptera: 1 Familia, 1 Género.

Orden Plecóptera: 1 Familia, 1 Género.

#### **Clase Arácnida**

Orden Trombidiformes: 2 Familias, 2 Géneros.

#### **Clase Arácnida**

Orden Amphipoda: 1 Familia, 1 Género.

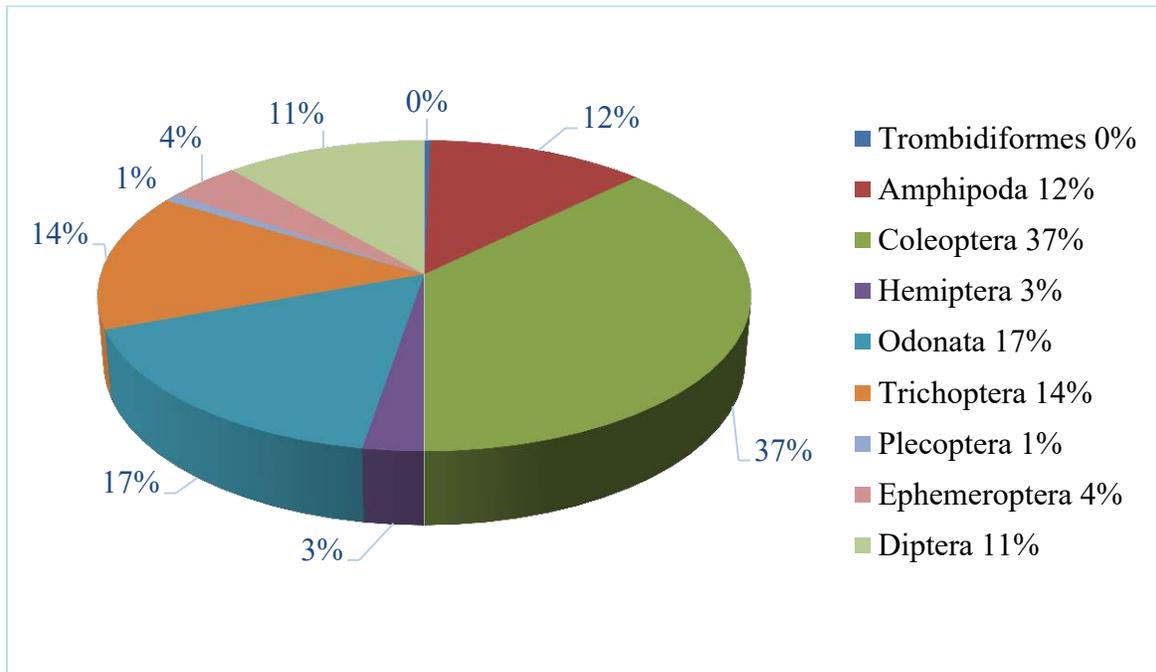
**Tabla 17.***Numero de Artrópodos Acuáticos Identificados en la Microcuenca del Río Chocco*

Phylum	Artrópodos Acuáticos			Épocas		N° de Individuos
	Clase	Orden	Familia	Secas	Lluvias	
Artrópodos	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	3	1	4
			Hydryphantidae	1	1	2
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	140	80	220
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	190	76	266
			Elmidae	186	81	267
			Hydrophilidae	67	39	106
			Curculionidae	0	3	3
			Staphylinidae	15	5	20
			Hemíptera	Corixidae	34	13
		Odonata	Aeshnidae	158	68	226
			Libellulidae	52	19	71
		Trichoptera	Hydroptilidae	64	34	98
			Leptoceridae	0	5	5
			Hidrobiosidae	11	12	23
			Odontoceridae	92	36	128
		Plecóptera	Perlidae	6	8	14
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30	11	41
			Baetidae	22	10	32
		Díptera	Tipulidae	15	19	34
			Muscidae	19	9	28
	Chironomidae		32	13	45	
	Ceratopogonidae		35	11	46	
	Simuliidae		25	3	28	
Tabanidae	16		1	17		
Empididae	3		2	5		
<b>TOTAL</b>	<b>3 Clases</b>	<b>9 Ordenes</b>	<b>25 Familias</b>	<b>1216</b>	<b>560</b>	<b>1776</b>

#### 4.4 ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS ÓRDENES DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOCCO.

Figura 67.

*Abundancia Relativa de Órdenes de Artrópodos Acuáticos Colectados en Época (Secas-Lluvias)*

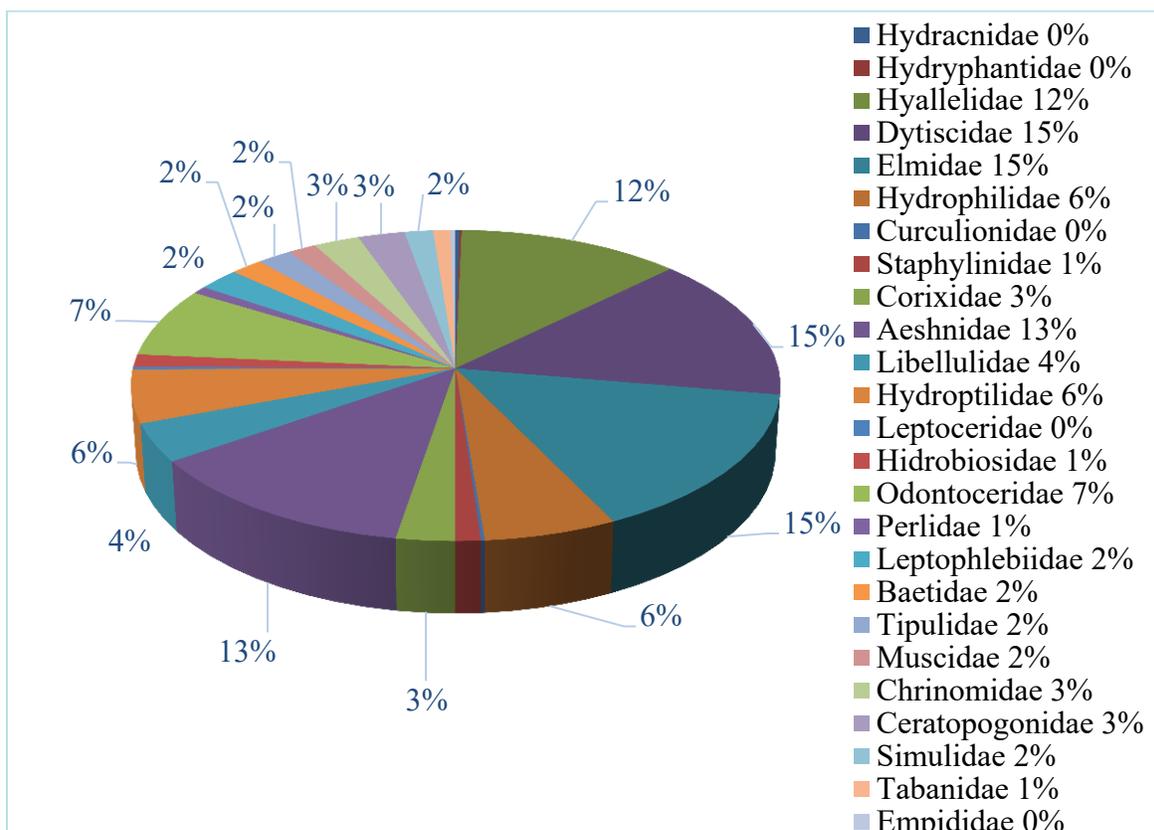


La abundancia relativa muestra que los órdenes con mayor abundancia en Época (Secas – Lluvias) fueron: Orden Coleoptera con un valor de 37% de 662 individuos, Orden Odonata con valor de 17% de 297 individuos, Orden Trichoptera con un valor de 14% de 254 individuos, Orden Amphipoda con un valor de 12% de 220 individuos, Orden Díptera con un valor de 11% de 203 individuos; los órdenes con menor abundancia son: Ephemeroptera, Hemíptera, Plecóptera y Trombidiformes con valores inferiores a 5%, donde el Orden Ephemeroptera con un total 73 individuos, Orden Hemíptera con un total 47 individuos, Orden Plecóptera con un total 14 individuos y Orden Trombidiformes con un total 2 individuos.

#### 4.5 ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS FAMILIAS DE ARTRÓPODOS ACUÁTICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOCCO.

**Figura 68.**

*Abundancia Relativa de Familias de Artrópodos Acuáticos Colectados en Época (Secas-Lluvias)*



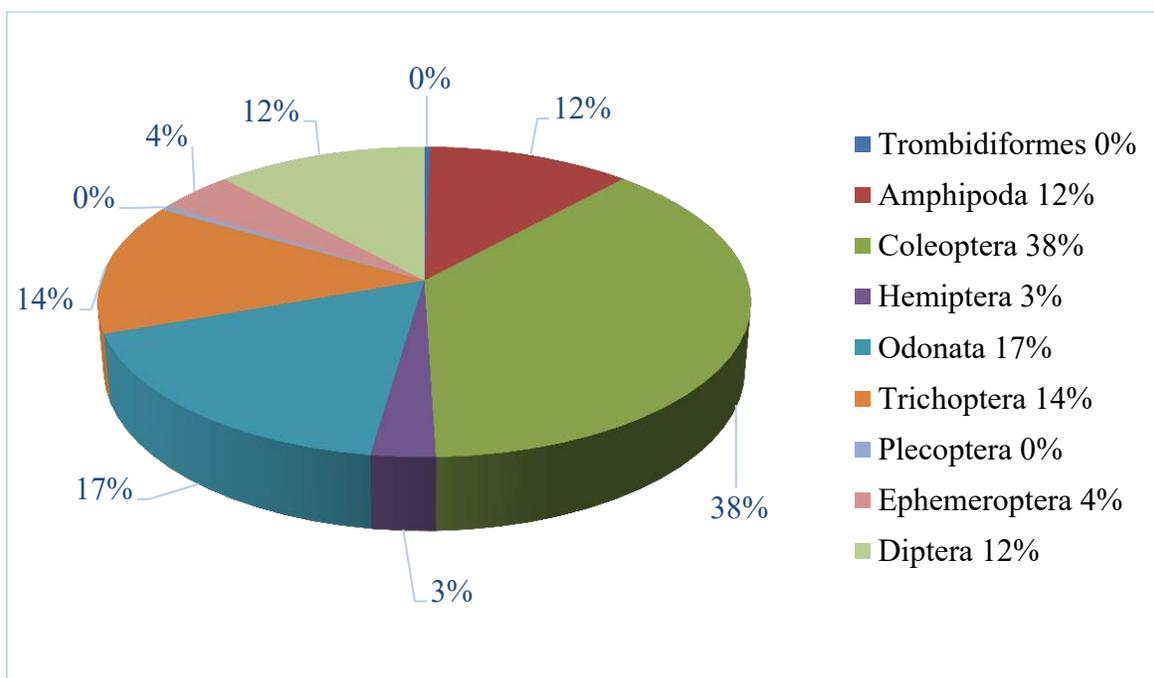
La abundancia relativa muestra que las familias con mayor abundancia fueron: Familia Dytiscidae con un valor de 15% de 267 individuos, Familia Elmidae con un valor de 15% de 266 individuos, Familia Aeshnidae con un valor de 13% de 226 individuos, Familia Hyallelidae con un valor de 12% de 220 individuos, mientras que las familias con menor abundancia relativa fueron: Odontoceridae 7%, Hydrophilidae 6%, Hydroptilidae 6%, Libellulidae 4%, Corixidae 3%, Chrinomidae 3%, Ceratopogonidae 3%, Leptophlebiidae 2%, Baetidae 2%, Tipulidae 2%, Muscidae 2%, Simulidae 2%, Staphylinidae 1%, Hidrobiosidae 1%, Perlidae 1%, Tabanidae 1%, Hydracnidae 0%, Hydryphantidae 0%, Curculionidae 0%, Leptoceridae 0%, Empididae 0%.

#### 4.5.1 Época de Secas

Los artrópodos acuáticos registrados para la época de secas, fue con un total 1216 individuos, agrupados en 9 órdenes y 23 familias. Con respecto a órdenes, los de mayor abundancia fueron: Orden Coleoptera con un valor de 38% de 458 individuos, Orden Odonata con un valor de 17%, de 210 individuos, Orden Trichoptera con valor de 14% de 167 individuos, Díptera con un valor de 12% de 145 individuos, Orden Amphipoda con valor de 12% de 140 individuos; mientras que los órdenes con menor abundancia con valores inferiores 5% fueron: Ephemeroptera con 52 individuos, Hemíptera con 34 individuos, Plecóptera con 6 individuos, Trombidiformes con 4 individuos.

**Figura 69.**

*Abundancia de Órdenes Encontrados en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Secas*

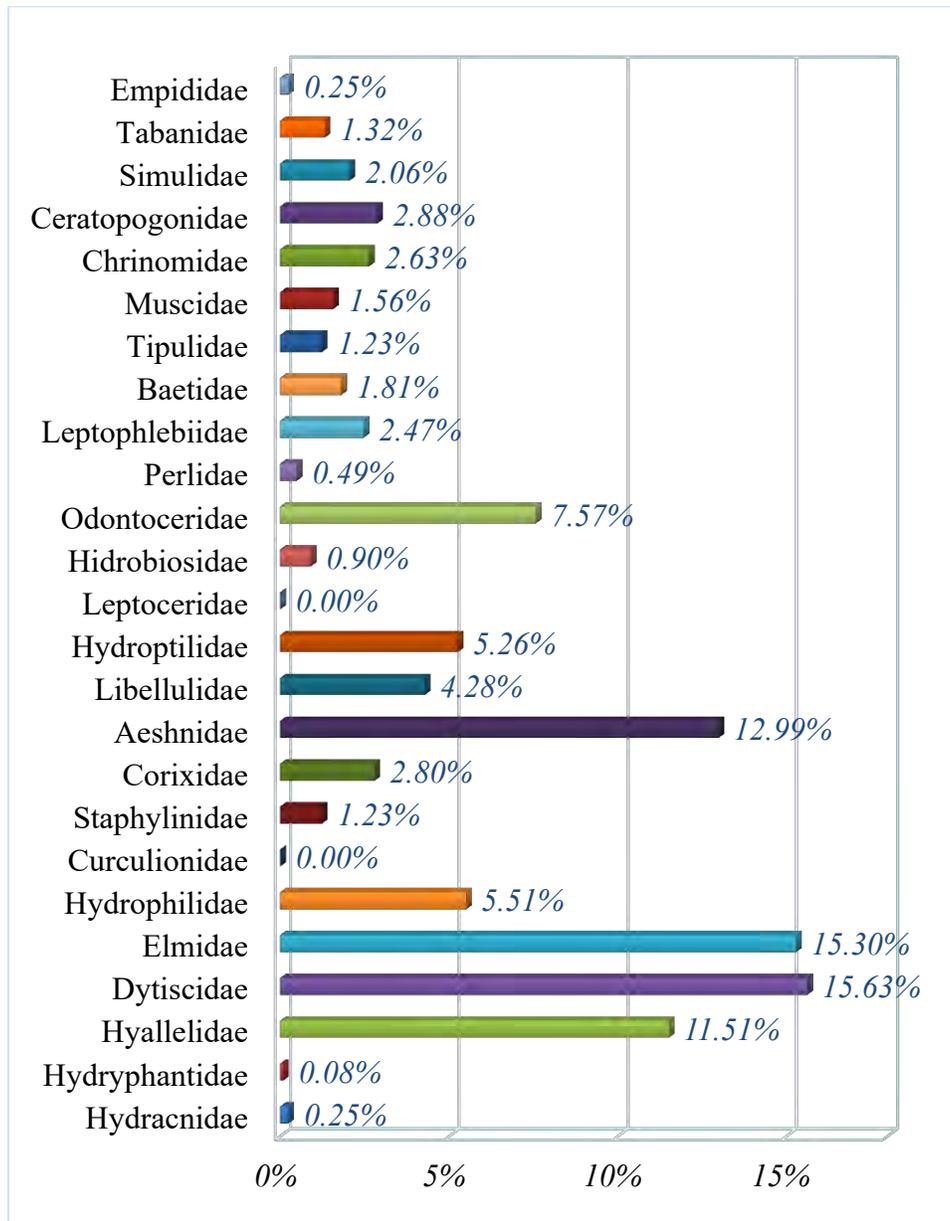


El Orden Coleoptera con 458 individuos, agrupadas en 4 familias; de las cuales las familias con mayor abundancia fueron: Familia Dytiscidae con un valor de 15.63% de 190 individuos, Familia Elmidae con un valor de 15.30% de 186 individuos; Orden Odonata con 210 individuos, agrupadas en 2 familias, siendo la Familia Aeshnidae la de mayor abundancia con un valor de 12.99% de 158 individuos; Orden Amphipoda con 140 individuos, conformado por su única Familia Hyallellidae con un valor de 11.51% de 140 individuos, Orden Trichoptera con 167

individuos, agrupadas en 3 familias; siendo la Familia Odontoceridae la de mayor abundancia con un valor de 7.57% de 92 individuos; mientras las familias con valores inferiores al 5% fueron consideradas de menor abundancia.

