

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS							
	CARTA DE AUTORIZACIÓN							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1	

Neiva, 26 de octubre de 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

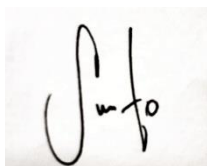
El suscrito: Santiago Gutiérrez Quintero, con C.C. No.16.078.545 de Manizales, autor de la tesis de maestría titulado: BIODIVERSIDAD DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN 8 AMBIENTES LÓTICOS DEL NORTE DEL HUILA, presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de Magíster en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:



M.Sc. Santiago Gutiérrez Quintero

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA							
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS							
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO								
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3	

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: BIODIVERSIDAD DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN 8 AMBIENTES LÓTICOS DEL NORTE DEL HUILA

AUTOR: SANTIAGO GUTIÉRREZ QUINTERO

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gutiérrez Quintero	Santiago

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ortiz Palma	Nelson Humberto

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magíster en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2017

NÚMERO DE PÁGINAS: 91

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías X Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
 Láminas___ Litografías___ Mapas X Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___
 Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: word

MATERIAL ANEXO: Manual de práctica de campo y laboratorio: captura, procesamiento y análisis de organismos en ambientes lóticos.

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): no aplica

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español	Inglés
1. Macroinvertebrados	Macroinvertebrates
2. Biodiversidad	Biodiversity
3. Huila	Huila
4. Familia	Family
5. Ecología	Ecology

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La presente investigación responde a la carencia de la taxonomía de macroinvertebrados acuáticos del norte del Huila, contribuyendo y brindando información base que puede ser utilizado para planes de manejo de unidades de análisis a nivel de cuencas hidrográficas, en sistemas de vigilancia, control de ecosistemas hídricos y que sea utilizada en la toma de decisiones por parte de las entidades gubernamentales y privadas, para la solución a problemáticas ambientales.

Los resultados provienen de muestreos realizados entre el 2013 y 2017 en 8 ambientes lóticos del norte del Huila (ríos Baché, Fortalecillas, Frío, Neiva y las quebradas La Jabonera, El Neme, La Jagua y el Arenoso). Un total de 28.808 organismos se determinaron en este trabajo, los cuales reposan en la Colección de Macroinvertebrados Acuáticos de la Corporación Universitaria del Huila (CMA-CH). Para el norte del Huila se registraron 58 familias, agrupadas en 17 órdenes y 7 clases. De todos los taxones adscritos a familia u otro taxón de rango superior, los más representativos son los insectos con 51 familias (82.76%), seguidos de los gastrópodos y bivalvos con un 6.56% y 3.28% respectivamente, por último se encuentran los oligoquetos, turbelarios, hirudíneos y arácnidos con el registro de una familia para cada clase, no se registró presencia de individuos de la clase hydrozoa. Las familias más ampliamente distribuidas fueron las Elmidae, Chironomidae, Similidae, Libellulidae, Calopterygidae, Leptohyphidae, Baetidae, Philopotamidae, Vellidae, Naucoridae y Corydalidae, los cuales se caracterizaron por ser igualmente los más abundantes.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The present research responds to the lack of the taxonomy of aquatic macroinvertebrates of the north of Huila, contributing and providing base information that can be used for management plans of analysis units at watershed level, in monitoring systems, control of water ecosystems and that is used in the decision making by the governmental and private entities, for the solution to environmental problems.

The results come from surveys conducted between 2013 and 2017 in 8 lotic environments in northern Huila (Baché, Fortalecillas, Frío, Neiva and La Jabonera, El Neme, La Jagua and Arenoso streams). A total of 28,808 organisms were determined in this work, which rest in the Collection of Aquatic Macroinvertebrates of the University Corporation of Huila (CMA-CH). For the north of Huila 58 families were registered, grouped in 17 orders and 7 classes. Of all the taxa assigned to family or another taxon of higher rank, the most representative are the insects with 51 families (82.76%), followed by the gastropods and bivalves with 6.56% and 3.28% respectively, finally the oligochaetes, turbelarios, hirudineos and arachnids with the registration of a family for each class, there was no presence of individuals of the class hydrozoa. The most widely distributed families were Elmidae, Chironomidae, Similidae, Libellulidae, Calopterygidae, Leptohyphidae, Baetidae,

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

Philopotamidae, Vellidae, Naucoridae and Corydalidae, which were also characterized as being the most abundant.

APROBACION DE LA TESIS


M Sc. Ángela Goretty García Gómez

JURADO


M Sc. Luis Alexander Carvajal Pinilla

JURADO


M Sc. Nelson Humberto Ortiz Palma

Director

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS**



**BIODIVERSIDAD DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN 8
AMBIENTES LÓTICOS DEL NORTE DEL HUILA**

AUTOR

Biol. SANTIAGO IVÁN GUTIÉRREZ QUINTERO

DIRECTOR

M.Sc. Ing. NELSON H. ORTIZ PALMA

NEIVA- HUILA, 26 DE AGOSTO DE 2017

... A MI HIJA, MI TODO
Mi Cheche.

En memoria de mi tía C.Q.L

AGRADECIMIENTOS

A la magister y candidata a doctor Adriana Cruz, quien no dudó en mí y fue mi bastón cuando no creí que se podía, gracias por ser realmente una amiga y por estar presta siempre a darme sus sabios consejos.

A los magister Nelson Ortiz, Luis Alexander Carvajal y Ángela Goretty García por estar prestos a colaborarme y guiarme en la elaboración de este estudio.

A los directivos de la Corporación Universitaria del Huila, CORHUILA, por apoyarme para desarrollar el proyecto.

Al doctor Alfredo Olaya Amaya, director de la Maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, por su apoyo en los distintos procesos de la maestría que me hicieron crecer en distintos sentidos, gracias por tantas oportunidades y por su sabiduría.

Al doctor Vladymeer Minorta, de la Universidad Nacional por sus recomendaciones en el tema y correcciones de estilo del manuscrito del manual de campo y laboratorio.

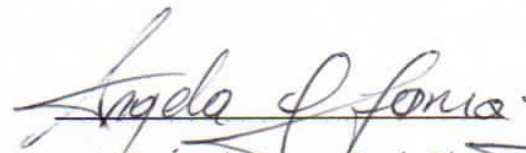
A mi Semillero MACU y estudiantes de la CORHUILA, me hacen sentir orgullosos de los proyectos y trabajos que hemos realizado.

A la Ingeniera María Sofía Aristizabal Yusty, por su colaboración en la elaboración del manual de campo y laboratorio.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y estar siempre pendientes de mí y mi familia.

A Stefa Alarcón, su amor, comprensión, tolerancia y apoyo incondicional en todo momento ha sido el motor que ha facilitado el poder culminar este proceso, sin ella no lo hubiera podido lograr.

NOTA DE ACEPTACIÓN


M Sc. Ángela Goretty García Gómez

JURADO


M Sc. Luis Alexander Carvajal Pinilla

JURADO


M Sc. Nelson Humberto Ortiz Palma

Director

Neiva, Octubre de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN	12
2	INTRODUCCIÓN	13
3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
4	MARCO TEÓRICO.....	16
4.1	Características de los principales órdenes de macroinvertebrados del Huila .	18
4.1.1	Orden Efemeróptera	18
4.1.1.1	Caracteres diagnósticos:	18
4.1.2	Orden Plecóptera.....	19
4.1.2.1	Caracteres diagnósticos del orden:	19
4.1.3	Orden Hemíptera	20
4.1.3.1	Caracteres diagnósticos del orden:	21
4.1.4	Orden Trichoptera.....	21
4.1.4.1	Caracteres diagnósticos del orden:	21
4.1.5	Orden Coleóptera.....	22
4.1.5.1	Caracteres diagnósticos del orden:	22
4.1.6	Orden Díptera	23
4.1.6.1	Caracteres diagnósticos del orden:	23
4.1.7	Orden Odonata	24
4.1.7.1	Caracteres diagnósticos del orden:	24
4.1.8	Orden Lepidóptera	26
4.1.9	Orden Neuróptera o Megalóptera.....	26
4.1.10	Orden Basommatophora.	27
4.1.11	Orden Haplotaxida.....	27
4.1.12	Orden Tricladida.	28
4.2	Calidad según criterios del índice biótico.....	28
4.2.1	Enfoque de Diversidad	29
4.2.2	Índices Bióticos	30
5	OBJETIVOS.....	32
5.1	General	32
5.2	Específicos.....	32
6	METODOLOGÍA	33