**Figura 70.**

*Abundancia de Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Secas*

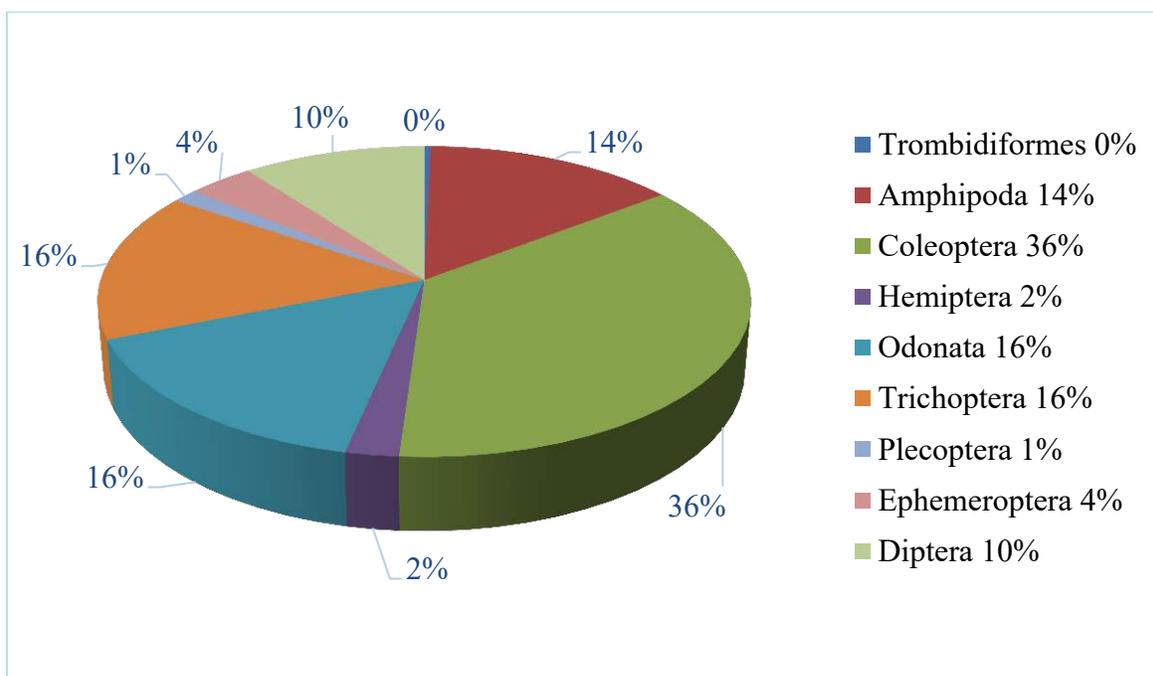


#### 4.5.2 Época de Lluvias

En época de lluvias se registraron 560 individuos de artrópodos acuáticos, agrupados en 9 órdenes y 25 familias. En cuanto a órdenes los más abundantes fueron: Orden Coleoptera con un valor de 36% de 204 individuos, Orden Odonata con un valor de 16% de 87 individuos, Orden Trichoptera con valor de 16% de 87 individuos, Orden Amphipoda con un valor de 14% de 80 individuos, Orden Díptera con valor de 10% de 58 individuos; mientras que los órdenes con menor abundancia con valores inferiores 5% fueron: Ephemeroptera con 21 individuos, Hemíptera con 13 individuos, Plecóptera con 8 individuos, Trombidiformes con 2 individuos.

**Figura 71.**

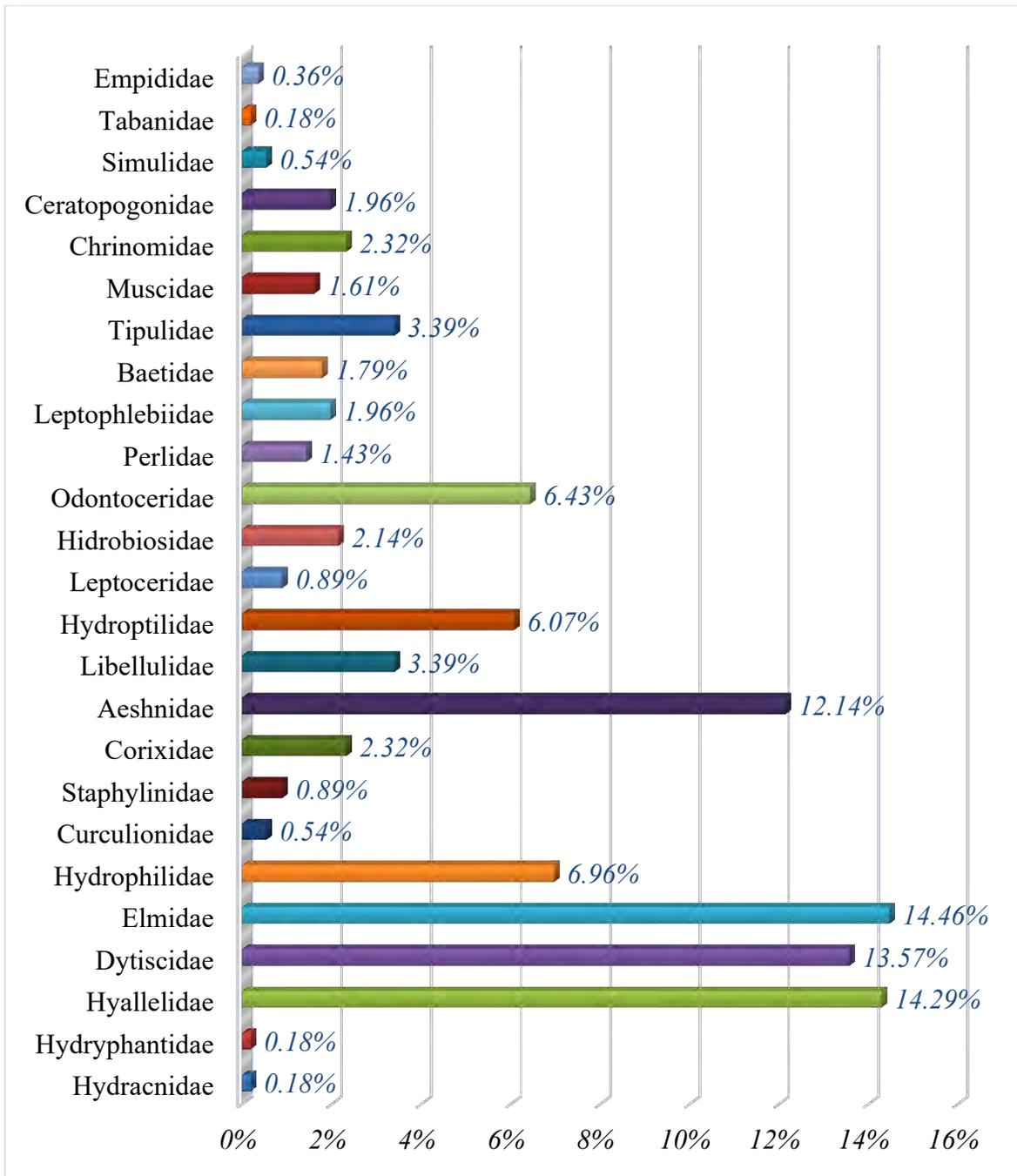
*Abundancia de Órdenes Encontrados en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Lluvias*



Durante la época de lluvias se encontró que las familias más abundantes fueron: Familia Elmidae con un valor de 14.46 % de 81 individuos (Orden Coleoptera), Familia Hyallellidae con un valor de 14.29% de 80 individuos (Orden Amphipoda), Familia Dytiscidae con un valor de 13.57 % de 76 individuos (Orden Coleoptera), Familia Aeshnidae con un valor de 12.14% de 68 individuos (Orden Odonata); mientras que las familias con valores inferiores 6% son de menor abundancia.

**Figura 72.**

*Abundancia de Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Lluvias*



#### 4.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Se determinó la diversidad de artrópodos acuáticos en base familias colectadas durante cada periodo de muestreo, se tabuló cantidad de ellos de cada punto y época de muestreo.

Los resultados que se muestran a continuación son los valores promedio evaluados para los puntos de muestreo en ambas épocas (Secas - Lluvias).

**Tabla 18.**

*Total de Artrópodos Acuáticos encontrados en los Puntos de Muestreo en Época de Secas*

ARTROPOFAUNA ACUÁTICA				Época de Secas						
Phylum	Clase	Orden	Familia	Total por Puntos de Muestreo						
				PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4	PM - 5	Total	
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	1	2	0	0	0	3	
			Hydryphantidae	1	0	0	0	0	1	
	Crustácea	Amphipoda	Hyallellidae	22	45	18	31	24	140	
			Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	81	59	9	28	13
	Elmidae	71			52	14	34	15	186	
	Hydrophilidae	22			18	5	16	6	67	
	Curculionidae	0			0	0	0	0	0	
	Staphylinidae	5			4	1	5	0	15	
	Hemíptera	Corixidae			4	13	17	0	0	34
	Odonata	Aeshnidae	56	45	18	30	9	158		
		Libellulidae	17	17	6	12	0	52		
	Trichoptera	Hydroptilidae	24	20	6	14	0	64		
		Leptoceridae	0	0	0	0	0	0		
		Hidrobiosidae	6	4	1	0	0	11		
		Odontoceridae	43	31	5	13	0	92		
	Plecóptera	Perlidae	2	4	0	0	0	6		
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	14	10	2	4	0	30		
		Baetidae	11	8	0	3	0	22		
	Díptera	Tipulidae	0	0	2	10	3	15		
		Muscidae	0	0	2	8	9	19		
		Chrinomidae	0	0	12	12	8	32		
		Ceratopogonidae	0	0	9	17	9	35		
		Simulidae	0	0	5	10	10	25		
		Tabanidae	0	0	0	10	6	16		
		Empididae	3	0	0	0	0	3		
	<b>TOTAL</b>				<b>383</b>	<b>332</b>	<b>132</b>	<b>257</b>	<b>112</b>	<b>1216</b>

**Tabla 19.**

*Total de Artrópodos Acuáticos encontrados en los Puntos de Muestreo en Época de Lluvias*

ARTROPOFAUNA ACUÁTICA				ÉPOCA DE LLUVIAS						
Phylum	Clase	Orden	Familia	Total por Puntos de Muestreo					TOTAL	
				PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4	PM - 5		
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	1	0	0	0	0	1	
			Hydryphantidae	0	1	0	0	0	1	
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	9	34	5	19	13	80	
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	34	17	2	15	8	76	
			Elmidae	30	17	4	15	15	81	
			Hydrophilidae	17	7	2	8	5	39	
			Curculionidae	0	3	0	0	0	3	
			Staphylinidae	3	2	0	0	0	5	
		Hemíptera	Corixidae	8	4	1	0	0	13	
		Odonata	Aeshnidae	26	16	3	14	9	68	
			Libellulidae	7	5	4	3	0	19	
		Trichoptera	Hydroptilidae	14	11	3	6	0	34	
			Leptoceridae	3	2	0	0	0	5	
			Hidrobiosidae	5	4	0	3	0	12	
			Odontoceridae	16	8	5	5	2	36	
		Plecóptera	Perlidae	6	2	0	0	0	8	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4	6	1	0	0	11	
			Baetidae	5	3	1	1	0	10	
		Díptera	Tipulidae	0	0	1	6	12	19	
			Muscidae	0	0	6	1	2	9	
			Chrinomidae	0	0	0	7	6	13	
	Ceratopogonidae		0	0	0	4	7	11		
	Simulidae		0	0	0	3	0	3		
	Tabanidae		0	0	0	0	1	1		
	Empididae		2	0	0	0	0	2		
	<b>TOTAL</b>				<b>190</b>	<b>142</b>	<b>38</b>	<b>110</b>	<b>80</b>	<b>560</b>

#### 4.6.1 Índice de Shannon-Weaver (H')

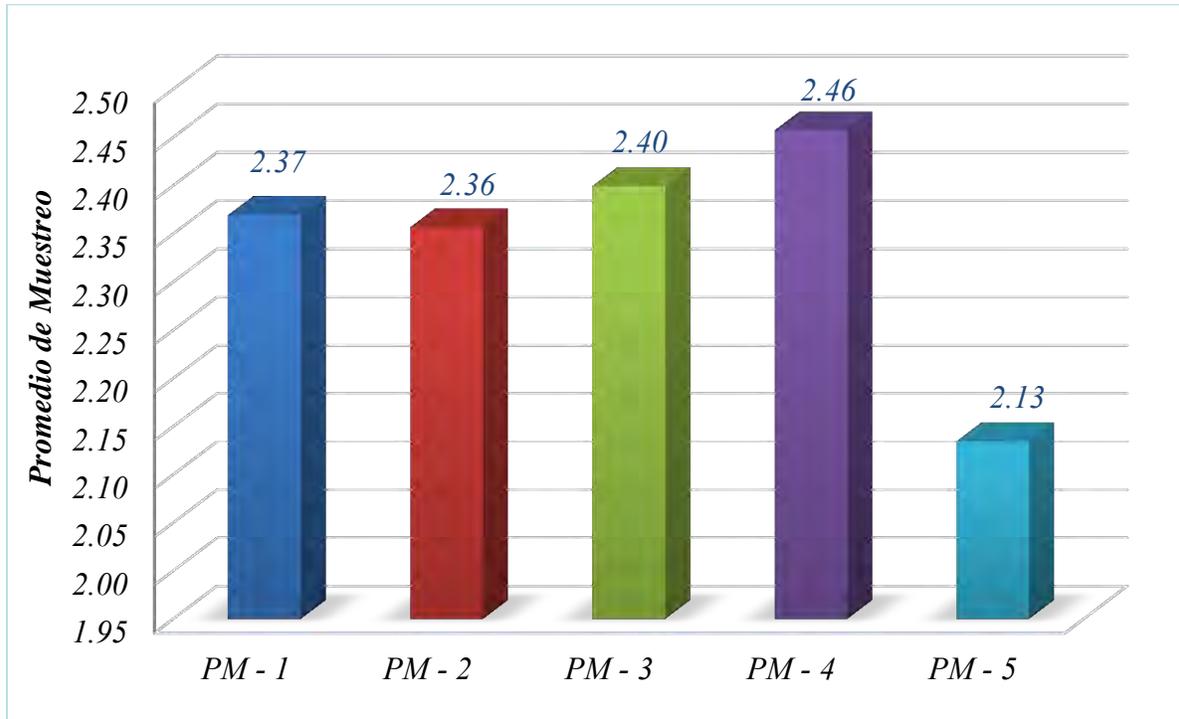
**Tabla 20.**

*Promedios por Punto de Muestreo y por Épocas (Secas - Lluvias) para Índice de Shannon - Weaver (H')*

<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>Época de Secas</b>		<b>Época de Lluvias</b>		<b>Promedio por Punto de Muestreo</b>
	<b>Salida 1</b>	<b>Salida 2</b>	<b>Salida 3</b>	<b>Salida 4</b>	
<b>PM - 1</b>	2.30	2.26	2.45	2.46	<b>2.37</b>
<b>PM - 2</b>	2.29	2.37	2.51	2.26	<b>2.36</b>
<b>PM - 3</b>	2.57	2.44	2.34	2.25	<b>2.40</b>
<b>PM - 4</b>	2.64	2.57	2.28	2.35	<b>2.46</b>
<b>PM - 5</b>	2.06	2.32	2.15	2.00	<b>2.13</b>
<b>Promedio por Salida</b>	<b>2.37</b>	<b>2.39</b>	<b>2.35</b>	<b>2.27</b>	

**Figura 73.**

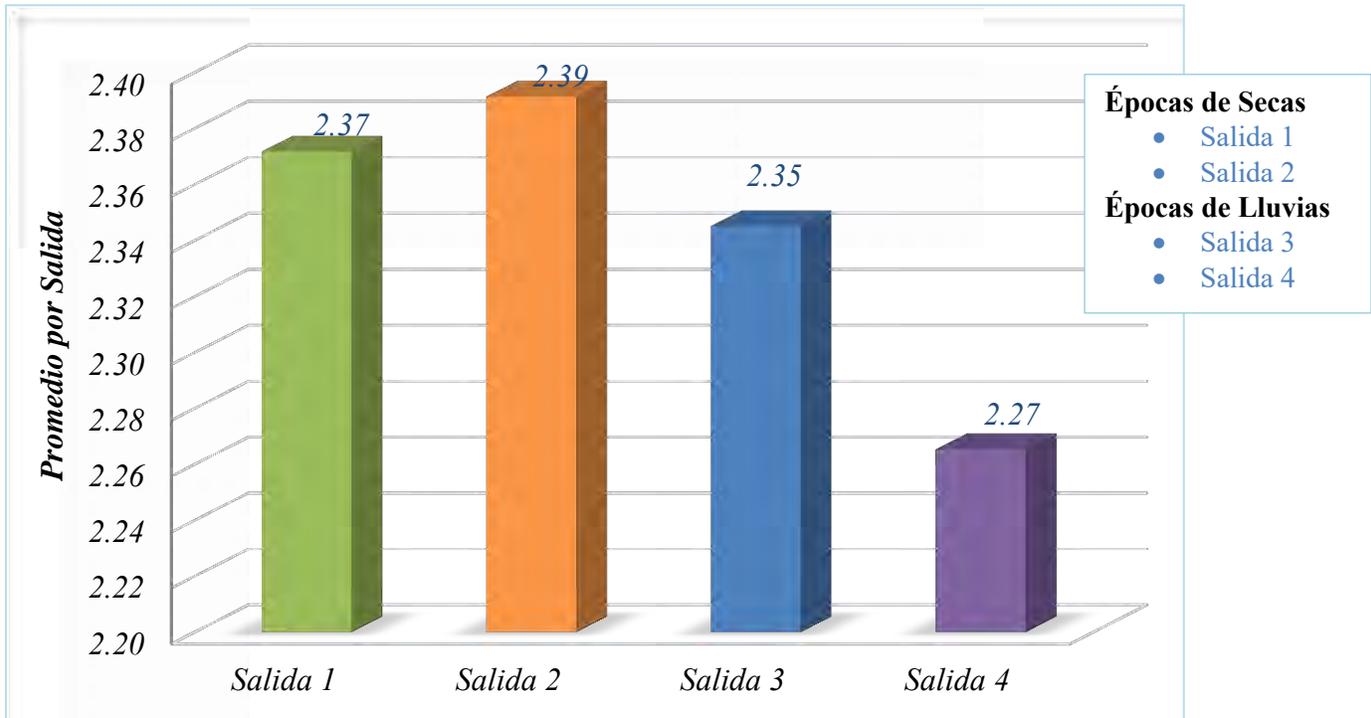
*Resultados de los Promedios por Puntos de Muestreo para Índice de Shannon - Weaver*



Los resultados obtenidos de los promedios por punto de muestreo para Índice de Shannon - Weaver ( $H'$ ) oscilan entre un rango de 2.13 - 2.46 considerándose como diversidad media para los 5 puntos de muestreo; podemos observar que el valor más alto del índice se observó en el Punto de Muestreo 4 (PM-4) con un valor de (2.46), se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de vegetación riparia y una gran variedad de sustratos. En segundo lugar, están los Puntos de Muestreo (PM-3), (PM-1), (PM-2) con los valores (2.40), (2.37), (2.36) respectivamente, siendo menos impactada estos puntos de muestreo. El valor mínimo se comprueba en el Punto de Muestreo 5 (PM-5) con un valor es (2.13); punto reconocido por su grado de intervención antrópica.

**Figura 74.**

*Resultados de los Promedios por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Shannon -Weaver*



Los resultados obtenidos de los promedios para ambas Épocas (Secas - Lluvias) el Índice de Shannon - Weaver ( $H'$ ) oscilaron en un rango de 2.27 - 2.39 promedio por salida. Si bien ambas épocas fueron consideradas como de diversidad media, se observó diferencias entre las épocas de secas y lluvias, con la salida 2, 1, 3 correspondientes ambas épocas que muestran mayor diversidad en lo que se refiere a la salida 4 (Época de Lluvias) por el valor registrado de 2.27.

#### 4.6.2 Índice de Simpson

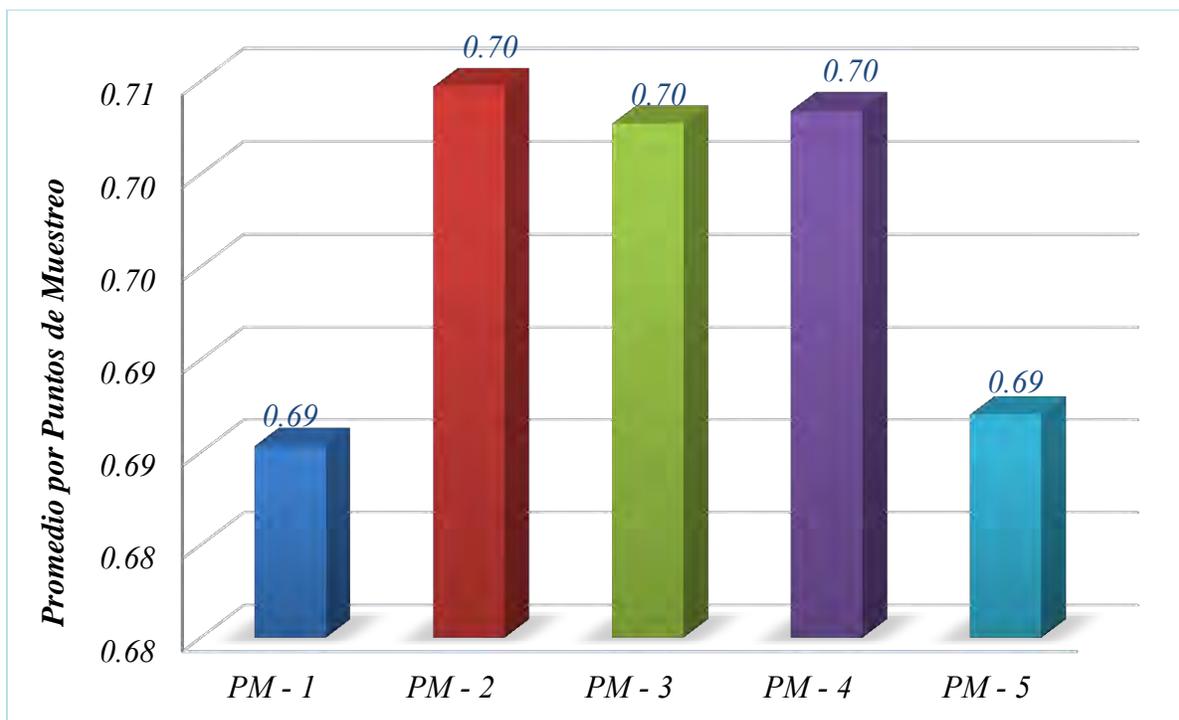
Tabla 21.

Promedios por Punto de Muestreo y por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Simpson

Puntos de Muestreo	Época de Secas		Época de Lluvias		Promedio por Punto de Muestreo
	Salida 1	Salida 2	Salida 3	Salida 4	
PM - 1	0.87	0.87	0.89	0.11	<b>0.69</b>
PM - 2	0.88	0.89	0.90	0.15	<b>0.70</b>
PM - 3	0.91	0.90	0.89	0.11	<b>0.70</b>
PM - 4	0.92	0.91	0.88	0.11	<b>0.70</b>
PM - 5	0.83	0.90	0.86	0.15	<b>0.69</b>
<b>Promedio por Salida</b>	<b>0.88</b>	<b>0.89</b>	<b>0.89</b>	<b>0.13</b>	

Figura 75.

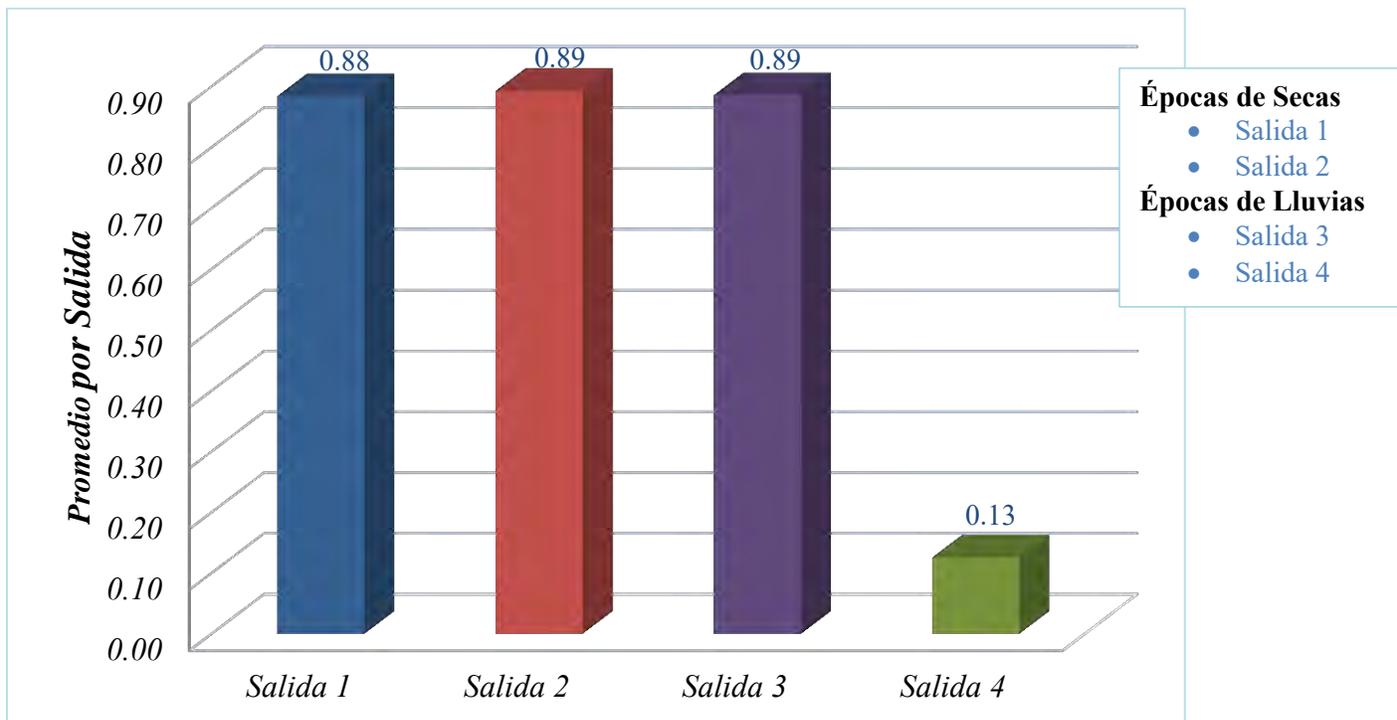
Resultados de los Promedios por Puntos de Muestreo para el Índice de Simpson



Según el Índice de Simpson, el resultado promedio de punto de muestreo oscilaron en un rango 0.69 – 0.70, y se puede distinguir que los cinco puntos de muestreo en ambas épocas (Secas – Lluvias) presentan mayor diversidad, los mismos que tiende a aproximarse a uno, según los rangos establecidos por (Moreno et al 2001).

**Figura 76.**

*Resultados de los Promedios por Épocas (Secas - Lluvias) para el Índice de Simpson*



El índice de Simpson, obtuvo valores de 0.89 - 0.13 valorando que la salida 1, 2, 3, tanto para época de secas y lluvias obtuvo mayor dominancia debido a que los valores se aproximan 1. La salida 4 correspondientes a la época lluvias fue valorada como menor dominancia, ya que su valor se aproxima 0. Según Moreno 2001.

Los cambios en los sedimentos y la reducción del oxígeno disuelto suelen ser evidencia de una mayor presencia de materia orgánica, lo que conduce a una disminución en el número de artrópodos acuáticos, lo que lleva a la desaparición de familias que no toleran estos cambios, por lo tanto, la diversidad (Muñoz et al. 2001), este es un claro ejemplo de baja diversidad en la época de lluvias.

### 4.6.3 Índice de Diversidad de Margalef (DMG)

Cálculos de los promedios por Puntos de Muestreo y por Salida para el Índice de Margalef.

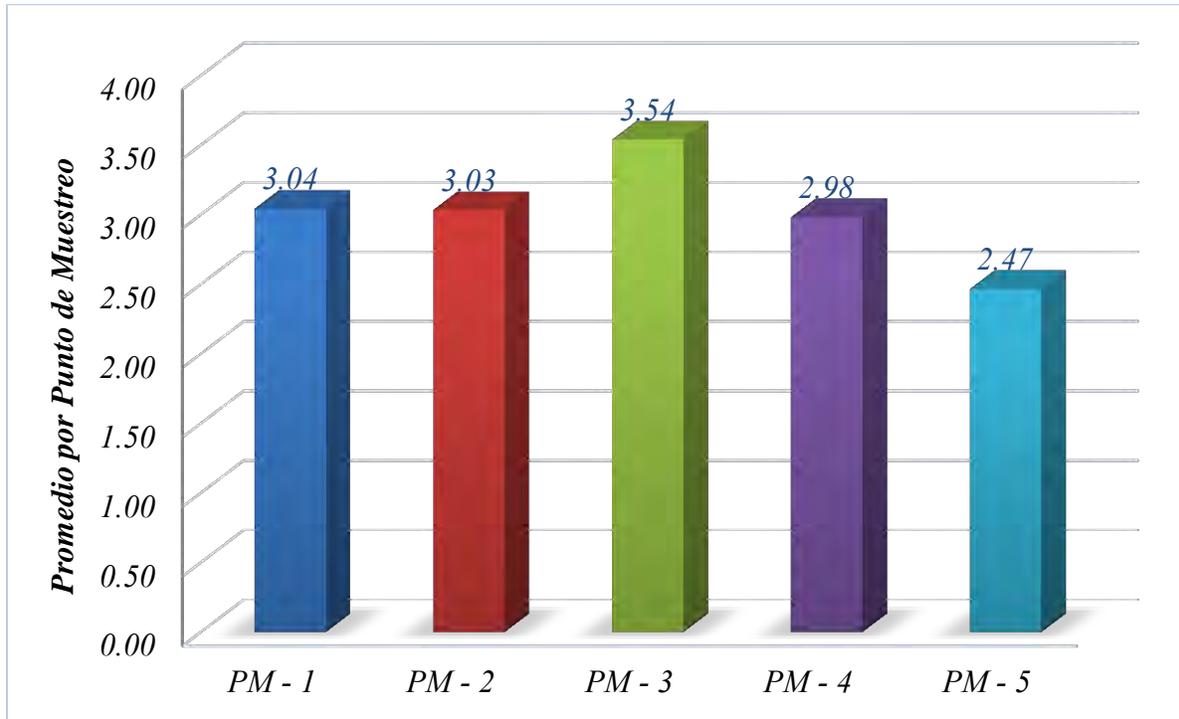
**Tabla 22.**

*Promedios por Puntos de Muestreo y por Época (Secas - Lluvias) para el Índice de Margalef (DMG)*

Puntos de Muestreo	Época de Secas		Época de Lluvias		Promedio por Punto de Muestreo
	Salida 1	Salida 2	Salida 3	Salida 4	
PM - 1	2.93	2.60	3.16	3.47	<b>3.04</b>
PM - 2	2.61	2.49	3.66	3.38	<b>3.03</b>
PM - 3	3.62	3.54	3.38	3.62	<b>3.54</b>
PM - 4	3.31	2.87	2.91	2.84	<b>2.98</b>
PM - 5	2.60	2.40	2.68	2.20	<b>2.47</b>
<b>Promedio por Salida</b>	<b>3.01</b>	<b>2.78</b>	<b>3.16</b>	<b>3.10</b>	

**Figura 77.**

*Resultados de los Promedios por Punto de Muestreo para el Índice de Margalef (DMg)*

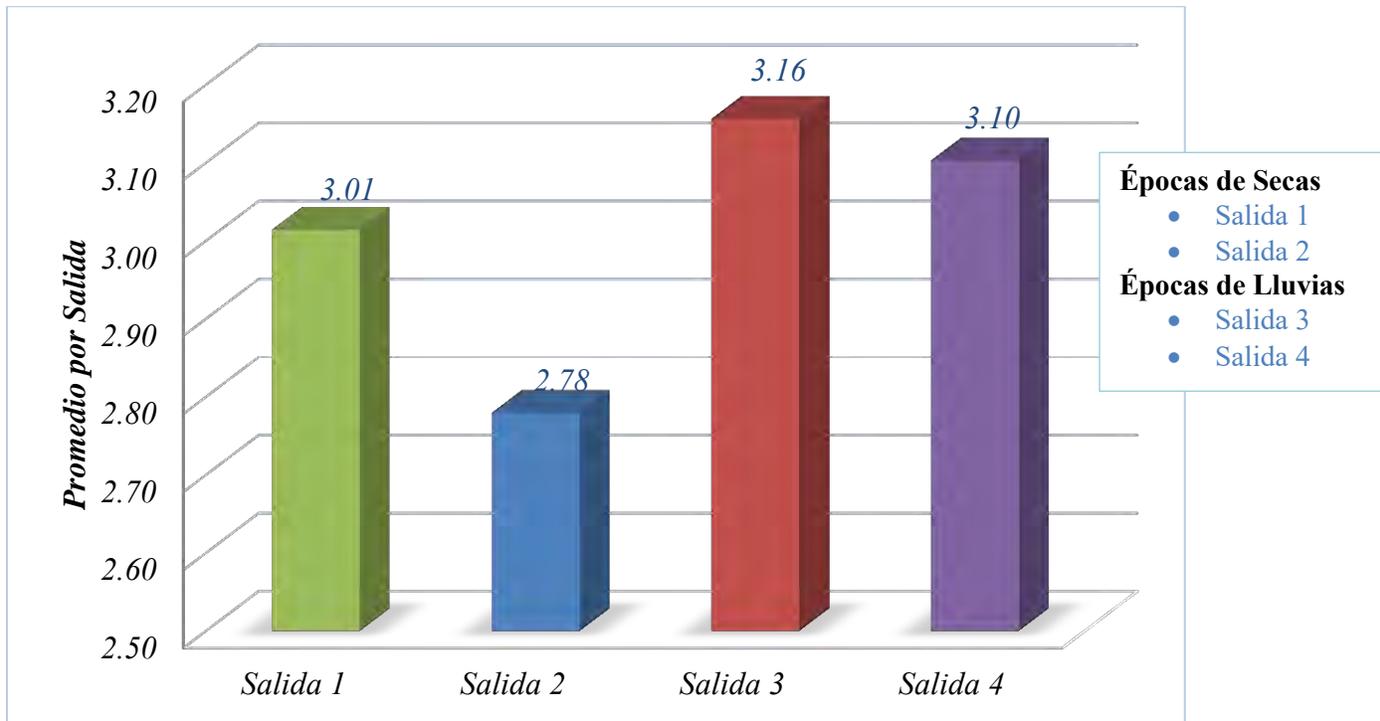


En el valor promedio del índice de diversidad de Margalef de cada punto de muestreo, el resultado obtenido está en el rango de 2.47 - 3.54. Se puede distinguir que el Punto Muestreo 5 (PM-5) se clasifica como un área de diversidad media, la cual fue la mejor en comparación con los 4 puntos restantes. Según el rango establecido Margalef (1993).

El número de artrópodos acuáticos presentes en un área también dependerá de la disponibilidad de alimentos en el entorno circundante (Muñoz et al. 2001). Por estas razones, la diversidad de artrópodos acuáticos puede proporcionar información sobre la calidad del agua y el grado de contaminación.

**Figura 78.**

*Resultados de los Promedios por Épocas (Secas – Lluvias) para el Índice de Margalef (DMg)*



En el valor promedio de cada salida evaluada en épocas (Secas – Lluvias), para el índice de diversidad de Margalef, los resultados se encuentran en el rango de 2.78 – 3.16; debido a los registros obtenidos, las salidas 3, 4, 1 y 2 correspondientes a ambas épocas se calificaron con diversidad moderada.

#### 4.6.4 Índice de Diversidad de Jaccard ( $I_j$ )

Cálculos de los promedios por Punto de Muestreo para época de secas.

**Tabla 23.**

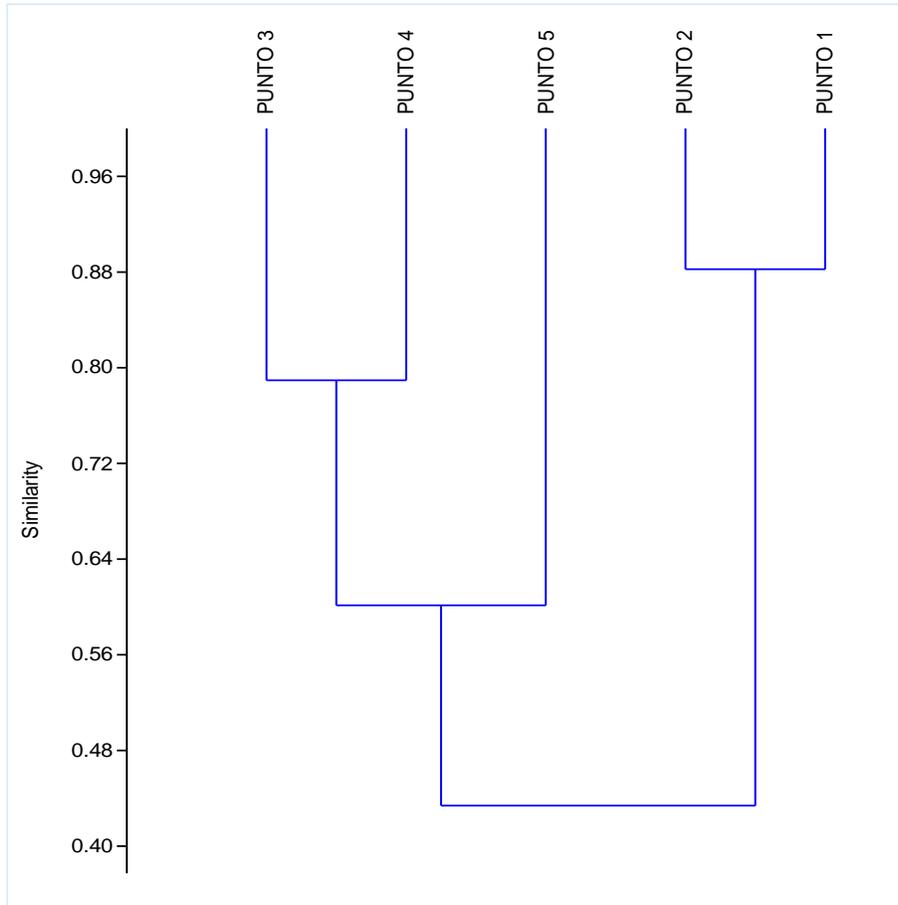
*Índice de Jaccard para Época de Secas en los 5 Puntos de Muestreo*

	PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4	PM - 5
PM - 1	1	-	-	-	-
PM - 2	0.882	1	-	-	-
PM - 3	0.545	0.600	1	-	-
PM - 4	0.478	0.524	0.789	1	0.647
PM - 5	0.217	0.238	0.556	0.647	1

El índice de similitud de Jaccard en los 5 diferentes puntos de muestreo en época de secas presente en microcuenca del río Chocco, muestra que los puntos de muestreos con mayor similitud es reflejado entre sí corresponde PM-1 con PM-2 ( $I_j = 0.882$ ), seguido por PM-3 con PM- 4 ( $I_j = 0.789$ ) lo cual indica que se comparte mayor número de familias. Por último los que obtuvieron en menor índice de similitud de Jaccard son PM-2 con PM-5 ( $I_j = 0.238$ ) seguido por PM-1 con PM-5 ( $I_j = 0.217$ ).