6.1	Área de estudio	33
6.1.1	Río Neiva	33
6.1.2	Río Baché	34
6.1.3	Río Frío de Rivera.....	34
6.1.4	Río Fortalecillas	35
6.1.5	Quebrada El Arenoso.....	35
6.1.6	Quebrada La Jabonera	35
6.1.7	Quebrada La Jagua	36
6.1.8	Quebrada El Neme	36
6.2	Métodos	36
6.2.1	Documentación bibliográfica	36
6.2.2	Trabajo de Campo y Laboratorio.....	36
6.2.2.1	Muestreo y determinación de macroinvertebrados acuáticos	38
6.2.3	Sistematización e interpretación de resultados	41
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
7.1	Macroinvertebrados Acuáticos del Norte del Huila	42
7.2	Índices Bióticos	48
7.3	Familias de Macroinvertebrados del Norte del Huila	49
7.3.1	Orden Coleóptera.....	49
7.3.1.1	Familia Elmidae.....	50
7.3.1.2	Familia Hydrophilidae	50
7.3.1.3	Familia Psephenidae	51
7.3.1.4	Familia Hydraenidae	51
7.3.1.5	Familia Ptilodactylidae.....	51
7.3.1.6	Familia Limnichidae.....	52
7.3.1.7	Familia Scirtidae.....	52
7.3.1.8	Familia Staphylinidae	53
7.3.1.9	Familia Dryopidae	53
7.3.1.10	Familia Gyrinidae	54
7.3.2	Orden Díptera	54
7.3.2.1	Familia Chironomidae.....	55
7.3.2.2	Familia Simuliidae	55
7.3.2.3	Familia Tabanidae.....	56

7.3.2.4	Familia Stratiomyidae	56
7.3.2.5	Familia Blephariceridae	57
7.3.2.6	Familia Tipulidae	57
7.3.2.7	Familia Psychodidae	58
7.3.2.8	Familia Ceratopogonidae	58
7.3.2.9	Familia Syrphidae.....	59
7.3.3	Orden Odonata	59
7.3.3.1	Familia Coenagrionidae.....	59
7.3.3.2	Familia Libellulidae	60
7.3.3.3	Familia Calopterygidae.....	60
7.3.3.4	Familia Gomphidae	61
7.3.4	Orden Ephemeroptera	61
7.3.4.1	Familia Leptohyphidae	62
7.3.4.2	Familia Baetidae.....	62
7.3.4.3	Familia Leptophlebiidae.....	63
7.3.4.4	Familia Polymitarcyidae.....	63
7.3.4.5	Familia Oligoneuriidae.....	64
7.3.5	Orden Trichoptera.....	64
7.3.5.1	Familia Hydropsychidae	65
7.3.5.2	Familia Philopotamidae	65
7.3.5.3	Familia Helicopsychidae.....	66
7.3.5.4	Familia Polycentropodidae	66
7.3.5.5	Familia Glossossomatidae	67
7.3.5.6	Familia Leptoceridae	67
7.3.5.7	Familia Odontoceridae	68
7.3.5.8	Familia Hydrobiosidae	69
7.3.5.9	Familia Calamoceratidae.....	69
7.3.5.10	Familia Hydroptilidae	70
7.3.6	Orden Hemíptera	70
7.3.6.1	Familia Veliidae	71
7.3.6.2	Familia Naucoridae	71
7.3.6.3	Familia Gerridae.....	72
7.3.6.4	Familia Notonectidae.....	72

7.3.6.5	Familia Belostomatidae	73
7.3.6.6	Familia Hydrometridae	73
7.3.7	Orden Lepidoptera	74
7.3.7.1	Familia Pyralidae	74
7.3.7.2	Familia Cossidae	75
7.3.8	Orden Plecóptera	75
7.3.8.1	Familia Perlidae	75
7.3.9	Orden Neuroptera	76
7.3.9.1	Familia Corydalidae	76
7.3.10	Orden Basommatophora	77
7.3.10.1	Familia Thiaridae	77
7.3.10.2	Familia Physidae	77
7.3.10.3	Familia Lymnaeidae	78
7.3.10.4	Familia Planorbidae	78
7.3.11	Orden Unionoida y Verenoida	79
7.3.11.1	Familia Hyriidae	79
7.3.11.2	Familia Sphaeriidae	80
7.3.12	Orden Haplotaxida	80
7.3.12.1	Familia Tubificidae	80
7.3.13	Orden Tricladida	81
7.3.13.1	Familia Planariidae	81
7.3.14	Orden Glossiphoniiformes	81
7.3.14.1	Familia Glossiphoniidae	82
7.3.15	Orden Acari	82
7.3.15.1	Familia Hydrachnidae	82
8	CONCLUSIONES	84
9	RECOMENDACIONES	85
10	BIBLIOGRAFÍA	86
11	ANEXO 1. MANUAL DE PRÁCTICA DE CAMPO Y LABORATORIO:	91

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CRITERIOS PARA EVALUAR LA DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER.....	29
TABLA 2. CLASES DE CALIDAD, SIGNIFICACIÓN DE LOS VALORES DEL BMWP/COL	30
TABLA 3. PUNTAJE DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PARA EL ÍNDICE BMWP/COL	31
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	38
TABLA 5. MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN EL NORTE DEL HUILA.....	43
TABLA 6. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PERTENECIENTES A LA CLASE INSECTA EN EL NORTE DEL HUILA.	46
TABLA 7. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN COLEÓPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	49
TABLA 8. FAMILIA ELMIDAE	50
TABLA 9. FAMILIA HYDROPHILIDAE	50
TABLA 10. FAMILIA PSEPHENIDAE	51
TABLA 11. FAMILIA HYDRAENIDAE.....	51
TABLA 12. FAMILIA PTILODACTYLIDAE.....	52
TABLA 13. FAMILIA LIMNICHIDAE	52
TABLA 14. FAMILIA SCIRTIDAE	53
TABLA 15. FAMILIA STAPHYLINIDAE	53
TABLA 16. FAMILIA DRYOPIDAE.....	53
TABLA 17. FAMILIA GYRINIDAE.....	54
TABLA 18. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN DÍPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	54
TABLA 19. FAMILIA CHIRONOMIDAE.....	55
TABLA 20. FAMILIA SIMULIIDAE	56
TABLA 21. FAMILIA TABANIDAE	56
TABLA 22. FAMILIA STRATIOMYIDAE	57
TABLA 23. FAMILIA BLEPHARICERIDAE	57
TABLA 24. FAMILIA TIPULIDAE	57
TABLA 25. FAMILIA PSYCHODIDAE.....	58
TABLA 26. FAMILIA CERATOPOGONIDAE.....	58
TABLA 27. FAMILIA SYRPHIDAE	59
TABLA 28. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN ODONATA EN EL NORTE DEL HUILA.....	59
TABLA 29. FAMILIA COENAGRIONIDAE	60
TABLA 30. FAMILIA LIBELLULIDAE	60
TABLA 31. FAMILIA CALOPTERYGIDAE	60
TABLA 32. FAMILIA GOMPHIDAE	61
TABLA 33. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN EPHEMEROPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	61
TABLA 34. FAMILIA LEPTOHYPHIDAE	62
TABLA 35. FAMILIA BAETIDAE.....	62
TABLA 36. FAMILIA LEPTOPHLEBIIDAE	63
TABLA 37. FAMILIA POLYMITARCYDAE.....	63
TABLA 38. FAMILIA OLIGONEURIIDAE.....	64
TABLA 39. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN TRICHOPTERA EN EL NORTE DEL HUILA	64
TABLA 40. FAMILIA HYDROPSYCHIDAE	65

TABLA 41. FAMILIA PHILOPOTAMIDAE.....	65
TABLA 42. FAMILIA HELICOPSYCHIDAE.....	66
TABLA 43. FAMILIA POLYCENTROPODIDAE.....	67
TABLA 44. FAMILIA GLOSSOSSOMATIDAE.....	67
TABLA 45. FAMILIA LEPTOCERIDAE.....	68
TABLA 46. FAMILIA ODONTOCERIDAE.....	68
TABLA 47. FAMILIA HYDROBIOSIDAE.....	69
TABLA 48. FAMILIA CALAMOCERATIDAE.....	69
TABLA 49. FAMILIA HYDROPTILIDAE.....	70
TABLA 50. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN HEMÍPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	71
TABLA 51. FAMILIA VELIIDAE.....	71
TABLA 52. FAMILIA NAUCORIDAE.....	71
TABLA 53. FAMILIA GERRIDAE.....	72
TABLA 54. FAMILIA NOTONECTIDAE.....	72
TABLA 55. FAMILIA BELOSTOMATIDAE.....	73
TABLA 56. FAMILIA HYDROMETRIDAE.....	73
TABLA 57. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN LEPIDOPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	74
TABLA 58. FAMILIA PYRALIDAE.....	74
TABLA 59. FAMILIA COSSIDAE.....	75
TABLA 60. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN PLECOPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	75
TABLA 61. FAMILIA PERLIDAE.....	76
TABLA 62. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN NEUROPTERA EN EL NORTE DEL HUILA.....	76
TABLA 63. FAMILIA CORYDALIDAE.....	76
TABLA 64. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN BASOMMATOPHORA EN EL NORTE DEL HUILA.....	77
TABLA 65. FAMILIA THIARIDAE.....	77
TABLA 66. FAMILIA PHYSIDAE.....	78
TABLA 67. FAMILIA LYMNAEIDAE.....	78
TABLA 68. FAMILIA PLANORBIDAE.....	78
TABLA 69. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN UNIONOIDA Y VERENOIDA EN EL NORTE DEL HUILA.....	79
TABLA 70. FAMILIA HYRIIDAE.....	79
TABLA 71. FAMILIA SPHAERIDAE.....	80
TABLA 72. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN HAPLOTAXIDA EN EL NORTE DEL HUILA.....	80
TABLA 73. FAMILIA TUBIFICIDAE.....	80
TABLA 74. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN TRICLADIDA EN EL NORTE DEL HUILA.....	81
TABLA 75. FAMILIA PLANARIIDAE.....	81
TABLA 76. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN GLOSSIPHONIIFORMES EN EL NORTE DEL HUILA.....	81
TABLA 77. FAMILIA GLOSSIPHONIIDAE.....	82
TABLA 78. REPRESENTATIVIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ORDEN ACARI EN EL NORTE DEL HUILA.....	82
TABLA 79. FAMILIA HYDRACHNIDAE.....	83

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. VISTA GENERAL DE UNA NINFA DE EPHEMEROPTERA.....	18
FIGURA 2. VISTA GENERAL DE UNA NINFA DE PLECÓPTERO.....	19
FIGURA 3. VISTA DORSAL DE UN HEMÍPTERO ADULTO.....	20
FIGURA 4. EJEMPLOS DE LOS TRES INFRAÓRDENES DE HEMÍPTEROS ACUÁTICOS Y SEMIACUÁTICOS.....	21
FIGURA 5. MORFOLOGÍA GENERAL DE LARVA DE TRICHOPTERA.....	22
FIGURA 6. VISTA DORSAL DE UNA LARVA DE COLEÓPTERA.....	23
FIGURA 7. ALGUNOS EJEMPLOS DE COLEÓPTEROS	23
FIGURA 8. VISTA GENERAL DE UN DÍPTERO	24
FIGURA 9. VISTA DORSAL DE UN ZYGOPTERA	25
FIGURA 10. VISTA DORSAL DE UN ANISOPTERA.....	25
FIGURA 11. VISTA GENERAL DE UN ODONATO.	25
FIGURA 12. VISTA GENERAL DE UN LEPIDÓPTERO.	26
FIGURA 13. VISTA DORSAL DE UN NEUROPTERA	26
FIGURA 14. ESTRUCTURA GENERAL DE UN BASOMMATHOPHORA.....	27
FIGURA 15. ESTRUCTURA GENERAL DE UN HAPLOTAXIDA	28
FIGURA 16. VISTA GENERAL DE UN TRICLADIDA.....	28
FIGURA 17. SITIO DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	33
FIGURA 18. ESTACIONES DE MUESTREO	37
FIGURA 19. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MUESTREO.....	39
FIGURA 20. FASE DE LABORATORIO.....	40
FIGURA 21. PORCENTAJE DE FAMILIAS DE INVERTEBRADOS PRESENTES EN EL NORTE DEL HUILA.....	42
FIGURA 22. ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS CLASES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COLECTADOS EN EL NORTE DEL HUILA.....	45
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PERTENECIENTES A LA CLASE INSECTA EN EL NORTE DEL HUILA.	45
FIGURA 24. PROPORCIÓN Y NÚMERO DE FAMILIAS POR CADA ORDEN DE INSECTOS	47
FIGURA 25. ÍNDICE BMWP/COL.....	48
FIGURA 26. DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER.....	48

1 RESUMEN

La presente investigación responde a la carencia de la taxonomía de macroinvertebrados acuáticos del norte del Huila, contribuyendo y brindando información base que puede ser utilizado para planes de manejo de unidades de análisis a nivel de cuencas hidrográficas, en sistemas de vigilancia, control de ecosistemas hídricos y que sea utilizada en la toma de decisiones por parte de las entidades gubernamentales y privadas, para la solución a problemáticas ambientales.

Mediante muestreo, procesamiento y determinaciones taxonómicas en laboratorio, la presente investigación establece la ecología de las familias encontradas en 8 ambientes lóticos del norte del Huila; Como producto de la experiencia pedagógica realizada, se recopiló la información en un manual de campo y de laboratorio para la captura, procesamiento y análisis de muestras de macroinvertebrados, constituyendo un gran estímulo para seguir documentando nuestro patrimonio natural, un aporte significativo para la formación de las nuevas generaciones de investigadores en este campo y que permitan ser empleados en metodologías rápidas, simples y útiles como bioindicadores de calidad del agua como lo aseguran Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988), Roldán-Pérez (2003) y Ladera (2012).

Los resultados provienen de muestreos realizados entre el 2013 y 2017 en 8 ambientes lóticos del norte del Huila (ríos Baché, Fortalecillas, Frío, Neiva y las quebradas La Jabonera, El Neme, La Jagua y el Arenoso). Un total de 28.808 organismos se determinaron en este trabajo, los cuales reposan en la Colección de Macroinvertebrados Acuáticos de la Corporación Universitaria del Huila (CMA-CH). Para el norte del Huila se registraron 58 familias, agrupadas en 17 órdenes y 7 clases. De todos los taxones adscritos a familia u otro taxón de rango superior, los más representativos son los insectos con 51 familias (82.76%), seguidos de los gastrópodos y bivalvos con un 6.56% y 3.28% respectivamente, por último se encuentran los oligoquetos, turbelarios, hirudineos y arácnidos con el registro de una familia para cada clase, no se registró presencia de individuos de la clase hydrozoa. Las familias más ampliamente distribuidas fueron las Elmidae, Chironomidae, Simuliidae, Libellulidae, Calopterygidae, Leptohyphidae, Baetidae, Philopotamidae, Vellidae, Naucoridae y Corydalidae, los cuales se caracterizaron por ser igualmente los más abundantes.

Los resultados de este estudio dejan evidenciar que el Huila hospeda una inmensa diversidad de macroinvertebrados acuáticos, por lo que se hace necesario un mayor estudio en el departamento con el fin de ampliar el conocimiento taxonómico, ecológico y aplicado a la capacidad bioindicadora de estos organismos.

2 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos, son importantes, pues en ellos se desarrollan procesos vitales para la preservación de la biodiversidad, así como para el mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas para las actividades humanas, garantizando la oferta de germoplasma, base para el adelanto científico de las presentes y futuras generaciones (Contraloría Departamental del Huila, 2002, 43).