**Figura 79.**

*Dendrograma por Punto de Muestreo para Época de Secas*



Los puntos de muestreo más parecidos en presencia de familias corresponden a PM-1 y PM-2 con 0.882 de similitud. Esta similitud se debe a que en estos puntos de muestreo corresponden aguas con ausencia de contaminación antrópica.

**Tabla 24.**

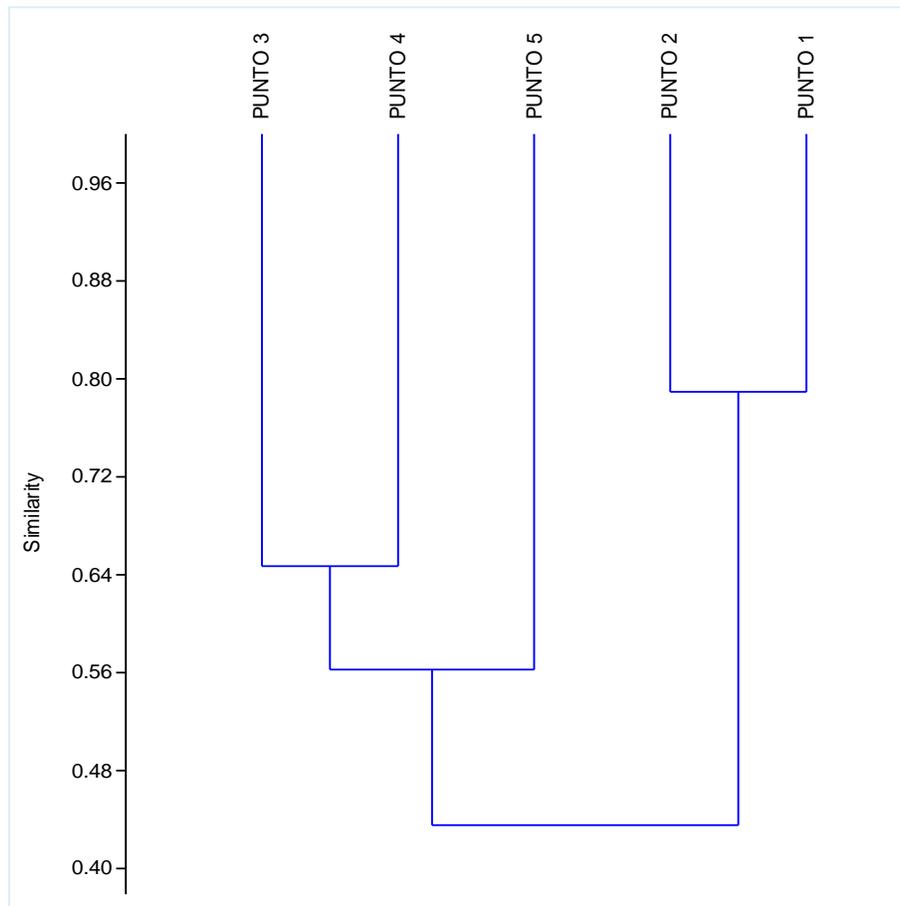
*Índice de Jaccard para Época de Lluvias en los 5 Puntos de Muestreo*

	<b>PM - 1</b>	<b>PM - 2</b>	<b>PM - 3</b>	<b>PM - 4</b>	<b>PM - 5</b>
<b>PM - 1</b>	<b>1</b>	-	-	-	-
<b>PM - 2</b>	<b>0.789</b>	<b>1</b>	-	-	-
<b>PM - 3</b>	0.579	0.579	<b>1</b>	-	-
<b>PM - 4</b>	0.455	0.455	<b>0.647</b>	<b>1</b>	-
<b>PM - 5</b>	0.273	0.273	0.500	0.625	<b>1</b>

El índice de similitud de Jaccard en los 5 diferentes puntos de muestreo para la época de lluvias presente en microcuenca del río Chocco, muestra que los puntos de muestreos con mayor similitud es reflejado entre sí corresponde PM-1 con PM-2 ( $I_j = 0.789$ ) seguidos por PM-3 con PM-4 con valor de ( $I_j = 0.647$ ) lo cual indica que se comparte mayor número de familias. Por último los que obtuvieron en menor índice de similitud de Jaccard son PM-1 con PM-5, PM-2 con PM-5 con en el valor de ( $I_j = 0.273$ ).

**Figura 80.**

*Dendrograma por Punto de Muestreo para Época de Lluvias*



Los puntos de muestreo más parecidas en presencia de familias corresponde a PM-1 y PM-2 con 0.789 de similitud.

## 4.7 ÍNDICES BIÓTICOS

Estos índices se aplican para valorar la calidad del agua en función de los invertebrados acuáticos presentes. A continuación se describe la valoración el Índice ABI en promedio por Punto de Muestreo y Épocas Secas - Lluvias.

### 4.7.1 Determinación del Índice Biológico ABI

El cálculo del índice ABI se basa en las puntuaciones de sensibilidad obtenidas por las familias presentes, y no tiene nada que ver con el número de ejemplares de cada familia, porque no se ve afectado por el factor de abundancia, pero es un indicador de potencia, y no hay invertebrados acuáticos. Si solo se identifica a 1 individuo en cada familia, obtendrán la puntuación correspondiente. Como parte final, una vez obtenidos todos los puntajes de sensibilidad, se efectúa la suma de todos los puntajes de la columna para obtener el valor de la sensibilidad total. Comparando este valor con la escala ABI, el nivel de calidad del agua resultante es equivalente a muy bueno, aceptable, dudoso o crítico.

### 4.7.2 Índice Andean Biotic Index (ABI)

Se utiliza el Andean Biotic Index (ABI), que analiza la composición de los invertebrados acuáticos a nivel de familia y registra a cada familia en función de su tolerancia a la contaminación y su capacidad para sobrevivir en diferentes niveles de contaminación, 10 a los sensible o menos tolerante, y 1 por tolerancia o resistencia. La puntuación final se obtiene sumando los valores de todos los componentes de cada muestra para determinar la calidad del agua. El índice ABI es el resultado de una gran cantidad de estudios bibliográficos realizados por Ríos, Acosta y Prat (2006), en los que el valor de BMWP es aplicable a la altura de 2000 m.s.n.m en la Cordillera de los Andes.

Para comparar el análisis de la calidad del agua entre los mismos puntos de muestreo en el río, la aplicación de los indicadores descritos incluye proporcionar valores para la presencia o ausencia de diferentes tipos de invertebrados acuáticos. Finalmente, la suma de estos puntajes representa el rango cualitativo de la categoría de calidad del agua.

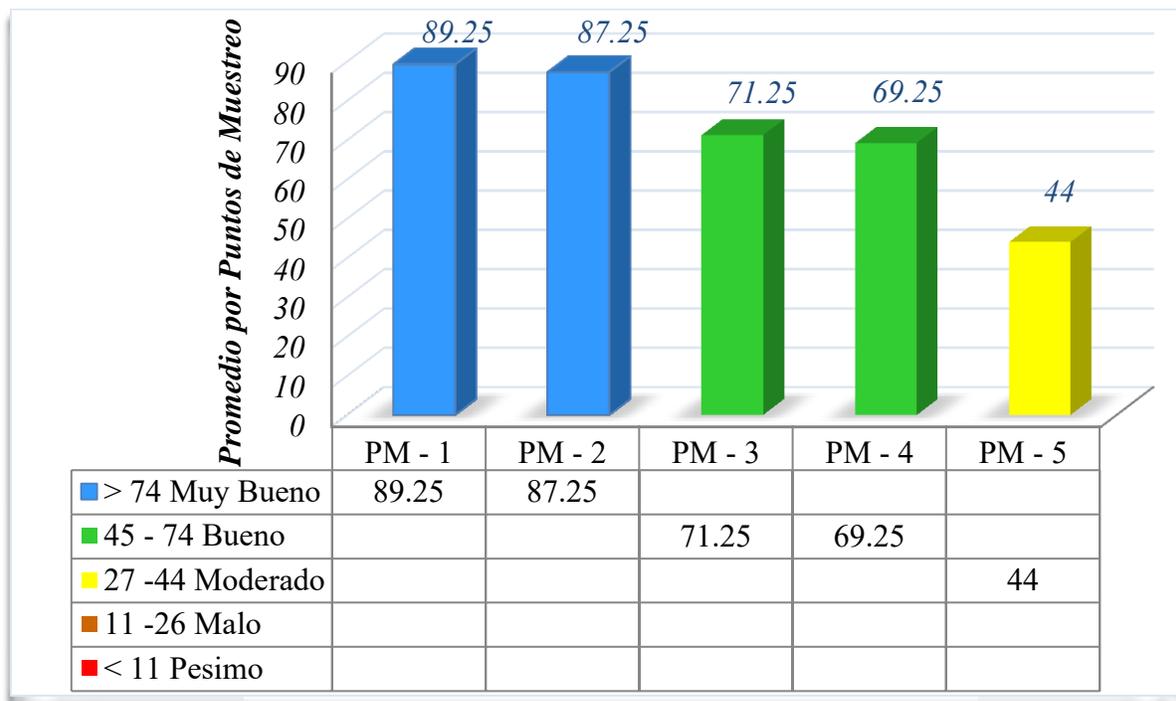
**Tabla 25.**

*Promedios por Punto Muestreo en Épocas (Secas – Lluvias) para el Índice ABI*

Punto de Muestreo	Época de Secas		Época de Lluvias		Promedios de Punto de Muestreo
	Salida 1	Salida 2	Salida3	Salida 4	
PM - 1	93	80	89	95	89.25
PM - 2	79	85	99	86	87.25
PM - 3	81	86	61	57	71.25
PM - 4	84	70	66	57	69.25
PM - 5	45	45	50	36	44
Promedio por Salida	76.4	73.4	73	66.2	

**Figura 81.**

*Resultados de los Promedios por Punto de Muestreo para el Índice Biótico Andino*



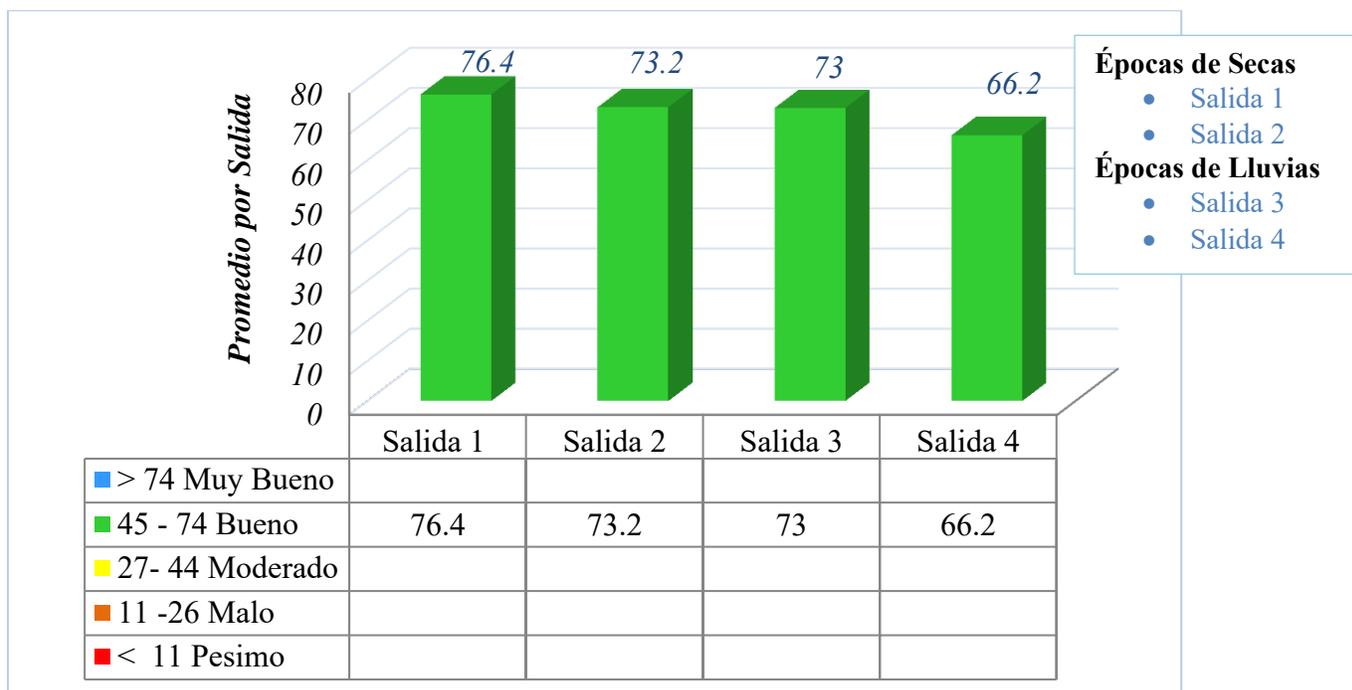
Según el índice ABI, el punto de muestreo 1 (PM-1) se registró con un valor de 89.25 y el punto de muestreo 2 (PM-2) se registró como un valor 87.25, lo que demuestra que el agua y su ecosistema acuático se encuentran en muy buena condición. Seguido por los puntos de muestreo PM-3 y PM-4, debido a sus valores de 71.25, 69.25 demostrando la condición del agua y su

ecosistema acuático clasificándose como buena, mientras que el punto de muestreo 5 (PM-5) el estado del agua y su ecosistema acuático está clasificado como moderada porque tiene un valor de 44.

Este nivel está determinado por las "Directrices para el monitoreo ambiental de Flores (2014)". Este índice se utiliza para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica del ecosistema acuático andino (Ríos-Touma et al., Acosta et al., 2009). Cuando se trabaja con organismos acuáticos, se debe considerar la sensibilidad de cada especie para limitar la calidad del agua (Mafla 2005).

**Figura 82.**

*Resultados de los Promedios de las Épocas (Secas – Lluvias) Realizadas para el Índice ABI*



De acuerdo con los resultados de promedios de las épocas (Secas – Lluvias) del índice ABI, el rango de registro promedio para cada salida en ambas épocas es de 76.4 – 66.2; de acuerdo con el rango de monitoreo ambiental establecido por Flores (2014), las cuatro salidas en ambas épocas todas mostraron un buen registro de agua y ecosistemas acuáticos.

#### 4.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICO y QUÍMICOS DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOCCO

Para analizar los parámetros físicos y químicos, se consideraron 5 puntos de muestreo para comprender cómo cambia la relación entre el valor medido y las dos épocas (Secas - Lluvias). Se evaluó los parámetros físico y químicos: Temperatura, pH, Oxido Disuelto, Sólidos Disueltos Totales, Conductividad Eléctrica.

##### 4.8.1 Parámetros Físicos y Químicos del Agua para Época de Secas

Fechas de muestreo: Salida 1° (14/07/2019) – Salida 2° (15/09/2019).

##### Cálculo de Temperatura del Agua (In-situ).

**Tabla 26.**

*Resultados de Temperatura para Época de Secas*

ÉPOCA DE SECAS			
Punto de Muestreo	Temperatura °C		
	Salida 1° (14/07/2019)	Salida 2° (15/09/2019)	Promedio
PM - 1	10.2	10.4	10.30
PM - 2	10.65	10.8	10.73
PM - 3	10.9	11.5	11.20
PM - 4	10.75	10.5	10.63
PM - 5	11.85	12.3	12.08

### Cálculo de pH (Laboratorio).

Tabla 27.

*Resultados de pH para Época de Secas*

ÉPOCA DE SECAS			
Punto de Muestreo	Ph		
	Salida 1° (14/07/2019)	Salida 2° (15/09/2019)	Promedio
PM - 1	8.1	8	8.05
PM - 2	8.3	8.23	8.27
PM - 3	8.4	8.2	8.30
PM - 4	8.05	7.9	7.98
PM - 5	7.9	7.5	7.70

### Cálculo de Conductividad Eléctrica (Laboratorio).

Tabla 28.

*Resultados de Conductividad Eléctrica para Época de Secas*

Época de Secas			
Punto de Muestreo	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		
	Salida 1° (14/07/2019)	Salida 2° (15/09/2019)	Promedio
PM - 1	126.2	126.4	126.3
PM - 2	124.6	124.4	124.5
PM - 3	124.2	123.8	124.0
PM - 4	122.8	122.6	122.7
PM - 5	122.3	122.6	122.5

**Cálculo del Oxígeno Disuelto (OD) (In –situ, Laboratorio).**

**Tabla 29.**

*Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) para Época de Secas*

ÉPOCA DE SECAS					
Salidas	Punto de Muestreo	Volumen Utilizado (ml)	Volumen Gastado (ml)	Volumen Botella (ml)	OD (mg/L)
Salida 1° (14/07/2019)	PM - 1	50	1.4	280	5.67
	PM - 2	50	1.3	277	5.26
	PM - 3	50	1.3	279	5.26
	PM - 4	50	1.2	278	4.86
	PM - 5	50	1.1	279	4.45
Salida 2° 15/09/2019	PM - 1	50	1.4	279	5.67
	PM - 2	50	1.4	280	5.67
	PM - 3	50	1.2	280	4.86
	PM - 4	50	1.1	282	4.45
	PM - 5	50	1	277	4.04

**Tabla 30.**

*Consolidado de Oxígeno Disuelto en Época de Secas*

ÉPOCA DE SECAS			
Punto de Muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)		
	Salida 1° (14/07/2019)	Salida 2° 15/09/2019	Promedio
PM - 1	5.67	5.67	5.67
PM - 2	5.26	5.67	5.47
PM - 3	5.26	4.86	5.06
PM - 4	4.86	4.45	4.66
PM - 5	4.45	4.04	4.25

Como se observa en la (Tabla 30) los valores de concentración de oxígeno disuelto (OD) en Época de Secas (Salida 1 – 2) fluctúa entre 4.25 como mínimo y 5.67 como máximo. En punto de muestreo 4, 5 existe una gran cantidad de materia orgánica en descomposición aeróbica mientras que en el punto de muestreo 1 (PM-1) las aguas son más limpias. Esto quiere decir que en punto de muestreo 1 al 5 se da un proceso de capacidad de depuración.