La población se beneficia ampliamente de los servicios ofrecidos por los distintos ecosistemas acuáticos en una cuenca hidrográfica y por consiguiente tiene una influencia directa o indirecta sobre ellos y su biota acuática. El uso del recurso agua implica numerosas modificaciones a la morfología de los ríos o quebradas, tales como la construcción de presas y captaciones para canales de riego. En cuanto el uso del suelo en las cuencas, las principales fuentes de contaminación puntual y difusa son la agricultura, la industria y la urbanización (Allan *et al.*, 1997, Wang *et al.*, 2001 en Aguilar, 2005).

La presión ejercida sobre los ecosistemas acuáticos ha causado un deterioro de la calidad ambiental, concepto reciente en gestión de recursos acuáticos. En países industrializados, la conciencia general sobre la importancia de restaurar los ecosistemas acuáticos ha crecido sobre todo en los últimos años, evidenciando que la prosperidad de una sociedad está ligada directamente a su capacidad de alcanzar un desarrollo sustentable y la conservación del ecosistema acuático en su totalidad.

Punto de vista más ecológico por cual los recursos naturales como los ecosistemas y la biodiversidad, representan un capital natural que debe ser preservado para las generaciones futuras y medible con base a indicadores físicos como biodiversidad, la salud ecológica o la integridad biótica (Smith, 1996).

Los distintos relieves geográficos y ambientales del Huila, dan origen a gran variedad de ecosistemas acuáticos, con numerosas corrientes de agua que fluyen desde las cordilleras las cuales se integran en el valle del río Magdalena, las principales subcuencas en el norte del Huila se encuentran caracterizadas por la del río Baché, río Neiva y río Ceibas, por encontrarse sobre la cordillera central y oriental, poseen una variedad de relieves, variaciones de clima y de ecosistemas terrestres, dando origen a áreas de valor ambiental relacionadas con sus ríos y sus afluentes, las cuales se afectan con actividades agrícolas, ganaderas y petroleras del departamento (Olaya & Sánchez, 2005).

Sin embargo, el conocimiento de estos ecosistema aún es bastante escaso tanto en aspectos de los flujos y las condiciones del agua como sobre los organismos que lo integran, siendo los macroinvertebrados un recurso de apreciación y utilización regional, además de ser importantes en investigaciones de ecosistemas acuáticos para el desarrollo de estudios de impactos y planes de manejo ambiental o para futuros estudios ecológicos.

3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La diversidad biológica es la variación de las formas de vida y se manifiesta en la diversidad genética, de poblaciones, especies, ecosistemas y paisajes. Colombia tiene una extensión continental de 114'174.800 hectáreas, que representan aproximadamente 0,7% de la superficie continental mundial. En esta área se encuentra el 10% de las especies conocidas actualmente, haciendo de Colombia un país “megadiverso” (Andrade-C, 2011), estando entre los 14 países que alberga mayor índice de biodiversidad en la tierra. Esto se superpone a una historia política, económica y social, igualmente compleja y diversa (MADS & PNUD, 2014).

Snow (1976 citado por Poveda 2004) se refiere a la ubicación de Colombia en el Trópico Americano como una isla entre tres océanos, que recibe la influencia del mar Caribe, el océano Pacífico y la circulación atmosférica de la cuenca Amazónica. Como resultado del efecto de barrera orográfica de la cordillera andina, hay climas locales, y regionales, altamente complejos y muy difíciles de predecir. La ubicación y características geográficas de Colombia y la heterogeneidad ambiental, hacen del país “un verdadero mosaico tropical” (PNUD, 2011).

Según el (SIB, 2016), Colombia ocupa el primer puesto en aves y orquídeas, es segundo en plantas, anfibios, mariposas y peces dulceacuícolas, tercero en palmas y reptiles, y cuarto puesto en mamíferos, esto demuestra que Colombia es uno de los países del mundo más privilegiados en diversidad de organismos, pero dentro de estos registros no se conoce con claridad que puesto ocupamos con referente al grupo de invertebrados, se estiman cerca de 300.000 especies de invertebrados, de las cuales solo conocemos entre el 10 y el 20%, este desconocimiento genera un gran vacío de nuestra riqueza y muchos inconvenientes al momento de comprender su biología y aplicarlos en estudios ecológicos y de conservación.

En la actualidad, a pesar de la gran cantidad de invertebrados determinados, algunos se encuentran en alguna categoría de amenaza (1928 especies), según los libros rojos de invertebrados terrestres e invertebrados marinos de Colombia, esta cifra es extremadamente baja si consideramos que el 95 % de todos los animales conocidos son invertebrados (IUCN, 2017), sin contar con las especies que poseen registros incipientes o que se desconocen. La mayoría de las especies invertebradas listadas corresponden a regiones ampliamente conocidas como los Estados Unidos, Europa y Australia sin que se haya profundizado en los países suramericanos, particularmente en aquellas ubicadas en la franja tropical (Amat-García *et al.*, 2007).

Como se muestra, en Colombia no existe un listado rojo de invertebrados acuáticos, evidenciando la baja investigación científica de este grupo, esta problemática del desconocimiento, hace que el grupo de organismos conocidos como los macroinvertebrados acuáticos sea desestimado y subvalorado su importancia ecológica y los servicios ambientales que brinda.

Infortunadamente, los esfuerzos de las entidades que velan por la protección de nuestra biota se ven desperdiciados, pues en Colombia los cambios ambientales están desencadenados principalmente por dinámicas ligadas con minería, agricultura, ganadería y urbanización. Estas rompen los mecanismos naturales de regulación de los ecosistemas, afectando y destruyendo en muchos casos su integridad y funcionalidad (MADS & PNUD, 2014), produciendo extinción de especies sin haberlas llegado a conocer.

Por lo anterior, surge un gran interrogante, ¿Cuál es la riqueza de familias de macroinvertebrados acuáticos en el norte del Huila?

Los ríos Baché, Fortalecillas, Frio, Neiva y las quebradas La Jabonera, El Neme, La Jagua y el Arenoso, son fuentes hídricas ubicadas al norte del departamento del Huila (Olaya & Sánchez, 2005), estas desempeñan diversidad de funciones de vital importancia para las comunidades cercanas a ellas, como las actividades agrícolas, ganaderas, piscícolas, mineras, turísticas entre otras, donde el desarrollo de estas actividades producen cambios en la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas que albergan los ríos. Alonso & Camargo (2005) afirman que una de las comunidades que responde a estas perturbaciones es la de macroinvertebrados acuáticos, por consiguiente el estudio de esta comunidad permite evaluar el grado de alteración al que está sometido un ecosistema fluvial.

En el norte del Huila se han realizado pocas investigaciones de macroinvertebrados a nivel de trabajos de grado, tesis y proyectos privados, como la realizada por León (2014) en la maestría de Ecología y Gestión de Ecosistemas estratégicos, León & Sánchez (2004) realizaron un estudio en el río Baché, García (1999) en la quebrada Guayabal de Palermo, ECOPETROL & USCO (2000) en Neiva, Gutiérrez, *et al.*, (2014), Guzmán, Rojas y Pinto (2010) y Medina, Castrillón y Gutiérrez (2017) trabajos de grado realizados en ambientes lóticos del Huila, pero muchas de estas no son publicadas en revistas indexadas, haciendo que la información se pierda al no ser compartida con la comunidad científica. Al no ser publicadas en revistas indexadas, no permite que la información sea compartida con la comunidad científica.

Esta labor de determinar un organismo hasta especie, no es fácil y rápida, requiere de experiencia y de un conocimiento específico en cada taxón, además se requiere de una amplia documentación de claves taxonómicas actualizadas y es precisamente lo que hace falta en las instituciones de educación superior en el Huila, puesto que no se tiene una guía base para la determinación taxonómica de los principales grupos presentes en los ecosistemas acuáticos del norte del Huila.

En este orden de ideas, la presente investigación pretende mostrar los resultados de las familias de macroinvertebrados acuáticos que se encuentran en el norte del Huila, con el fin de crear la línea base para fortalecer las nuevas investigaciones en este campo y profundizar en cada una de las taxa que se encuentran en el departamento del Huila.