**Cálculo de Sólidos Disueltos Totales.**

**Tabla 31.**

*Resultados de Sólidos Disueltos para Época de Secas*

Salidas	Unidades	Volumen de la muestra	Filtros		$\Delta$	Placas		$\Delta$	Sólidos totales
			Filtros sin sólidos totales	Filtros con sólidos totales		Placas sin sólidos totales	Placas con sólidos totales		
			ml	g		g	g/ml		
Salida 1° (14/07/2019)	PM - 1	1000	0.9256	0.9398	0.0142	50.9346	50.9353	0.0007	149
	PM - 2	1000	0.9231	0.9378	0.0147	44.9822	44.9836	0.0014	161
	PM - 3	1000	0.922	0.9371	0.0151	42.9201	42.9227	0.0026	177
	PM - 4	1000	0.9538	0.9863	0.0325	71.9552	71.9576	0.0024	349
	PM - 5	1000	0.9221	0.9389	0.0168	44.9834	44.9846	0.0012	180
Salida 2° (15/09/2019)	PM - 1	1000	0.9229	0.9243	0.0014	42.9118	42.922	0.0102	116
	PM - 2	1000	0.9229	0.9341	0.0112	44.9819	44.9835	0.0016	128
	PM - 3	1000	0.9259	0.9387	0.0128	50.9346	50.9357	0.0011	139
	PM - 4	1000	0.9229	0.9344	0.0115	42.9118	42.9221	0.0103	218
	PM - 5	1000	0.9223	0.9369	0.0146	44.9834	44.9846	0.0012	158

Como se observa en la (Tabla 31) los sólidos totales en salida 1 - 2 en época de secas fluctúan de 116 como mínimo en el punto de muestreo 1 (PM-1) y en la en punto de muestreo 4 (PM - 4) 218 como máximo. Esto es debido a que en la temporada de secas la cantidad de corriente no es tan fuerte y es casi constante.

**Tabla 32.**

*Consolidado de Sólidos Disueltos Totales en Época de Secas*

ÉPOCA DE SECAS			
Punto de Muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)		
	Salida 1° (14/07/2019)	Salida 2° (15/09/2019)	Promedio
PM - 1	149	116	132.5
PM - 2	161	128	144.5
PM - 3	177	139	158.0
PM - 4	349	218	283.5
PM - 5	180	158	169.0

#### 4.8.2 Parámetros Físicos y Químicos del Agua para Época de Lluvias

Fecha de muestreo: Salida 3° (10/11/2019) – Salida 4° (12/01/2020)

##### Cálculo de Temperatura del Agua.

**Tabla 33.**

*Resultados de Temperatura para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Temperatura °C</b>		
	<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	<b>Promedio</b>
<b>PM - 1</b>	12	12.3	12.15
<b>PM - 2</b>	12.4	11.5	11.95
<b>PM - 3</b>	11.5	12	11.75
<b>PM - 4</b>	11.1	11.5	11.30
<b>PM - 5</b>	10	11	10.50

##### Cálculo de Ph.

**Tabla 34.**

*Resultados de pH para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Ph</b>		
	<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	<b>Promedio</b>
PM - 1	7.05	7.61	7.33
PM - 2	7.5	7.6	7.55
PM - 3	7.0	7.31	7.16
PM - 4	6.8	6.9	6.85
PM - 5	6.5	6.74	6.62

**Cálculo de Conductividad Eléctrica.**

**Tabla 35.**

*Resultados de Conductividad Eléctrica para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Conductividad (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>		
	<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	<b>Promedio</b>
<b>PM - 1</b>	123.2	123.4	123.3
<b>PM - 2</b>	122.4	122.4	122.4
<b>PM - 3</b>	120.3	121.2	120.8
<b>PM - 4</b>	120.4	120.6	120.5
<b>PM - 5</b>	117.2	116.4	116.8

**Cálculo del Oxígeno Disuelto (OD).**

**Tabla 36.**

*Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>					
<b>Salidas</b>	<b>N° Punto</b>	<b>Volumen Utilizado (ml)</b>	<b>Volumen Gastado (ml)</b>	<b>Volumen Botella (ml)</b>	<b>OD</b>
<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	PM - 1	50	1.7	277	6.89
	PM - 2	50	1.8	280	7.30
	PM - 3	50	1.6	278	6.48
	PM - 4	50	1.6	280	6.48
	PM - 5	50	1.3	279	5.26
<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	PM - 1	50	1.6	281	6.48
	PM - 2	50	1.7	281	6.89
	PM - 3	50	1.4	277	5.67
	PM - 4	50	1.5	280	6.08
	PM - 5	50	1.2	279	4.86

**Tabla 37.***Consolidado de Oxígeno Disuelto para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Oxígeno Disuelto (mg/L)</b>		
	<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	<b>Promedio</b>
<b>PM - 1</b>	6.89	6.48	6.69
<b>PM - 2</b>	7.30	6.89	7.09
<b>PM - 3</b>	6.48	5.67	6.08
<b>PM - 4</b>	6.48	6.08	6.28
<b>PM - 5</b>	5.26	4.86	5.06

Como se observa en la (Tabla 37) los valores de concentración de oxígeno disuelto (OD) en la salida 3 - 4 en época de lluvias fluctúa entre 4.86 como mínimo y 7.30 como máximo. En el punto de muestreo 5 (PM-5) existe una cantidad de materia orgánica en descomposición aeróbica.

**Cálculo de Sólidos Disueltos Totales.****Tabla 38.***Resultados de Sólidos Disueltos Totales para Época de Lluvias*

<b>Salidas</b>	<b>Unidades</b>	<b>Volumen de la muestra</b>	<b>Filtros</b>		$\Delta$	<b>Placas</b>		$\Delta$	<b>Sólidos totales</b>
			<b>Filtros sin sólidos totales</b>	<b>Filtros con sólidos totales</b>		<b>Placas sin sólidos totales</b>	<b>Placas con sólidos totales</b>		
		<b>ml</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g/ml</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>mg/L</b>
<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	PM - 1	<b>1000</b>	0.9256	1.0262	0.1006	50.9277	50.9346	0.0069	1075
	PM - 2	<b>1000</b>	0.9281	0.9445	0.0164	31.1488	31.2062	0.0574	738
	PM - 3	<b>1000</b>	0.9256	1.0262	0.1006	50.9277	50.9436	0.0159	1165
	PM - 4	<b>1000</b>	0.9396	1.0242	0.0846	31.1478	31.2463	0.0985	1831
	PM - 5	<b>1000</b>	0.9298	1.0255	0.0957	31.1488	31.2062	0.0574	1531
<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	PM - 1	<b>1000</b>	0.9256	1.0378	0.1122	50.9277	50.9339	0.0062	1184
	PM - 2	<b>1000</b>	0.9281	0.9612	0.0331	31.1486	31.2059	0.0573	904
	PM - 3	<b>1000</b>	0.9256	1.0398	0.1142	50.9277	50.9339	0.0062	1204
	PM - 4	<b>1000</b>	0.9396	1.0467	0.1071	31.1678	31.2563	0.0885	1956
	PM - 5	<b>1000</b>	0.9272	1.0327	0.1055	31.1488	31.206	0.0572	1627

**Tabla 39.***Consolidado de Sólidos Disueltos Totales para Época de Lluvias*

<b>ÉPOCA DE LLUVIAS</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Sólidos Disueltos (mg/L)</b>		
	<b>Salida 3° (10/11/2019)</b>	<b>Salida 4° (12/01/2020)</b>	<b>Promedio</b>
<b>PM - 1</b>	1075	1184	1129.5
<b>PM - 2</b>	738	904	821.0
<b>PM - 3</b>	1165	1204	1184.5
<b>PM - 4</b>	1831	1956	1893.5
<b>PM - 5</b>	1531	1627	1579.0

Como se observa en la (Tabla 39) los sólidos totales en salidas 3 - 4 en época de lluvias fluctúan de 738 como mínimo en el punto de muestreo 2 (PM-2), el punto de muestreo 4 (PM-4) es máximo con 1956. Esto quiere decir que en la temporada de lluvias la cantidad de sólidos disueltos es mayor debido que la corriente arrastra el sustrato del río.

**Resultado de Parámetros Físico y Químicos para la Época de Secas****Tabla 40.***Consolidado de Promedios de los Parámetros Físico y Químicos para Época de Secas*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>PROMEDIO ÉPOCA DE SECAS</b>					<b>Promedio Total</b>
	<b>PM - 1</b>	<b>PM - 2</b>	<b>PM - 3</b>	<b>PM - 4</b>	<b>PM - 5</b>	
Temperatura (°C )	10.3	10.73	11.20	10.63	12.08	10.99
pH	8.05	8.27	8.3	7.98	7.70	8.06
Oxígeno Disuelto(mg/L)	5.67	5.47	5.06	4.66	4.25	5.02
Conductividad (µS/ m)	126.3	124.5	124	122.7	122.45	123.99
Sólidos Disueltos (mg/L)	132.5	144.5	158	283.5	169	177.50

**Tabla 41.***Consolidado de Promedios de los Parámetros Físico y Químicos para Época de Lluvias*

PARÁMETRO	PROMEDIO ÉPOCA DE LLUVIAS					Promedio Total
	PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4	PM - 5	
Temperatura (°C )	12.15	11.95	11.75	11.3	10.5	11.53
pH	7.33	7.55	7.16	6.85	6.62	7.10
Oxígeno Disuelto(mg/L)	6.69	7.09	6.08	6.28	5.06	6.24
Conductividad Eléctrica (µS/ m)	123.3	122.4	120.75	120.5	116.8	120.75
Sólidos Disueltos (mg/L)	1130	821	1185	1894	1579	1321.5

**Tabla 42.***Consolidado Global de los Parámetros Físico y Químicos en la Época de Secas - Lluvias*

PARÁMETRO	PROMEDIO	
	Épocas de Secas	Épocas de Lluvias
Temperatura (°C )	10.99	11.53
pH	8.06	7.10
Oxígeno Disuelto(mg/L)	5.02	6.24
Conductividad Eléctrica (µS/ m)	123.99	120.75
Sólidos Disueltos (mg/L)	177.50	1321.5

**Temperatura**

De acuerdo a la variación de la temperatura se observa en la (Tabla 42) un ligero incremento para la época de lluvias con un valor promedio de 11.53 °C a comparación de la época de secas con un valor promedio de 10.99 °C.

**Potencial de Hidrógeno (pH)**

En la época de secas, su promedio es de 8.06 en comparación con el promedio de 7.10 en la época de lluvias. Es importante señalar que el valor de pH promedio obtenido en ambas épocas está directamente relacionado con las actividades de los organismos acuáticos.

### **Oxígeno Disuelto**

Durante la época de secas se registró un promedio de 5.02 de oxígeno disuelto, en esta época tiende a disminuir la concentración debido a que estos organismos acuáticos tienen una mayor demanda de oxígeno la misma que supera la disolución del gas. En época de lluvias se registró un promedio de 6.24 debido al incremento del caudal y por ende los gases se disuelven mejor.

### **Conductividad Eléctrica**

La conductividad va incrementada con el aumento del cauce del río, se han obtenido que en la época de secas el valor promedio de conductividad es 123.99 uS/cm, mientras época de lluvias se obtuvo un resultado promedio de 120.75 uS/cm. El valor de conductividad está relacionado con la salinidad del agua. Según (Roldán 2012).

### **Sólidos Disueltos**

Se observa que los valores promedios de sólidos disueltos en la época de secas (177.50 mg /L) son menores, con respecto a la época de lluvias (1321.5 mg/L), debido a que estos provienen básicamente por el arrastre de partículas, esto se debe por el producto de erosión de suelos, falta de vegetación, cultivos próximos a la Microcuenca del río Chocco.

## DISCUSIÓN

**Yábar (2009)** para la región Cusco sin reporte específico de localidad en su investigación sobre los primeros estudios en insectos acuáticos, reporta 05 órdenes (Hemíptera, Coleoptera, Díptera, Homóptera, Odonata), agrupadas en 11 familias (Corixidae, Notonectidae, Miridae, Aeshnidae, Ephididae). **Tinoco y Mancilla (2010)** en su investigación de diversidad de entomofauna acuática en la laguna de Urcos, encontró 181 individuos distribuidos en los siguientes órdenes (Díptera, Coleoptera, Hemíptera, Odonata y Neuróptera). En el presente estudio la comunidad de artrópodos acuáticos encontrados en los 5 puntos de muestreo en dos épocas del año (secas - lluvias), corresponde a un total 1776 especímenes, de las que 1216 corresponde a épocas de secas y 560 a la época de lluvia; agrupados en 9 órdenes y 25 familias y 28 géneros para ambas épocas (secas – lluvias). Las familias que tuvieron mayor abundancia durante ambas épocas; son Dytiscidae, Elmidae, Aeshnidae Hyallelidae, en donde se resalta Dytiscidae con 267 individuos, Elmidae con 266 individuos; por lo contrario, las familias con menor abundancia son Odontoceridae, Hydrophilidae, Hydroptilidae, Libellulidae, Chrinomidae. Así mismo **Bustamante (2018)** en su investigación sobre Registro de Coleopteros acuáticos en la región de Cusco, examino 175 ejemplares, distribuidas en 13 generos y agrupadas en 5 familias (Dytiscidae, Hydrophilidae, Gyrinidae, Dryopidae y Elmidae); siendo la familia con mayor abundancia es Dytiscidae seguidamente de Elmidae. Esto coincide con lo que mencionan, **Huanachin y Huamantico (2018)** su investigación composición y estructura de la comunidad de coleópteros acuáticos a lo largo de la gradiente altitudinal del Cusco en los rios Mapacho y Araza (Provincia de Quispicanchis), señalan que en época de secas Elmidae es la familia más abundante con 2775 individuos distribuidas en las diferentes gradientes. **Tinoco y Mancilla (2010)** reportan que el índice de Shannon fue alto con un valor de 2.285. Los resultados de diversidad de Simpson indican poca diversidad con un valor de 0.1426; encontrándose diferencias altamente significativa en las familias. La diversidad de artrópodos acuáticos en la Microcuenca del río Chocco, según los resultados del índice Shannon – Weaver se considera como diversidad media para ambas épocas (Seca - Lluvia), los resultados para el índice de Simpson es considerada con mayor dominancia para ambas épocas debido a que se aproxima a 1.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- La artropofauna acuática en la Microcuenca del río Chocco durante época (Secas -Lluvias) en 5 puntos de muestreo, fue de 1776 individuos, de las que 1216 corresponden a la época de secas y 560 a la época de lluvias. Se identificaron un total 3 Clases (Arachnida, Crustacea, Insecta), las cuales están agrupados en 9 Órdenes (Trombidiformes, Amphipoda, Coleoptera, Hemíptera, Odonata, Trichoptera, Plecóptera, Ephemeroptera, Díptera), con 25 Familias (Hydracnidae, Hydryphantidae, Hyallellidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydrophilidae, Curculionidae, Staphylinidae, Corixidae, Aeshnidae, Libellulidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Hidrobiosidae, Odontoceridae, Perlidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Tipulidae, Muscidae, Chrinomidae, Ceratopogonidae, Simulidae, Tabanidae, Empididae).
- Los valores del índice de diversidad Shannon en ambas épocas (Secas – Lluvias) dentro de los 5 puntos de muestreo, están en un rango 2.39 – 2.27, en función de las familias registradas, considerándose como diversidad media. El valor del índice de Simpson permite explicar la diversidad en función con la dominancia que se presente, en ambas épocas (Secas - Lluvias) dentro de los 5 puntos de muestreo, donde en la salida 1,2,3 pertenecientes a Épocas (Secas - Lluvias) obtuvo mayor dominancia con respecto a la salida 4 (Época de Lluvias). El valor del índice de Margaret, los valores obtenidos en ambas épocas (Secas – Lluvias), se encontraron valores en el rango de 2.78 - 3.16, calificándose como diversidad moderada.
- Se estudió el Índice Biótico Andino (ABI) en la Microcuenca del río Chocco, por su facilidad de utilización y rapidez en la obtención de resultados, requiere solo la identificación taxonómica en cuanto a de familia. Se determinó después de sumar la tolerancia de cada familia de Artropofauna Acuática, que se encuentra en cada punto de muestreo. Los puntajes registrados para Época de Secas y Lluvias es considerada Buena agua.
- Los factores físicos y químicos que dependen de las actividades de manejo en el sistema evaluado incluye: la temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales. En los 5 Puntos de Muestreo en las dos épocas (Secas - Lluvias), varían mucho, lo que le da cada punto características diferentes, siendo peculiar en cada una ellas.