4 MARCO TEÓRICO

Existe un grupo de organismos conocidos como Macroinvertebrados Acuáticos; los cuales se definen como todos aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos invertebrados con tamaños superiores a 0.5 mm de longitud, el prefijo “macro” indica que estos organismos son retenidos por redes con ojo de malla de un tamaño que varía entre 200-500 μm y además, superan en fase adulto o último estadio larvario los 2.5 mm. Este grupo incluye taxones como: Moluscos, Crustáceos (Anfípodos, Isópodos y Decápodos), Turbellarios, Oligoquetos, Hirudíneos y fundamentalmente insectos entre los cuales se encuentran Coleópteros, Hemípteros, Efemerópteros, Plecópteros, Odonatos, Dípteros, Neurópteros y Tricópteros (Roldán-Pérez, 1988).

El uso de organismos en la evaluación de la calidad de agua ha sido ampliamente utilizado (Hellawell, 2012), sin embargo, de todos los grupos que han sido considerados en los monitoreos biológicos de las aguas continentales, los macroinvertebrados bentónicos han sido los más recomendados (Hawkes, 1998) (Azrina *et al.*, 2006) (Zawiejska *et al.*, 2012), de estos métodos de evaluación de calidad de aguas, los basados en macroinvertebrados ofrecen múltiples ventajas tales como: encontrarse en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos, su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de las perturbaciones (Slack *et al.*, 1973) (Hawkes, 1998) (Hellawell, 2012) (Laws, 2017) presenta ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, los que pueden ser realizados con equipos simples y baratos (Hawkes, 1998) (Pan *et al.*, 2015).

La taxonomía de muchos grupos está bien estudiada principalmente en los países europeos y en Norte América (Abel, 1989) (Hellawell, 2012) existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, los cuales han sido utilizados ampliamente en biomonitoreos a nivel comunitario y de respuestas individuales (Hawkes, 1998); (Suess, 1982) simplicidad metodológica, rapidez en la obtención de los resultados y una alta confiabilidad (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988), (Chang *et al.*, 2014) (Zamora-Muñoz *et al.*, 1995), por su tamaño relativo (visibles a simple vista), por sus ciclos de vida estacionales, porque su presencia-ausencia es indicativa de cambios en el ecosistema y porque sus variaciones temporales reflejan los cambios de las características físicas y químicas. Estas características los hacen idóneos para la vigilancia rutinaria de las cuencas hidrográficas (Instituto Mi Río, 1997)

Conforme al conocimiento que tiene cada país o región sobre su riqueza acuática, esta evaluación podrá realizarse en diferentes niveles de precisión. Los índices son una de las formas numéricas biológicas que generan información y criterios para la evaluación de la contaminación, basados en la integridad ecológica (Roldán-Pérez, 2016)

Según el mismo autor, señala que estos índices pueden ser unimétricos, multimétricos, multivariados y de rasgos biológicos. Los índices multimétricos combinan en una puntuación final el valor independiente de diversas métricas, que pueden ser simples o

índices bióticos. Alemania que ha tenido una tradición más larga en el conocimiento de su flora y fauna acuática, ha adoptado el método saprobio, el cual requiere para su aplicación la identificación de los organismos hasta el nivel de especie. Otros países, como Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Italia, Portugal, Dinamarca, Holanda e Irlanda, han adoptado sistemas de evaluación basados en el nivel de órdenes, familias y en algunos casos de géneros. Para la denominada “evaluación rápida del ecosistema”, se ha comprobado su efectividad en un alto porcentaje, además de una considerable reducción de costos y de tiempo (De Pauw & Hawkes, 1993); (Roldán-Pérez, 2003)

Los organismos acuáticos de las corrientes de agua presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales (Roldán-Pérez, 1992) y unos límites de tolerancia a una determinada alteración. Los límites de tolerancia varían, y de esta manera, frente a un cambio los organismos estenoicos “sensibles” no soportan las nuevas condiciones comportándose como “intolerantes”, mientras que otros que son eurinoicos “tolerantes” no se afectan. Cuando los tensores ambientales son críticos los organismos “intolerantes” mueren y su lugar es ocupado por organismos “tolerantes” (Alba-Tercedor, 1996). De tal manera que los cambios en la estructura y composición de las comunidades bióticas pueden interpretarse como signos evidentes de contaminación.

Los macroinvertebrados pueden vivir en ecosistemas lénticos que son aquellos de aguas quietas o estancadas como embalses, represas, lagunas. Los remansos de los ríos y quebradas se comportan en general como hábitats lénticos dependiendo de la geomorfología del cauce. Estos ecosistemas por lo general presentan abundante vegetación ribereña y sumergida, lo que ofrece un variado hábitat para gran número de organismos, siendo más frecuentes los hemípteros, odonatos y coleópteros que ciertos dípteros, moluscos y cangrejos.

Los ecosistemas lóticos se refieren a los ríos, quebradas y arroyos donde las corrientes rápidas juegan un papel importante en la distribución de los macroinvertebrados. Los organismos aquí presentes, por lo regular tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente (Roldán-Pérez, 2003). En general sus hábitats están representados por macrófitas acuáticas, piedras, grava, arena, lodo, material vegetal en descomposición (troncos, frutos, hojas), a los cuales se adhieren, permaneciendo algunos, todo su ciclo de vida en el agua o parte de él como los emergentes (adultos).

Sus hábitos alimenticios están representados según su nivel trófico en la trama alimentaria. Algunos son carnívoros, otros herbívoros, otros omnívoros y otros detritívoros. Su alimentación puede estar representada por algas, bacterias, hongos, protozoos, rotíferos, materia en descomposición, vegetación, alevinos, crustáceos, entre otros (Instituto Mi Río, 1997).

4.1 Características de los principales órdenes de macroinvertebrados del Huila

4.1.1 Orden Efemeróptera

Hemimetábolos. Todos son acuáticos en su etapa inmadura pero de vida corta en su estado adulto, viven regularmente en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas (Roldán-Pérez, 1988). En general se consideran indicadores de aguas limpias o de buena calidad biológica (Clase I). Se encuentran adheridos a rocas, troncos, material vegetal en descomposición, en la arena o en la vegetación de orilla. Muchas especies son recolectoras y se alimentan de algas unicelulares, tejido vegetal y detritus; algunas especies son excavadoras en el fondo. Son la base de alimentación de otros insectos y peces (Hanson, *et al.*, 2010).

4.1.1.1 Caracteres diagnósticos:

Macroinvertebrados con patas articuladas, alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes), apéndices caudales (cercos) largos y pluriarticulados siempre presentes, con dos o tres cercos, una uña tarsal, branquias abdominales presentes (Palma, 2013).

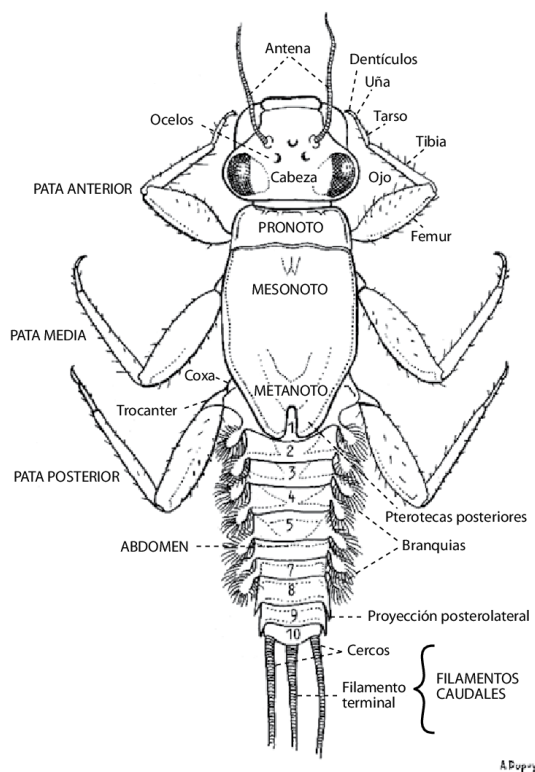


Figura 1. Vista general de una ninfa de Ephemeroptera

Fuente: Domínguez *et al.*, 1992.