## RECOMENDACIONES

- Considerar que los artrópodos acuáticos son organismos muy importantes para otros organismos superiores como fuente de alimento. Por lo tanto, mantener la alta diversidad de estos grupos beneficiará la diversidad de anfibios, peces y aves en la zona.
- Tomar este estudio como línea de base para investigaciones taxonómicas hasta niveles específicos (especie), para elaborar claves taxonómicas de identificación especializadas en el Perú.
- Realizar investigaciones de artrópodos acuáticos presentes en la microcuenca y en general en los ríos que conforman la cuenca hidrográfica principalmente en la Región de Cusco.
- Realizar monitoreos permanentes sobre el comportamiento de comunidades de artrópodos acuáticos, así como realizar estudios sobre algas, peces y de más biota aún no evaluada.
- Probar la validez del uso de la artropofauna acuática y de los índices de bioindicación en otros sistemas loticos, con el objetivo de diseñar herramientas que sirvan en proyectos de conservación de ecosistemas frágiles como son los ríos.
- Promover y efectuar charlas de sensibilización dirigida a pobladores asentados o próximos a esta microcuenca, que subsisten de manera directa del recurso acuático, sobre el cuidado y protección de recurso hídrico.
- Realizar el esfuerzo de muestreo para encontrar mejores asociaciones entre las variables fisicoquímicas y biológicas, comprender mejor el panorama sobre la calidad de ambiental de estos ecosistemas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Rios, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de ríos Andinos (CERA) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 35-64.
- Alba - Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados Acuáticos y la Calidad del Agua en los Ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA). ISBN: 84 - 7840 - 262 - 4, Vol . II: pp. 203-213.
- Albariño, R. J., & Balseiro, E. G. (1998). Tamaño Larvario y Acondicionamiento Foliar en la Ruptura de Hojas de *Nothofagus pumilio* por Klapopter y Kuscheli (Insecta, Plecoptera ) en un Arroyo Andino del Sur. *Revista Internacional de Hidrobiología*, 397-404.
- Alonso, A., & Camargo Benjumeda, J. A. (2005). Estado Actual y Perpectivas en el Empleo de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadora del Estado Ecológico de los Ecosistemas Fluviales Españoles. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 14 (3):, 87-89.
- Anderson, E. P. (2011). *Caudales Ambientales: Un Concepto para el Manejo de los Efectos de las Alteraciones Fluviales y el Cambio Climatico en los Andes*. Montevideo - Uruguay: Inter - American Institute for Global Change Research (IAI).
- Azabache Coronado, L. A. Determinación de la Calidad Ecológica del Agua de los Ríos Porcon, Grande y Mashcón - Cajamarca, en Función de la Macrofauna Bentonica como Bioindicador. *Tesis de Doctorado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca - Perú.
- Badii Zabeh, M. H., Garza Cuevas, R., Garza Almanza, V., & Landeros Flores , J. (2005). Los indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos Asociados. *Cultura Científica y Tecnológica*, 2(6): 4-20.
- Baron, J. S., & Poff, N. (2003). Mantener Ecosistemas de Agua Dulce Saludables. *Revista Issues in Ecology Ecological Society of America. Washington OC. US*, N°18:1-18.
- Barragan, M., Tamaris Turizo, C., & Rua Garcia, G. (2016). Comunidades de Insectos Acuaticós de los Tres Flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *redalyc.org*, 47-61.
- Bejumea Hoyos , C. A., & Wills Toro, Á. (2007). Evaluación de la Estratificación Térmica y su Relación con el Oxígeno Disuelto del Agua en la Ciénaga Cachimbero, Municipio de

- Cimitarra, Santander. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (41) 48-65.
- Burillo Borrego, L. (1997). La Calidad de las Aguas en los Humedales: Los Indicadores Biológicos. *Boletín Sede para el Estudio de los Humedales Mediterráneos. SEHUMED.*, N°1(1): 1-2.
- Bustamante Navarrate, A. (2018). Registro de los Coleopteros Acuáticos en la Región Cusco, Perú. *The Biologist (Lima) 16 (1):*, pp.35-49.
- Cappaert, D. (2018). *Zanco de Agua*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2106053>
- Castellanos, P. M., & Serrato, C. (2008). Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos en un Nacimiento de Río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Rev. Acad. Colombia. Ciencia. Vol.32 (122)*, p 80.
- Caupaz Flórez, F. (2006). Estudio de los Coleópteros Acuáticos de las Cuencas de los Ríos Prado y la Parte Baja de Amoyá en el Departamento del Tolima. *Asociación Colombiana de Limnología - Neolimnos.1: 106-116*.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA). (2006). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Mayor del Río*. Tolima - Colombia: Coello. Ibagué: CORTOLIMA. p.1036.
- Costa, S. d., & Simonka, C. E. (2006). Insectos Inmaduros: Metamorfosis Identificación. *Monografías Tercer Milenio S.E.A*, 87-92.
- Cota, L., Goulart, M., Moreno, P., & Callisto, M. (2002). Evaluación Rápida de la Calidad del Agua de los Ríos Utilizando un Índice BMWP adaptado: Una Herramienta Práctica para Evaluar la Salud del Ecosistema. *Verein Limnología*, 28: 1713-1716.
- Crustán Isebela , D. (2015). Clase Insecta: Orden Megaloptera . *Ibero Diversidad Entomológica IDE*, 1- 10 .
- Crustán Isebela, D. (2015). Clase Insecta: Orden Megaloptera. *Ibero Diversidad Entomológica IDE*, 1-10.
- Cuffney, T. F., Kashuba, R., Cha, Y., Alameddine, I., & Lee, B. (2013). *Multilevel Hierarchical Modeling of Benthic Macroinvertebrate Responses to Urbanization in Nine Metropolitan Regions across the Conterminous United States*. Carolina del Norte: Scientific Investigations Report 2009-5243.

- Cummins Kenneth, W. (1973). Tropic Relation of Aquatic Insects. *Ann. Rev. of Stream Ecosystems. BioScience. Vol. 24 (11)*, 631-641.
- Cummins Kenneth, W., & Kulug J, M. (1979). Feeding Ecology of Streams Invertebrates. *Ann. Rev. Ecol. Syst 10*, 631-641.
- Discoverwildlife. (2016). *Geneviededalley*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.discoverwildlife.com/author/geneviededalley/>.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2001). *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Capítulo Plecoptera*. Tucúman: Serie : Investigaciones de la UNT . Subserie : Ciencias Exactas y Naturales.
- EB. (2013). *Ephemeroptera de América del Sur Caenidae* . Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://ephemeroptera.com.br/galeria/caenidae/>
- Education Quizzes. (2017). [Fotografía]. Obtenido de Barqueros de Agua: <https://www.educationquizzes.com/education-matters/2017/02/there-are-two-species-of-water-boatmen-the-greater-and-lesser/>
- Encalada , A. C., Rieradevall, M., Ríos Touma, B., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S)*. Quito - Ecuador: Proyecto Fucara.
- Flowers, R. W., & de la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical Vol.58 Suppl.4*, pp.63-93.
- Froehlich, C. G. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos Sistemática y Biología. Plecóptera* . Tucumán - Argentina: Editorial Fundación Miguel Lillo.
- Gamarra Torres, O. A., Yalta Meza, J. R., Salas Lopez, R., & Alvarado Chuquizuta, L. (2014). Evaluación de la Calidad Ecológica del Agua en la Microcuenca El Chido e Intermicrocuenca Allpachaca - Lindapa, Amazonas, Perú. *Rev. Indes*, 49-59.
- García Alzate, C., Roman Valencia, C., Gonzales, M., & Barrero, A. (2010). Composición y Variación Temporal de la Comunidad de Insectos Acuáticos (Insecta) en la Quebrada Sardineros, Afluente Río Verde, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. Quindío*, 21-28.
- Gil, M. *Bioindicadores Reófilo para el Curso de Agua en el Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco - Peru.

- Goyenola, G. (2007). Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos RED MAPSA. *Revista de Hidrobiología*.
- Grimaldo Vanegas , W. Y. (2004). Aspectos Tróficos y Ecológicos de los Macroinvertebrados Acuáticos. *Revista de Ecological Explorers Vol.1 N°1*.
- Grubial. (2015). *Grupo de Biología Alicantina*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://grubial.blogspot.com/2015/06/ninfas.html?view=flipcard>
- Gutiérrez Fonseca , P., Rosas, K. G., & Ramírez , A. (Diciembre de 28 de 2013). Insectos acuáticos de Puerto Rico: Guía para la Identificación de las Familias. Instituto para Estudio de Ecosistemas Tropicales. *Dugesiana*, 20(2): 215-219.
- Gutiérrez Fonseca, P. E. (2010). *Guía Ilustrada para el Estudio Ecológico y Taxonómico de los Insectos Acuáticos del Orden Coleóptera en El Salvador*. San Salvador: Editorial Universitaria, San Salvador UES.
- Gutiérrez, Y., & Dias, L. G. (2015). Ephemeroptera (Insecta) de Caldas - Colombia, Claves Taxonómicas para los Generos y Notas de su Distribución. *Revista Papéis Avulsos de Zoologia. Vol. 55 N°2*, p.13-46.
- Hanson, P., Springer , M., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los Grupos de Macroinvertebrados Acuáticos. Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol.58 (Suppl. 4)*, p. 37.
- Huanachin Quispe , A. C., & Huamantincó Araujo, A. (2018). Composición y Estructura de la Comunidad de Coleópteros Acuáticos (Insecta: Coleóptera) a lo largo de un Gradiente Altitudinal, Cusco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 25(2): pp.131-140.
- Jáimez Cuellar, P., Vivas , S., Bonada , N., & Robles , S. (2002). Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica 21 (3 - 4)*, 187-204.
- Jamdelarco. (2018). *Siphonurus la Mosca del Frailuco*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://jamdelarcodemoscospesca.blogspot.com/2018/12/siphonurus-la-mosca-del-frailuco-del.html>.
- Jordán Montés, F. (2012). *El Universo de los Insectos*. España: Ediciones Mundi - Prensa.
- Kiely, G., & Veza, J. M. (1999). *Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistema de Gestión*. España: McGraw - Hill Interamericana de España.

- Kikuchi, R. M., & Uieda Sanchez, V. (1998). Composición de Comunidad de Invertebrados de un Ambiente Lotico Tropical e sus Variaciones e Temporal. *Ecología Acuáticos*, 157-173.
- Lara - Lara Núñez, J. R., Arenas Fuentes , V., Bazán Guzmán, C., Díaz Castañeda, V., Escobar Briones, E., & García Abad, M. (2008). Los Ecosistemas Marinos, en Capital Natural de México, Vol. 1: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. *CONABIO*, 135-159.
- Liévano León, A., & Ospina Torres, R. (2007). *Guía Ilustrada de los Macroinvertebrados Acuáticos del Río Bahamón*. Bogota: Universidad El Bosque: Instituto Alexander Von Humboldt.
- Lifeinfreshwater.net Jan Hamrsky. (2011). *Vida en agua dulce*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://lifeinfreshwater.net/book-project/>
- Mafla Herrera, M. (2005). *Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica*. Costa Rica: Editorial CATIE.
- Maguraan, A. E. (1988). Ecological Diversity and its Measurement. *Princeton University Press, New Jersey*, 179.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Massachusetts : Publishing Blackwell .
- Martinez Garcia, N. Macroinvertebrados Acuáticos como Sistema de Evaluación de Contaminación del Balneario de Hurtado, Río Guatapuri, Valledupar - Cesar. *Tesis de Pregrado*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia.
- Mccafferty, P. W., & Provonsha, A. V. (1981). *Aquatic entomology. The Fishermen's and Ecologist' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Sudbury - Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.
- Medianero, E., & Samaniego, M. (2004). Comunidades de Insectos Acuáticos Asociados a Condiciones de Contaminación en el Río Curundu - Panamá. *redalyc.org*, 279 - 294.
- Melic, A., Rivera, I., & Torralba , A. (2015). El Proyecto IDE. *Ibero Diversidad Entomologica IDEA*, 1-14.
- Merritt , R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. *Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol.81 N°2*, pp.593 - 595.
- Merritt W, R., & Cummins W, K. (1996). *An Introduction to the Aquatic Insectsof North America*. (3 a ed. ed.). Dubuque, Iowa: Kendall / Hunt Publishing Company.

- Metcalfe, J. L. (1989). Biological Water Quality Assessment of Running Waters Based on Macroinvertebrate Communities: History and Present Status in Europe. *Environmental Pollution Vol. 60*, pp. 101-139.
- Mey, W., & Speidel, W. (2008). Global diversity of butterflies (Lepidoptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 592: 521 - 528.
- Mey, W., & Speidel, W. (2008). Global Diversity of Butterflies (Lepidoptera) in Freshwater. *Hydrobiología*, 592: 521-528.
- Ministerio de Ambiente y Energía, CR (MINAE). (2003). Propuesta de Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales de Costa Rica. *Decretos*. San Jose, Costa Rica: Gaseta N°178 CR. 22 p.
- Mitchell, M. K., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). *Manual de Campo de Proyecto del Río: Guía para Monitorear la Calidad del Agua en el Río Bravo*. New Mexico, USA.: Global Rivers Environmental Education Network.
- Monserrat, V. J. (1984). Los Neuropteros Acuáticos de la Península Ibérica (Insecta, Megaloptera). *Boletín de Entomología Venezolana, Nueva Serie*, 137 - 154.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para Medir la Biodiversidad. M&T– Manuales y Tesis SEA. *Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*, 1-88.
- Municipalidad Distrital de Santiago de Cusco . (2018). *Plan de Desarrollo Local Concertado*. Cusco - Santiago.
- Naranjo López, J. C., & López del Castillo, P. (2007). 1 BMWP, un Índice Biótico Promisorio. *Revista Bioriente*, 1(1): 9-12.
- Naturalista. (2011). *Chinche Gigante de Agua*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperando de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/446963-Belostoma-elegans>
- Navarra, U. d. (16 de Agosto de 2006). *Información Ambiental Agua : Contaminación Orgánica en los Ríos*. Navarra: Universidad de Navarra.
- Ospino, T. (2016). *Importancia Ecológica de los Escarabajos Acuáticos como Biorreguladores*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://escarabajosbiorreguladores.blogspot.com/2016/10/introduccion-al-orden%20cole%C3%B3ptera.%20html>.
- Pennak, R. W. (1984). The Fresh - Water Invertebrate Fauna: Problems and Solutions for Evolutionary Success. *American Society of Zoologists*: 25, 671 - 687.

- Pérez López, E. (2016). Control de Calidad en Aguas para Consumo Humano en la Región Occidental de Costa Rica. *Revista Tecnológica en Marcha*, 29(3) p.3.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad de las Aguas. *Fundación Miguel Lillo.*, 631-654.
- Prieto, C. J. (2004). *El agua, Sus Formas, Efectos, Abastecimiento, Usos, Daños, Control y Conservación*. Bogota - Colombia: Eco Ediciones D.C.275.
- Pritchard, G. (1996). The life History of a Tropical Dragonfly: Cora Marina (Odonata: Polythoridae) in Guanacaste Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, Vol.12, N°4, pp.573-581.
- Ramirez Diaz, F., Vasquez Ramos, J. M., & Reinoso Florez, G. (2010). Distribución Espacial y Temporal de los Tricopteros Inmaduros en la Cuenca del Río Totare (Tolima - Colombia). *Caldasia*, 129 - 148.
- Ramírez, A., & Gutiérrez Fonseca, P. E. (2014). Functional Feeding Groups of Aquatic Insect Families in Latin America: Critical Analysis and Review of Existing Literature. *Revista de Biología Tropical Vol. 62*, pp.155-167.
- Reese Voshell, J. (2002). *AGuide to Common Freshwater Invertebrates of North America*. Blacksburg - Virginia: The Mc Donald & Woodward Publishing Company.
- Rios - Toluma, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). Andean Biotic Index (ABI): Revised Tolerance to Pollution Values for Macroinvertebrate Families and index Performance Evaluation. *Revista de Biología Tropical 62 (Suppl 2)*, 249-273.
- Roldán Pérez , G. A. (1998). *Guia para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia*. Medellín - Colombia: Editorial Presencia.
- Roldán Pérez , G. A. (2012). *Los macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de la Calidad del Agua*. Bogotá, Colombia.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- Roldán Pérez, G. A. (1988). *Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogota - Colombia: Bogota : FEN, Colciencias, Universidad de Antioquia.
- Roldán Pérez, G. A. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Medellín - Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

- Roldán Pérez, G. A. (1996). *Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia*. Medellín - Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán Pérez, G. A. (2003). *Bioindicación de la Calidad : Uso del método BMWP/Col*. Medellín - Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán Pérez, G. A., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Antioquia - Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero Rojas , J. A. (1996). *Acuquímica*. Bogotá - Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rosero, D., & Fossati, O. (2009). *Comparación entre Dos Índices Bióticos para Conocer la Calidad del Agua en Ríos del Páramo de Papallacta. Índices Bióticos*. Instituto para el Desarrollo y la Investigación, IRD, Argentina.
- Ross, A. H. (1981). *Guide to Insects Simon & Schuster's*. New York: Ed. Fireside.
- Sajami Reymundo, J. Distribución Espacio Temporal de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera y Coleoptera (Insecta) en una Quebrada de primer orden, Bosque Montano, Junin, Perú. *Tesis Para Optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.
- Sciencedirect. (2018). *Agricultural and Biological*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/leptophlebiidae>.
- Segnini, S., & Chacon, M. (2005). Caracterización Físicoquímica del Hábitat Interno y Ribereño de Ríos Andinos en la Cordillera de Merida, Venezuela. *Sociedad Venezolana de Ecología*, ECOTROPICOS18(1): 38 - 61.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2007). Monitoreo de la Calidad de Agua de los Ríos de Perú. *SENAMHI*, 8.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2001). *Ecology and Field Biology*. USA: Universidad de Virginia .
- Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*. 58 (14), 151-198.
- Sweeney W, B., Funk H, D., & Jackson K, J. (1995). Semivoltinism, Seasonal Emergence, and Adult Size Variation in a Tropical Stream Mayfly (*Euthyplocia hecuba*). *Journal of the North American Benthological Society Vol.14 (1):*, 131 - 146.

- Tapia , L., Sánchez , T., Baylón, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceda, D., y otros. (2017). Invertebrados Bentónicos como Bioindicadores de Calidad de Agua en Laguna Altoandinas del Perú. *Ecología Aplicada, Vol.17 N°2*, pp.149-163.
- Tinoco Rodríguez, G. J., & Mancilla Quispe, J. L. Determinación de la Diversidad de Entomofauna Acuática de la Laguna de Urcos. *Seminario de Investigación*. Universidad Nacional de Abad de Cusco - Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.
- Toro, M., Morelli, E., & Verdi, A. (2014). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad 85*., 1160-1170.
- Vásquez, D., Flowers, W., & Springer, M. (2009). Life History of Five Small Minnow Mayflies (Ephemeroptera: Baetidae) in a Small Tropical Stream on the Caribbean Slope of Costa Rica. *Aquatic Insects Vol. 31, Supplement I*, 319-332.
- Vidal - Abarca Gutiérrez, M. R., Suárez Alonso, M. L., Gómez Cerezo, R., Sánchez Montoya , M., & Ramírez Díaz, L. (1994). *Ecología de Agua Continentales, Practicas de Limnología (1)*. España - Murcia: Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Wallace, B. J., & Webster, J. (1996). El Papel de los Macroinvertebrados en la Función del Ecosistema Fluvial. *Rev. Entomol. Vol 41*, pp.115-139.
- Watershed . (2009). *Ephemeroptera*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de [https://dep.wv.gov/WWE/watershed/bio\\_fish/Pages/Bio\\_Fish.aspx](https://dep.wv.gov/WWE/watershed/bio_fish/Pages/Bio_Fish.aspx).
- Wikipedia. (2018). *Psephenidae*. Obtenido de [Fotografía]: Recupedaro de <https://es.wikipedia.org/wiki/Psephenidae>.
- Williams D, D., & Felmate B, B. (1992). *Aquatic Insects. Division of Life Sciences, Scarborough Campus, University of Toronto*. Toronto, Ontario, Canada.: Redwood Press Ltd., Melksham. UK. p. 336.
- Yábar Tapia, S. E., & Valverde Ccañihua, B. Y. Determinación de Insectos Acuáticos como Indicadores de Calidad de Agua. *Seminario de Investigación - Facultad de Ciencias Biológicas*. Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco., Cusco.
- Zuñiga, & Rojas. (1995). Fichas Ephemeropteros Cortolima. *Recuperado el 23 de marzo del 2015*.