4.1.2 Orden Plecóptera.

Hemimetábolos. Pasan tan solo por tres estadios de desarrollo: huevo-ninfa-adulto. Antes de transformarse en adulto, las ninfas maduras se arrastran fuera del agua sobre rocas u otro sustrato (Hynes, 1976). Viven en corrientes fuertes, bien oxigenadas, debajo de piedras, ramas, troncos y hojas (Roldán-Pérez, 1988). Su respiración es hidropnéustica, obteniendo el oxígeno directamente del agua, lo que consiguen con numerosas branquias, localizadas en diferentes partes del cuerpo. Son buenos indicadores de aguas limpias (clase I, oligotróficas). Tamaris-Turizo *et al.* (2007) afirman que se alimentan de casi cualquier otro organismo acuático que puedan atrapar, aunque algunas especies pueden ser fragmentadoras, detritívoras y herbívoras en todos sus estadios. Según Roldán-Pérez, afirma que son muy sensibles a los cambios fisicoquímicos, principalmente de oxígeno, temperatura y conductividad. El género (*Anacroneuria*) es el más representativo en los ecosistemas tropicales (1988).

4.1.2.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrado con patas articuladas, alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes; Ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes); Apéndices caudales (cercos) largos y pluriarticulados siempre presentes, con dos cercos, dos uñas tarsales, branquias abdominales a veces ausentes (Palma, 2013).

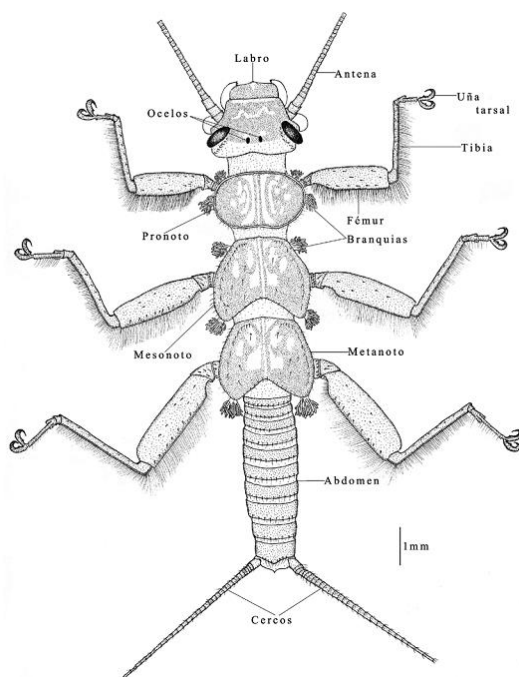


Figura 2. Vista general de una ninfa de Plecóptero

Fuente: Gutiérrez-Fonseca, 2010.

4.1.3 Orden Hemíptera

Hemimetábolos, su metamorfosis es simple y gradual, pasando por las de huevo, ninfa y adulto. Son depredadores. La mayoría son indicadores de aguas limpias (Roldán-Pérez, 1996), Existen ejemplares de la familia Corixidae cuyo tamaño del cuerpo es inferior a 1 mm mientras que representantes de la familia Belostomatidae pueden llegar a alcanzar los 110 mm (Polhemus y Polhemus, 2008)

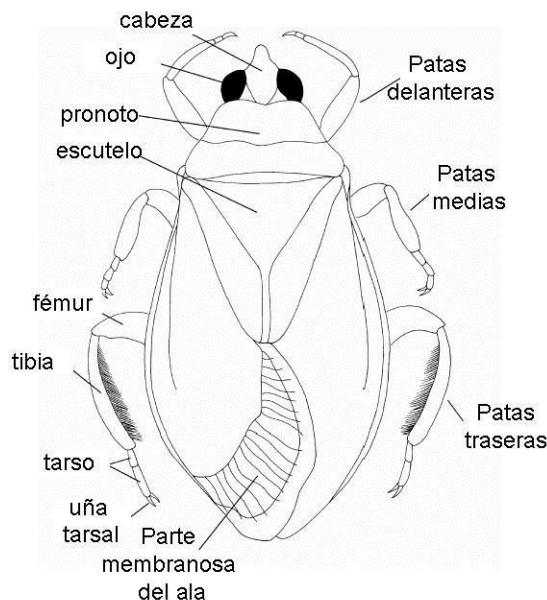


Figura 3. Vista Dorsal de un Hemíptero Adulto
Fuente: Palma, 2013.

El mismo autor citado por Fierro (2013) clasifican a este grupo en dos categorías diferentes: a) Especies realmente acuáticas: viven en zonas de remanso en los ríos, embalses, lagunas, charcos y ciénagas desarrollando su ciclo de vida en ella. Incluyen todos los Nepomorpha “chinchas de agua” y todos los Gerromorpha “patinadores”, que se encuentran en la vegetación de orilla y sumergente, sobre la superficie del agua y/o raramente pueden localizarse sumergidos. b) Especies dependientes del agua: con una vinculación específica de los hábitats acuáticos. Bajo esta descripción se incluyen todos los Leptopodomorpha “insectos de orillas”, que viven en los márgenes de los cuerpos de agua.

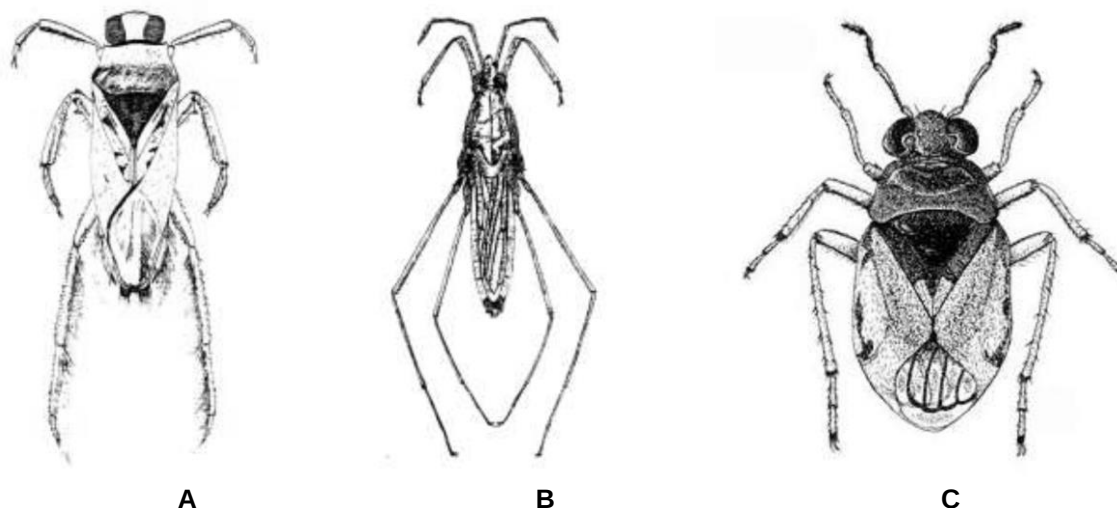


Figura 4. Ejemplos de los tres infraórdenes de hemípteros acuáticos y semiacuáticos
A: Nepomorpha, Notonectidae; **B:** Gerromorpha, Gerridae; **C:** Leptopodomorpha, Saldidae.
 Fuente: Fierro, 2013.

4.1.3.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrados con patas articuladas, parte del ala usualmente membranosa (hemélitros), con aparato succionador presente bajo la cabeza. Ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes). Apéndices caudales (cercos) presentes o no, si está presente con solo 1 o dos segmentos, piezas bucales como estilete escondido bajo la cabeza (Palma, 2013).

4.1.4 Orden Trichoptera

Holometábolos. Algunos géneros se caracterizan por la construcción de casas o refugios durante su etapa larval. Las larvas viven en diversos ambientes acuáticos donde construyen refugios fijados al sustrato o portátiles de una variedad de formas y materiales, por lo que Mackay & Wiggins (1997) los denominan “arquitectos subacuáticos”. Habitan en aguas limpias y oxigenadas, en sustratos de grava donde adhieren sus casas, material vegetal en descomposición, vegetación sumergida y de orilla entre otros. Su alimentación está conformada por perifiton, materia orgánica en descomposición y suspensión, aunque algunas se alimentan de otros invertebrados (Benke & Wallace 1980). Son buenos indicadores de aguas limpias. Los adultos poseen alas cubiertas de pelos en lugar de escamas (aunque hay excepciones), característica que le da el nombre al orden (thichos: pelos; ptera: alas) (Springer, 2010).

4.1.4.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrados con patas articuladas; Alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, ojos simples, sin estuches alares, mandíbulas no sobrepasan la cabeza, 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 hábitáculos (capullos de piedra, arena, vegetación). (Palma, 2013).

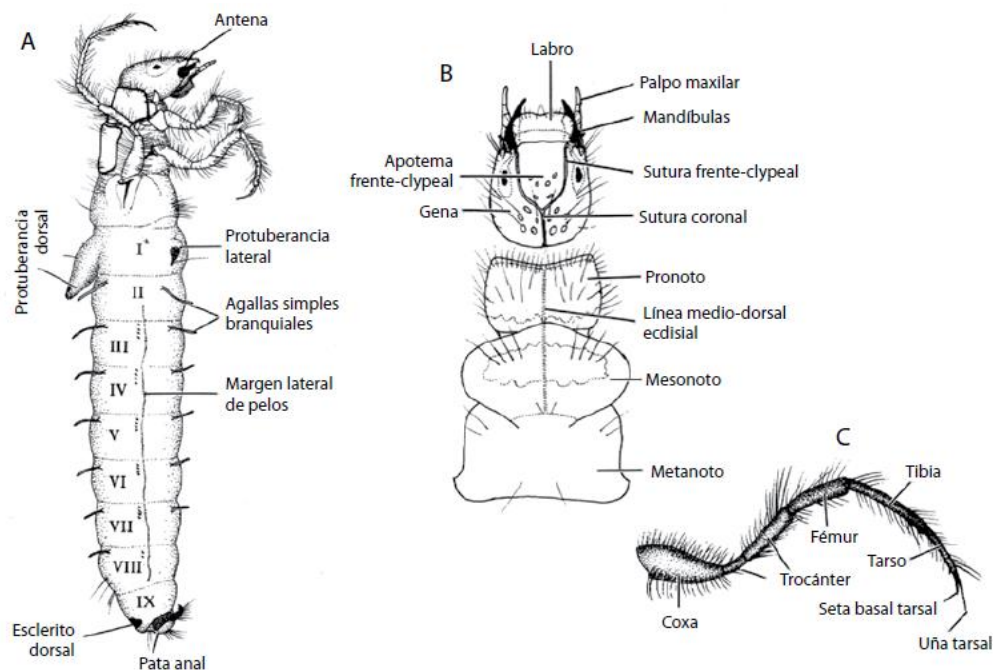


Figura 5. Morfología general de larva de Trichoptera

A. Cuerpo vista lateral. B. Cabeza y tórax. C. Pata.

Fuente: Roldán-Pérez, 1996.

4.1.5 Orden Coleóptera

Este orden es uno de los más diversos, pueden encontrarse tanto en ambientes terrestres como acuáticos, la mayoría se encuentra en el agua en forma de larvas, pero su mayor diversidad se da en aguas lénticas. Los hábitats comunes son troncos, hojas en descomposición, grava, piedras, arena, vegetación acuática, entre otras. Pueden ser herbívoros, carnívoros o detritívoros. Su distribución altitudinal es muy amplia y son indicadores de aguas limpias (Instituto Mi Rio, 1997).

4.1.5.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Para las larvas: Macroinvertebrados con patas articuladas; Alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, Ojos simples, sin estuches alares; Sin pseudópodos abdominales; 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 (Palma, 2013).

Para los adultos: Alas totalmente desarrolladas; Forma de escarabajo, con alas duras (élitros), mandíbulas desarrolladas y sin aparato succionador.

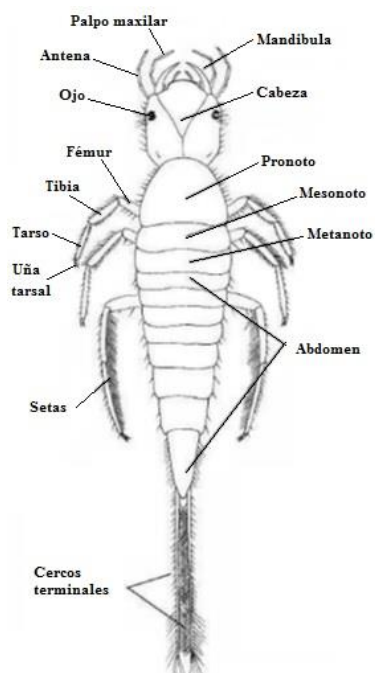


Figura 6. Vista Dorsal de una Larva de Coleóptera
Fuente: Palma, 2013.

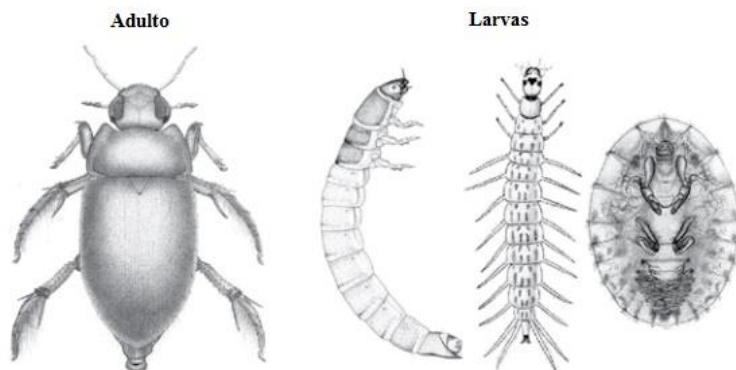


Figura 7. Algunos ejemplos de coleópteros
Fuente: Hanson, *et al.*, 2010

4.1.6 Orden Díptera

Son los más comunes en encontrar en aguas continentales, pero su determinación taxonómica es compleja. Sus larvas carecen de patas torácicas y habitan en los más diversos ambientes, tolerando un amplio espectro de condiciones, se encuentran en ríos, arroyos, humedales y lagos. Se pueden encontrar en zonas de arena, materia orgánica en descomposición, sobre piedras, vegetación, grava, entre otras. Son herbívoros y carnívoros. Algunos son indicadores de aguas limpias (Clase I), aguas medianamente contaminadas (Clase II) o aguas contaminadas (Clase III) (Instituto Mi Rio, 1997). La familia Chironomidae se presenta en casi todo tipo de ambiente, teniendo un espectro ecológico mayor que cualquier otro invertebrado acuático (Palma, 2013).

4.1.6.1 Caracteres diagnósticos del orden:

La mayoría de las larvas tienen formas de gusanos; mientras algunas poseen una cabeza bien distinguible mientras otras pueden tenerla reducida o encapsulada en otras familias. Muchas familias poseen prolongaciones que parecen colas y es común encontrar una gran diversidad de formas dentro de la misma familia dificultando su identificación. Características importantes para su clasificación son: presencia o no de capsula cefálica, número y posición de propatas y forma de los procesos terminales o “colas” (Palma, 2013).

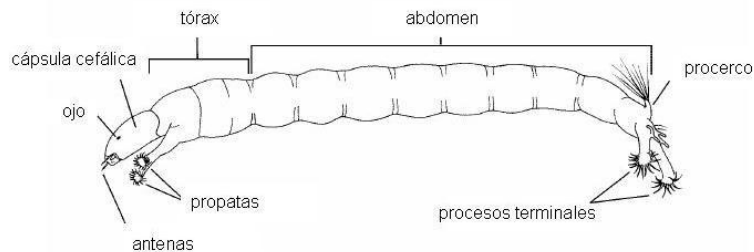


Figura 8. Vista general de un díptero

Fuente: Palma, 2013.