## **ANEXOS**

## GLOSARIO

**Acuíferos:** Formación geológica que está constituida por una o más capas de rocas, capaz de almacenar y ceder el agua.

**Aeropnéustica:** Organismo que toman oxígeno toman de atmosfera.

**Afloramientos:** Es el ascenso de agua de niveles más profundos, más fría y rica en sales nutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos).

**Agallas:** Son los órganos respiratorios de numerosos animales acuáticos.

**Alóctono:** (= materiales exógenos) En los sistemas acuáticos, partículas alimentarias, o en general trozos de materiales constituidos por materia orgánica y nutrientes, provenientes desde afuera de los sistemas.

**Antropogénicas:** Se refiere al efecto ambiental provocado por la acción del hombre.

**Antenas:** Cada uno de los filamentos que tienen en la cabeza muchos animales.

**Autóctono:** En los sistemas acuáticos, materiales endógenos (formados en el mismo sitio), tales como nutrientes u organismos que se generan dentro del mismo. Que ha nacido o se ha originado en el mismo lugar donde se encuentra.

**Bentos:** Conjunto de organismos que viven en las zonas bénticas o fondos acuáticos.

**Bioindicador:** Es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal, cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas.

**Braquípteras:** Son aquellas que presentan alas superiores más cortas que el abdomen.

**Canibalismo:** Es el acto o la práctica de alimentarse con miembros de la propia especie.

**Cefálico:** Se refiere a aquella parte que se relaciona o que tiene una posición cercana a la cabeza.

**Ciénagas:** Gran masa de agua estancada y poco profunda en la cual crece una vegetación acuática a veces muy densa.

**Cosmopolitas:** Que se encuentra en cualquier lugar del mundo.

**Cutícula:** La cutícula, capa superior del exoesqueleto, de forma flexible y elástica cuando es nueva.

**Detritívoras:** Especies que se alimentan de materia orgánica en descomposición.

**Detritos:** Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas.

**Dorsal:** Perteneciente o relativo al dorso, espalda o lomo.

**Efímeros:** Que dura poco tiempo o es pasajero.

**Élitros:** El par de alas anteriores endurecidas que protegen a las alas posteriores y son usadas para volar.

**Escamas:** es una pequeña placa rígida que crece de la piel de un animal, generalmente para proporcionarle aislamiento y protección.

**Escorrentía:** Proceso físico que consiste en el escurrimiento del agua de lluvia por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial.

**Espiráculos:** Orificio respiratorio externo de algunos artrópodos terrestres y especies acuáticas.

**Fisiológica:** Es el estudio científico de las funciones y mecanismos que se desarrollan dentro de un sistema vivo.

**Fitófagos:** Que se alimentan de materiales vegetales.

**Fitoplancton:** Conjunto de organismos exclusivamente vegetales que forman parte del plancton.

**Hábitat:** Es el lugar donde vive un organismo o el lugar donde uno lo buscaría.

**Hemimetábolos:** Metamorfosis incompleta, insectos que provienen de la metamorfosis simple, donde los estados inmaduros ninfas son muy parecidos a los adultos, pero con algunos órganos incompletos.

**Hibernación:** Estado de letargo en el que permanecen algunos animales durante el invierno.

**Hidrófobos:** Se aplica a aquellos organismos o sustancias que son, en apariencia, repelidas por el agua (ya que, estrictamente hablando, no hay fuerza repulsiva involucrada;

**Hidrodinámico:** Que disminuye la resistencia al agua.

**Hidroneústica:** Organismo que toman oxígeno del agua a través de estructuras especializadas.

**Holometábolos:** Metamorfosis completa, es decir que en su desarrollo se encuentra un estado pupal entre el estado larval y el adulto (imago).

**Hospederos:** Vegetal o animal en que se aloja un parásito.

**Labium:** Apéndice posterior-medio de la cabeza de los insectos perteneciente al aparato bucal, formado por la fusión de las segundas maxilas, llamado también labio inferior.

**Larva:** Forma joven de un insecto de metamorfosis completa, que difiere totalmente del adulto al que va dar origen, y para llegar al mismo pasará por un estado pupal.

**Lenticos:** Corrientes lentas. También se usa para ecosistemas de aguas estáticas y están principalmente representados por lagos y lagunas.

**Loticos:** Corrientes rápidas. También se usa para ecosistemas de aguas fluyentes y están principalmente representados por ríos y arroyos.

**Metamorfosis:** Transformación que experimentan determinados animales en su desarrollo biológico.

**Muda:** Es un proceso periódico, mediante el cual el animal se desprende de su cutícula y experimenta un rápido crecimiento

**Necton:** Conjunto de organismos que poseen movilidad propia, son capaces de desplazarse activamente.

**Neuston:** Organismos que viven en la fase aérea sobre la película de agua.

**Ninfas:** Etapa que precede al estado de imago (adulto) en los insectos, relativamente poco desarrollado morfológicamente, difiere de los adultos en que tienen poco desarrollado el aparato genital.

**Oligotróficas:** Con bajo contenido de nutrientes.

**Palpos:** Apéndices articulados, varían en número, acompañan a otras partes de la boca en los insectos, hay palpos maxilares y palpos labiales, pueden ser órganos táctiles, gustativos o prensiles.

**Parasitoide:** Es un organismo cuyas larvas se alimentan y desarrollan en el interior (endoparásitos) o en la superficie (ectoparásitos) del cuerpo de otro artrópodo.

**Perifiton:** (=fitobentos) Micro flora que crece pegada al fondo, o a otros sustratos sumergidos incluyendo las plantas.

**Planctónicos:** Conjunto de organismos animales y vegetales, generalmente diminutos, que flotan y son desplazados pasivamente en aguas saladas o dulces.

**Prensil:** Que sirve para agarrar o sujetar.

**Primitivo:** Que pertenece al origen o primeros tiempos de una cosa.

**Protráctil:** Que se puede proyectar hacia fuera hasta una distancia considerable.

**Pronoto:** Placa dorsal del primer segmento del tórax de los insectos.

**Pupa:** Estado de reposo inactivo entre la larva y el adulto en los insectos holometabolos

**Tarso:** Último segmento de las patas que está unido a la tibia.

**Semivoltinos:** Organismos con una o dos generaciones al año.

**Setas:** Un pelo de suavidad dura.

**Univoltinos:** Organismos que no poseen estacionalidad muy marcada en la emergencia de los adultos.

**Ventosas:** Órgano que ciertos animales tienen en la boca y en las extremidades y que les permite sujetarse o adherirse fuertemente a los objetos haciendo el vacío.

**Ventral:** Perteneciente o relativo al vientre.

**Zooplankton:** Conjunto de organismos exclusivamente animales que forman parte del plancton.

**ANEXO 01: BASES DE DATOS**

### Artropofauna Acuática Identificada en Microcuenca del Río Chocco en Época de Secas Lluvias.

ARTROPFAUNA ACUÁTICA			ÉPOCA DE SECAS										ÉPOCA DE LLUVIAS										TOTAL
			SALIDA 1°					SALIDA 2°					SALIDA 3°					SALIDA 4°					
Clase	Orden	Familia	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	
Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		Hydryphantidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	12	21	8	18	15	10	24	10	13	9	6	14	3	11	9	3	20	2	8	4	220
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	31	27	3	15	6	50	32	6	13	7	20	11	1	9	3	14	6	1	6	5	266
		Elmidae	31	22	5	13	7	40	30	9	21	8	19	9	3	9	5	11	8	1	6	10	267
		Hydrophilidae	9	8	3	6	3	13	10	2	10	3	9	3	1	5	4	8	4	1	3	1	106
		Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3
		Staphylinidae	3	1	1	3	0	2	3	0	2	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	20
	Hemíptera	Corixidae	1	7	7	0	0	3	6	10	0	0	5	2	1	0	0	3	2	0	0	0	47
	Odonata	Aeshnidae	25	20	8	16	4	31	25	10	14	5	16	10	2	10	7	10	6	1	4	2	226
		Libellulidae	8	9	2	8	0	9	8	4	4	0	4	2	3	3	0	3	3	1	0	0	71
	Trichoptera	Hydroptilidae	11	8	5	8	0	13	12	1	6	0	9	7	2	2	0	5	4	1	4	0	98
		Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5
		Hidrobiosidae	1	1	0	0	0	5	3	1	0	0	2	3	0	2	0	3	1	0	1	0	23
		Odontoceridae	21	13	3	8	0	22	18	2	5	0	10	6	3	5	2	6	2	2	0	0	128
	Plecóptera	Perlidae	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	14
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	4	1	4	0	9	6	1	0	0	3	3	0	0	0	1	3	1	0	0	41
		Baetidae	3	2	0	3	0	8	6	0	0	0	3	2	1	0	0	2	1	0	1	0	32
	Díptera	Tipulidae	0	0	1	5	1	0	0	1	5	2	0	0	1	3	7	0	0	0	3	5	34
Muscidae		0	0	1	3	2	0	0	1	5	7	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	28	
Chrinomidae		0	0	7	4	3	0	0	5	8	5	0	0	0	1	1	0	0	0	6	5	45	
Ceratopogonidae		0	0	4	6	4	0	0	5	11	5	0	0	0	1	2	0	0	0	3	5	46	
Simuliidae		0	0	4	3	1	0	0	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	28	
Tabanidae		0	0	0	3	1	0	0	0	7	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	
Empididae		2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	
<b>TOTAL</b>			<b>1216</b>										<b>560</b>										<b>1776</b>

**Total de Artropofauna Acuática Colectada en la Microcuenca del Río Chocco en Época de Secas**

ARTROPOFAUNA ACUÁTICA				ÉPOCA DE SECAS										
Phylum	Clase	Orden	Familia	SALIDA 1°					SALIDA 2°					Total
				PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3
			Hydryphantidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Crustácea	Amphipoda	Hyallesidae	12	21	8	18	15	10	24	10	13	9	140
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	31	27	3	15	6	50	32	6	13	7	190
			Elmidae	31	22	5	13	7	40	30	9	21	8	186
			Hydrophilidae	9	8	3	6	3	13	10	2	10	3	67
			Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Staphylinidae	3	1	1	3	0	2	3	0	2	0	15
			Hemíptera	Corixidae	1	7	7	0	0	3	6	10	0	0
		Odonata	Aeshnidae	25	20	8	16	4	31	25	10	14	5	158
			Libellulidae	8	9	2	8	0	9	8	4	4	0	52
		Trichoptera	Hydroptilidae	11	8	5	8	0	13	12	1	6	0	64
			Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Hidrobiosidae	1	1	0	0	0	5	3	1	0	0	11
			Odontoceridae	21	13	3	8	0	22	18	2	5	0	92
		Plecóptera	Perlidae	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	4	1	4	0	9	6	1	0	0	30
			Baetidae	3	2	0	3	0	8	6	0	0	0	22
		Díptera	Tipulidae	0	0	1	5	1	0	0	1	5	2	15
			Muscidae	0	0	1	3	2	0	0	1	5	7	19
			Chrinomidae	0	0	7	4	3	0	0	5	8	5	32
	Ceratopogonidae		0	0	4	6	4	0	0	5	11	5	35	
	Simulidae		0	0	4	3	1	0	0	1	7	9	25	
	Tabanidae		0	0	0	3	1	0	0	0	7	5	16	
	Empididae		2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
	<b>TOTAL</b>				<b>166</b>	<b>145</b>	<b>63</b>	<b>126</b>	<b>47</b>	<b>217</b>	<b>187</b>	<b>69</b>	<b>131</b>	<b>65</b>

**Total de Artropofauna Acuática Colectada en la Microcuenca del Río Chocco en Época de Lluvias.**

ARTROPOFAUNA ACUÁTICA				ÉPOCA DE LLUVIAS											
Phylum	Clase	Orden	Familia	SALIDA 3					SALIDA4					Total	
				PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5		
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Hydryphantidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	6	14	3	11	9	3	20	2	8	4	80	
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	20	11	1	9	3	14	6	1	6	5	76	
			Elmidae	19	9	3	9	5	11	8	1	6	10	81	
			Hydrophilidae	9	3	1	5	4	8	4	1	3	1	39	
			Curculionidae	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3	
			Staphylinidae	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	5	
		Hemíptera	Corixidae	5	2	1	0	0	3	2	0	0	0	13	
		Odonata	Aeshnidae	16	10	2	10	7	10	6	1	4	2	68	
			Libellulidae	4	2	3	3	0	3	3	1	0	0	19	
		Trichoptera	Hydroptilidae	9	7	2	2	0	5	4	1	4	0	34	
			Leptoceridae	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5	
			Hidrobiosidae	2	3	0	2	0	3	1	0	1	0	12	
			Odontoceridae	10	6	3	5	2	6	2	2	0	0	36	
		Plecóptera	Perlidae	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	8	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	3	0	0	0	1	3	1	0	0	11	
			Baetidae	3	2	1	0	0	2	1	0	1	0	10	
		Díptera	Tipulidae	0	0	1	3	7	0	0	0	3	5	19	
			Muscidae	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	9	
			Chrinomidae	0	0	0	1	1	0	0	0	6	5	13	
			Ceratopogonidae	0	0	0	1	2	0	0	0	3	5	11	
			Simulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	
	Tabanidae		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
	Empididae		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2		
	<b>TOTAL</b>				<b>115</b>	<b>79</b>	<b>26</b>	<b>62</b>	<b>42</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>12</b>	<b>48</b>	<b>38</b>	<b>560</b>

Abundancia Relativa de los Órdenes – Familias de Artrópodos Acuáticos en Microcuenca del Río Chocco.

Artropofauna Acuática						Total Familias	Abundancia de Familias	Total Órdenes	Abundancia de Órdenes		
Phylum	Clase	Orden	Familia	Época de Secas	Época de Lluvias						
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	3	1	4	0%	6	0%		
			Hydryphantidae	1	1	2	0%				
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	140	80	220	12%	220	12%		
	Insecta	Coleoptera		Dytiscidae	190	76	266	15%	662	37%	
				Elmidae	186	81	267	15%			
				Hydrophilidae	67	39	106	6%			
				Curculionidae	0	3	3	0%			
				Staphylinidae	15	5	20	1%			
		Hemíptera	Corixidae	34	13	47	3%	47	3%		
		Odonata		Aeshnidae	158	68	226	13%	297	17%	
				Libellulidae	52	19	71	4%			
		Trichoptera			Hydroptilidae	64	34	98	6%	254	14%
					Leptoceridae	0	5	5	0%		
					Hidrobiosidae	11	12	23	1%		
					Odontoceridae	92	36	128	7%		
		Plecóptera	Perlidae	6	8	14	1%	14	1%		
		Ephemeroptera			Leptophlebiidae	30	11	41	2%	73	4%
					Baetidae	22	10	32	2%		
		Díptera			Tipulidae	15	19	34	2%	203	11%
	Muscidae				19	9	28	2%			
	Chironomidae				32	13	45	3%			
	Ceratopogonidae				35	11	46	3%			
	Simuliidae				25	3	28	2%			
Tabanidae	16				1	17	1%				
Empididae	3				2	5	0%				
<b>TOTAL</b>				<b>1216</b>	<b>560</b>	<b>1776</b>	<b>100%</b>	<b>1776</b>	<b>100%</b>		

**Distribución de Órdenes - Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Secas.**

ÉPOCA DE SECAS							
Phylum	Clase	Orden	Familia	Nro. de Individuos	Abundancia Relativa Familias	Nro. de Individuos Total	Abundancia Relativa Órdenes
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	3	0%	4	0%
			Hydryphantidae	1	0%		
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	140	12%	140	12%
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	190	16%	458	38%
			Elmidae	186	15%		
			Hydrophilidae	67	6%		
			Curculionidae	0	0%		
			Staphylinidae	15	1%		
		Hemíptera	Corixidae	34	3%	34	3%
		Odonata	Aeshnidae	158	13%	210	17%
			Libellulidae	52	4%		
		Trichoptera	Hydroptilidae	64	5%	167	14%
			Leptoceridae	0	0%		
			Hidrobiosidae	11	1%		
			Odontoceridae	92	8%		
		Plecóptera	Perlidae	6	0%	6	0%
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	30	2%	52	4%
	Baetidae		22	2%			
	Díptera	Tipulidae	15	1%	145	12%	
		Muscidae	19	2%			
		Chrinomidae	32	3%			
Ceratopogonidae		35	3%				
Simuliidae		25	2%				
Tabanidae		16	1%				
Empididae		3	0%				
<b>TOTAL</b>				<b>1216</b>	<b>100%</b>	<b>1216</b>	<b>100%</b>

Distribución de Órdenes - Familias Encontradas en los 5 Puntos de Muestreo en Época de Lluvias.

ÉPOCA DE LLUVIAS							
Phylum	Clase	Orden	Familia	Nro. de Individuos	Abundancia Relativa	Nro. de Individuos Total	Abundancia Relativa Órdenes
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	1	0%	2	0%
			Hydryphantidae	1	0%		
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	80	14%	80	14%
			Coleoptera	Dytiscidae	76	14%	204
	Elmidae	81		14%			
	Hydrophilidae	39		7%			
	Curculionidae	3		1%			
	Staphylinidae	5		1%			
	Hemíptera	Corixidae		13	2%	13	
	Odonata	Aeshnidae	68	12%	87	16%	
		Libellulidae	19	3%			
	Trichoptera	Hydroptilidae	34	6%	87	16%	
		Leptoceridae	5	1%			
		Hidrobiosidae	12	2%			
		Odontoceridae	36	6%			
	Plecóptera	Perlidae	8	1%	8	1%	
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	11	2%	21	4%	
		Baetidae	10	2%			
	Díptera	Tipulidae	19	3%	58	10%	
		Muscidae	9	2%			
		Chrinomidae	13	2%			
		Ceratopogonidae	11	2%			
		Simulidae	3	1%			
Tabanidae		1	0%				
Empididae		2	0%				
<b>TOTAL</b>				<b>560</b>	<b>100%</b>	<b>560</b>	<b>100%</b>

Distribución de Géneros Identificados en Época de Secas - Lluvias.

ARTROPOFAUNA ACUÁTICA					ÉPOCA DE SECAS			ÉPOCA DE LLUVIAS			
Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Salida 1°	Salida 2°	Total	Salida 3°	Salida 4°	Total	
Arthropoda	Arácnida	Trombidiformes	Hydracnidae	<i>Hydrachana</i>	2	1	3	1	0	1	
			Hydryphantidae	<i>Hydryplantes</i>	1	0	1	1	0	1	
	Crustácea	Amphipoda	Hyallelidae	<i>Hyallela</i>	74	66	140	43	37	80	
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Lancetes</i>	69	94	163	35	24	59	
				<i>Rhantus</i>	13	14	27	9	8	17	
			Elmidae	<i>Austrelmis</i>	43	59	102	24	20	44	
				<i>Macrelmis</i>	35	49	84	21	16	37	
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	29	38	67	22	17	39	
			Curculionidae	<i>Curculionidae sp</i>	0	0	0	2	1	3	
			Staphylinidae	<i>Oxytelus</i>	8	7	15	3	2	5	
			Hemiptera	Corixidae	<i>Sigara</i>	15	19	34	8	5	13
			Odonata	Aeshnidae	<i>Anax</i>	37	47	84	23	12	35
					<i>Rhinoaeshna</i>	36	38	74	22	11	33
		Libellulidae		<i>Sympetrum</i>	27	25	52	12	7	19	
		Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	32	32	64	20	14	34	
			Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	4	1	5	
			Hidrobiosidae	<i>Hidrobiosidae</i>	2	9	11	7	5	12	
			Odontoceridae	<i>Marilia</i>	45	47	92	26	10	36	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Perlidae</i>	2	4	6	5	3	8	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	14	16	30	6	5	11	
			Baetidae	<i>Andesiops</i>	8	14	22	6	4	10	
		Diptera	Tipulidae	<i>Tipula</i>	7	8	15	11	8	19	
			Muscidae	<i>Muscidae</i>	6	13	19	7	2	9	
			Chrinomidae	<i>Chrinomidae sp</i>	14	18	32	2	11	13	
			Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae sp</i>	14	21	35	3	8	11	
	Simuliidae		<i>Simulium</i>	8	17	25	0	3	3		
	Tabanidae		<i>Tabanidae sp</i>	4	12	16	1	0	1		
	Empididae		<i>Empidae sp</i>	2	1	3	0	2	2		
	<b>TOTAL</b>					<b>547</b>	<b>669</b>	<b>1216</b>	<b>324</b>	<b>236</b>	<b>560</b>

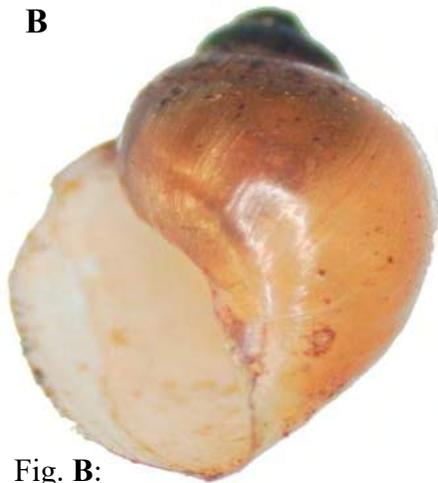
**Anexo 02: Fotografías de Otros Organismos Encontrados**

**A**

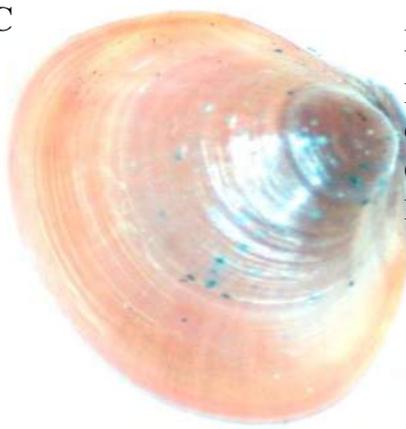


**Fig. A:**  
Phylum: Mollusca  
Clase: Gastropoda  
Familia: Planorbidae

**B**



**C**



**Fig. C:**  
Phylum: Mollusca  
Clase: Bivalva  
Orden: Veneroida  
Familia: Sphaeridae

**Fig. B:**

Phylum: Mollusca  
Clase: Gasteropoda  
Orden: Basommatophora  
Familia: Physidae

**D**



**Fig. D:**  
Phylum: Annelida  
Clase: Oligochaeta

**E**

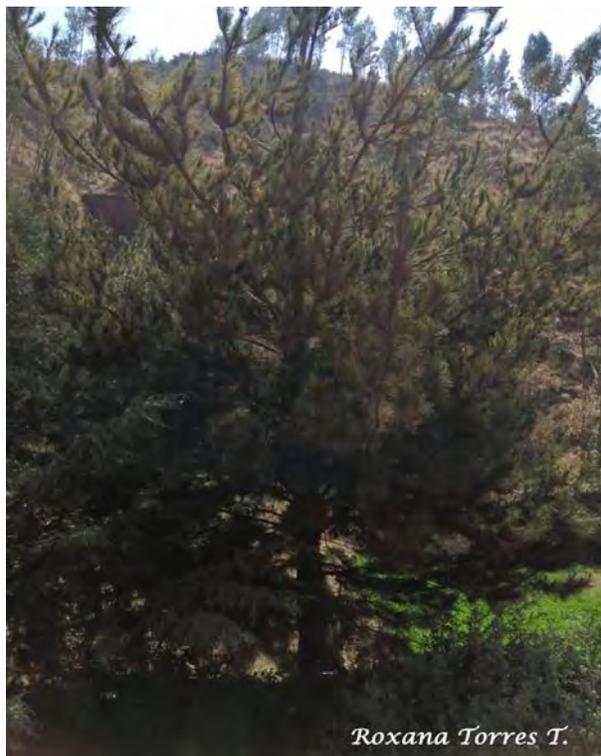


**Fig. E:**  
Clase: Hirudinea  
Familia Glossiphoniidae

Anexo 03: Fotografías de Flora Presente en Microcuenca del Río Chocco



*Eucalyptus globulus* Eucalipto



*Roxana Torres T.*  
*Pinus radiata* Pino



*Roxana Torres T.*  
*Cupresus macrocarpa* Ciprés



*Roxana Torres T.*  
*Cortaderia rudiusscula* Nihua



*Pitcaima ferruginea* Achupalla



*Barnadesia horrida* Llaulli



*Muehlenbeckia volcanica* Muñaca



*Colletia spinosissima* Rok'



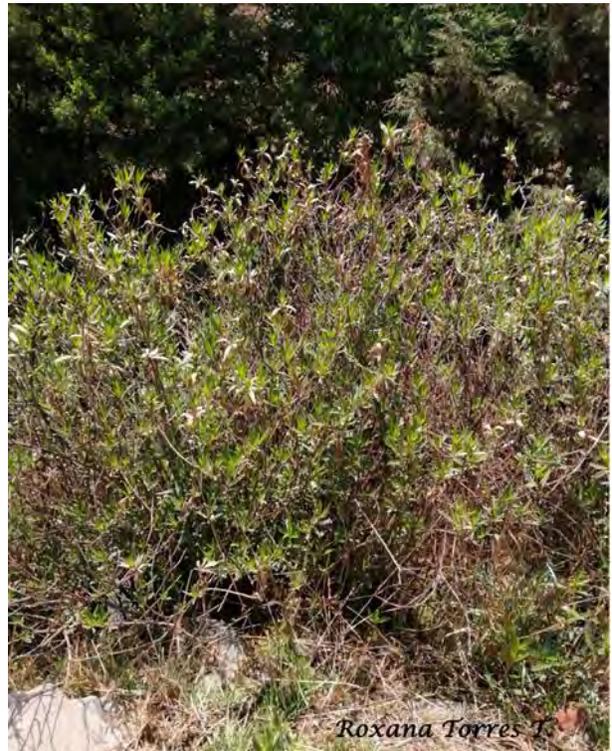
*Minthostachys mollis* Muña

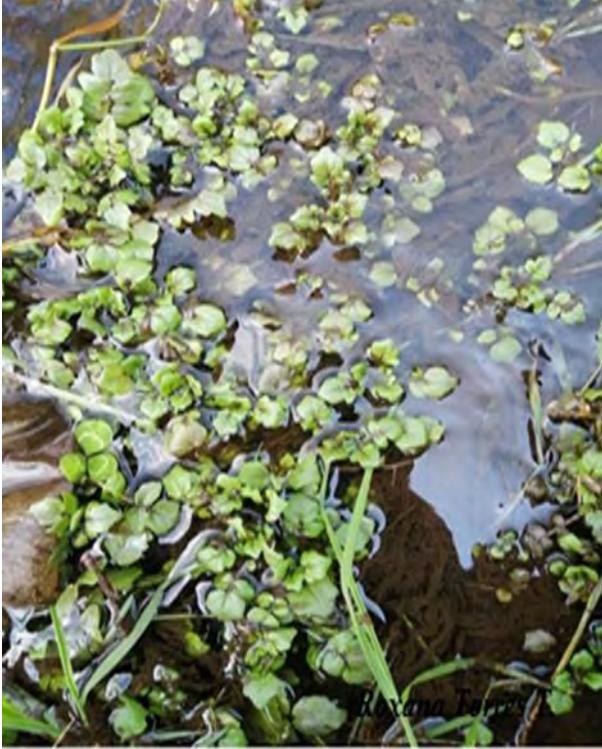


*Senna birrostris* Mutuy



*Baccharis polyantha* Chillca





*Lemna gibba*



*Hydrocotyle bonariensis*



*Cirsium vulgare*



*Baccharis odorata*



*Trifolium repens* = Trebol Blanco



*Oenothera rosea*



*Rumex coneifolius*

Anexo 04: Fotografías de Fauna Presente en Microcuenca de Río Chocco



*Tachymenis peruviana* M h' qw q



*Trichomycterus* sp Witta



Roxana Torres T.

*Rhinella spinulosa* Sapo común



*Telmatobius marmoratus* Kayra

**Anexo 05: Fotografías en Fase de Campo**



Fotografías en Fase de Campo – Recolección de Material Biológico



Fotografías en Fase de Campo – Alrededores de la Microcuenca del Río Chocco



Fotografías en Fase de Campo – Contaminación de la Microcuenca del Río Chocco



Fotografías en Fase de Laboratorio – Limpieza, Separación de Material Biológico.



Fotografías en Fase de Laboratorio – Identificación de Material Biológico.



## Anexo 06: Clave de Identificación

### *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*

#### CLAVES PARA LA IDENTIFICACION DE MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS PRESENTES EN AGUAS CONTINENTALES DE CHILE: FAMILIAS MÁS COMUNES.

La siguiente clave de identificación se ha diseñado para clasificar los macroinvertebrados de aguas continentales primero a nivel de orden o clase, y luego, en cada capítulo correspondiente se podrá acceder a claves más específicas. El tamaño de las imágenes no corresponde a la realidad.

#### CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE MACROINVERTEBRADOS

- 1a. Macroinvertebrados CON patas articuladas ..... 2
- 1b. Macroinvertebrados SIN patas articuladas ..... 5
- 2a. con 6 patas ..... 3
- 2b. con 8 o más patas ..... 4
- 3a. abdomen con 6 segmentos o menos, sin alas, tamaño pequeño (usualmente menor a 3 mm), tubo ventral (colóforo)  
.....COLLEMBOLA



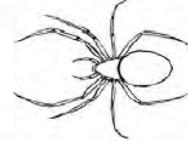
- 3b. abdomen con más de 6 segmentos, con o sin alas, de variados tamaños  
.....INSECTA



*Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*

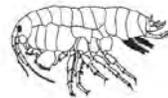
4a- con 8 patas.....ARACNIDA

Cuerpo con dos segmentos (cefalotórax y abdomen)  
..... Araneae (arañas)



Cuerpo globoso, aparentemente no segmentado. Tamaños muy pequeños.....Acari (ácaros acuáticos)

4b- con más de 8 patas.....CRUSTACEA



5a - Con concha (Phylum Mollusca) ..... 6

5b - Sin concha (tipo gusano) ..... 7

6a - Con dos piezas distinguibles (valvas)..... BIVALVIA  
(tipo almeja)



6b - Concha de una sola pieza .....GASTROPODA  
(caracoles)



*Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*

7a- Cuerpo segmentado ..... 8

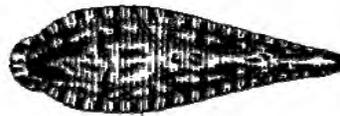
7b- Cuerpo no segmentado (liso) ..... 10

8a - Con cabeza distinguible, pseudopodos, Bránquias u otros apéndices  
.....INSECTA DIPTERA



8b- Sin cabeza distinguible ..... 9

9a- más de 20 segmentos, con disco succionador.....HIRUDINEA



9b- Sin esta característica.....OLIGOCHAETA



10a- Cuerpo no segmentado, aplastado ..... TURBELARIA  
(planarias)



10b - Cuerpo no aplastado ..... 11

CLAVE PARA LARVAS ACUATICAS DE LA CLASE INSECTA

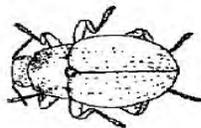
1. Macroinvertebrados SIN patas articuladas .....DIPTERA  
(ver también algunos COLEOPTERA)



2. Macroinvertebrados CON patas articuladas: ..... 3
- 3 a - Alas totalmente desarrolladas ..... 4
- 3b - Alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes ..... 5
- 4a - Parte del ala usualmente membranosa (hemélitros), con aparato succionador presente bajo la cabeza ..... HEMIPTERA



- 4b - Forma de escarabajo, con alas duras (élitros), mandíbulas desarrolladas y sin aparato succionador ....COLEOPTERA (Adulto)



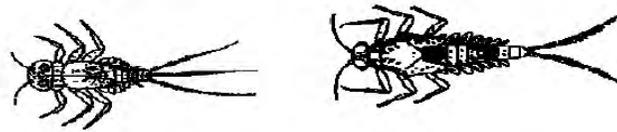
- 5a - Ojos compuestos, con estuches alares (Pterotecas presentes) ..... 6
- 5b - Ojos simples, sin estuches alares ..... 9

*Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*

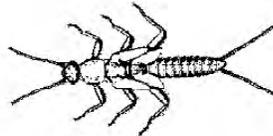
6a - Apéndices caudales (cercos) largos y pluriarticulados siempre presentes ..... 7

6b - Apéndices caudales (cercos) presentes o no, si está presente con solo 1 o dos segmentos ..... 8

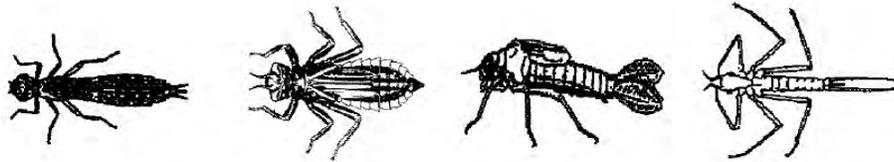
7a - Con dos o tres cercos, una uña tarsal, branquias abdominales presentes .....EPHEMEROPTERA



7b - Con dos cercos, dos uñas tarsales, branquias abdominales a veces ausentes ..... PLECOPTERA



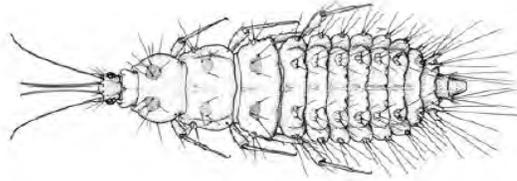
8a - Mandíbulas bien desarrolladas, labro formando una especie de mascara extendible, ojos bien desarrollados, abdomen puede terminar en tres branquias similares a cercos o en cinco puntas .....ODONATA



8b - Piezas bucales como estilete escondido bajo la cabeza .....HEMIPTERA



9a - Piezas bucales se proyectan hacia adelante como si fueran dos antenas adicionales ..... NEUROPTERA



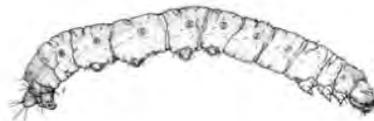
9b - Mandíbulas no sobrepasan la cabeza ..... 10

10a - Con antena de un solo segmento y extremadamente corta, tórax dividido en pro, meso y metanoto pudiendo estar esclerotizado solo el primero o los tres, abdomen blando terminado en dos ganchos. Constructores de habitáculos (capullos de piedra, arena, etc). ..... TRICHOPTERA



10 b - No como lo anterior ..... 11

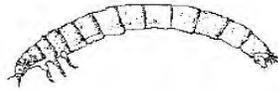
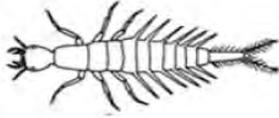
11a - con pseudópodos abdominales y sin prolongaciones en el extremo, solo dos ganchos muy pequeños .....LEPIDOPTERA



11b - Sin pseudópodos abdominales, distinto a lo anterior ..... 12

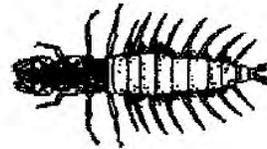
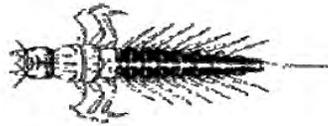
12a - Antenas con más de tres segmentos. Tarso con una uña, si tiene dos entonces el abdomen termina en dos filamentos, o cuatro ganchos en un apéndice. Abdomen generalmente esclerotizado.

..... COLEOPTERA



12b - Tarso con dos uñas, abdomen con branquias largas y que termina en un par de apéndices con dos ganchos, o en un filamento caudal único y largo.

..... MEGALOPTERA



## REFERENCIAS

- Bouchard, R.W. 2004. Guide to aquatic invertebrates of the upper Midwest. University of Minnesota.
- Domínguez, E. y H.R. Fernández, 2001. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos.
- Figueroa, R. & E. Araya. 2000. Familias de Macroinvertebrados presentes en ríos de Chile. Guía on-line.
- Merritt R.W. & K.W. Cummins. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, IA.
- Rosenberg, D. & V. Resh. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman. New York, USA.