4.1.7 Orden Odonata

Hemimetábolos, poseen tres etapas en su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto. En su fase adulta son conocidos como: libélulas, caballitos del diablo, gallego, helicópteros, por el contrario a sus ninfas se les conoce como náyades. Su periodo de larva puede durar desde un par de meses hasta 3 años (Ramírez, 2010b). Viven en pozos, charcas, márgenes de los ríos y lagos, en aguas limpias o en aguas mesotróficas. Sus larvas son generalmente depredadores cumpliendo un papel importante como control biológico afectando las poblaciones de mosquitos (Fincke *et al.*, 1997), incluso algunos organismos pueden ser caníbales. Algunos son buenos indicadores de aguas limpias y otros de aguas medianamente contaminadas (Clase II), en los ambientes acuáticos tropicales su número puede ser mayor de 50 géneros (Instituto Mi Rio, 1997). Viven sobre la vegetación, material vegetal en descomposición, rocas, arena, grava, entre otras

4.1.7.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Las larvas poseen un labium característico (aparato bucal altamente modificado), el cual forma una máscara que encubre otras partes bucales, dicho labio se ha transformado en un apéndice móvil que se usa en la captura de las presas (Ramírez, 2010b) Estos organismos poseen cubiertas alares y patas articuladas que terminan en dos uñas. Los Odonata pueden dividirse en dos subórdenes morfológicamente fáciles de diferenciar: los Anisoptera y los Zygoptera. Estos últimos son más estilizados que los Anisoptera y se diferencian además porque la parte terminal del abdomen termina en tres filamentos caudales (sus branquias) con forma muy similar a una hoja o una pluma (Palma, 2013), por el contrario las ninfas de los Anisoptera son robustas y sin branquias externas (Ramírez, 2010b).

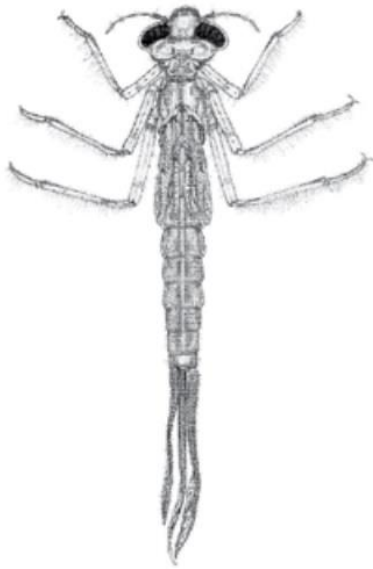


Figura 9. Vista dorsal de un Zygoptera
Fuente: Hanson, *et al.*, 2010

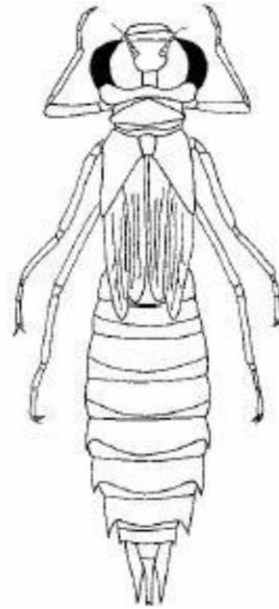


Figura 10. Vista dorsal de un Anisoptera
Fuente: Palma, 2013

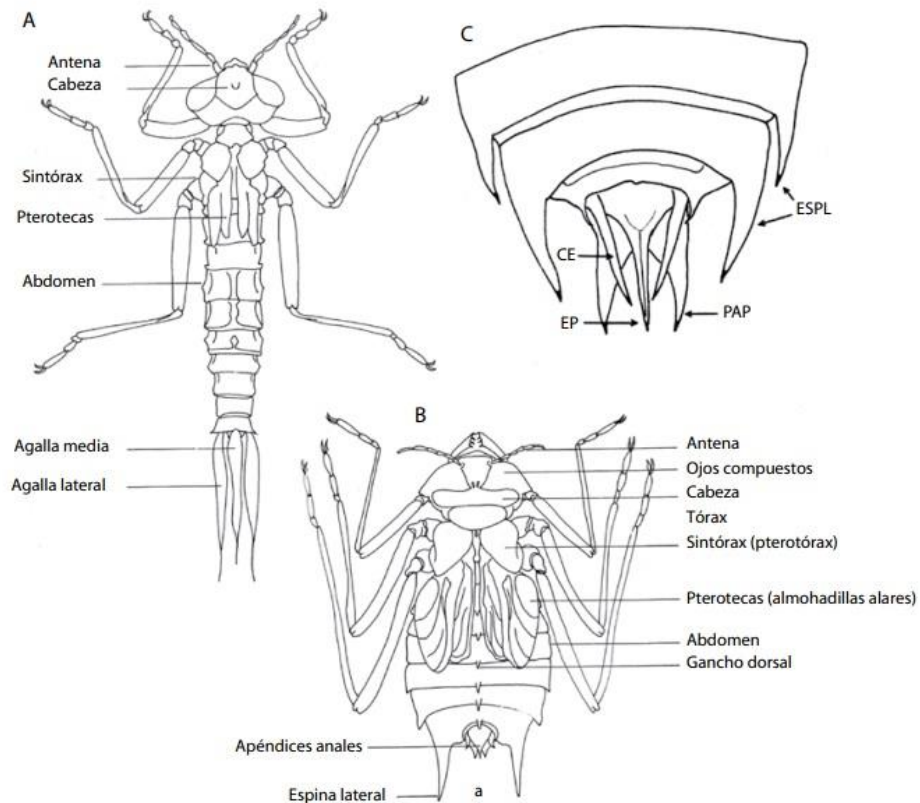


Figura 11. Vista general de un odonato.
Vista dorsal de la larva del suborden (A) Zygoptera y (B) Anisoptera y (C) de los apéndices caudales de Anisoptera.
Fuente: Roldán-Pérez, 1988, Novelo-Gutiérrez & González-Soriano 1991).

4.1.8 Orden Lepidóptera

Son las mariposas, quizás es el grupo más desconocido en el trópico. Se conocen como habitantes de las rocas y se alimentan de algas y particularmente de diatomeas. Viven en aguas muy oxigenadas de curso rápido, bajo telas sedosas tejidas sobre las superficies de rocas sumergidas. Se pueden considerar indicadores de aguas limpias. (Instituto Mi Río, 1997.)

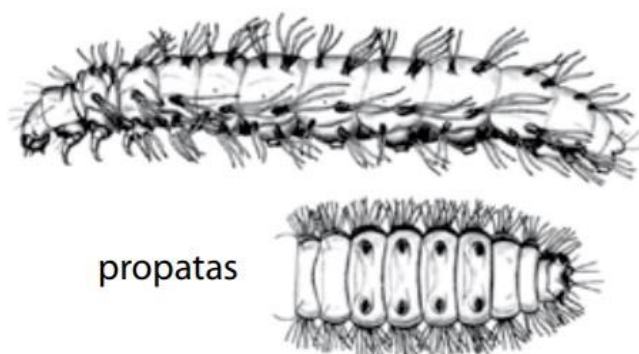


Figura 12. Vista general de un Lepidóptero.
Fuente: Hanson, *et al.* 2010

4.1.9 Orden Neuróptera o Megalóptera.

Viven en aguas corrientes limpias debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida; son grandes depredadores. En general se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.

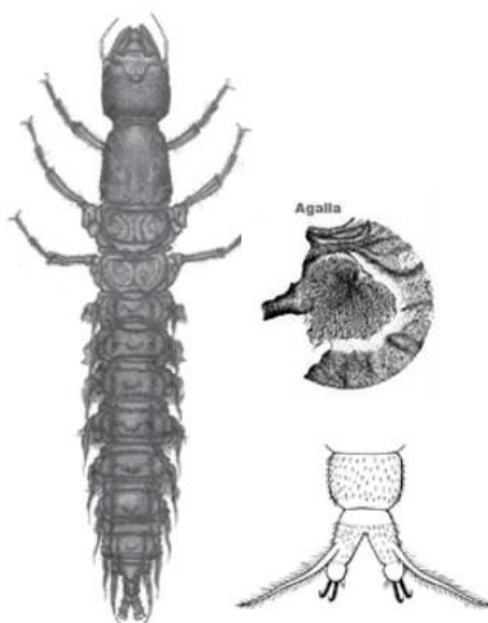


Figura 13. Vista dorsal de un Neuroptera
Fuente: Hanson, *et al.*,. 2010

4.1.10 Orden Basommatophora.

Pertenecen a la clase Gasteropoda. Cerca de las tres cuartas partes de moluscos son Gasterópodos. El conocimiento de los moluscos acuáticos en Sudamérica aún es escaso. La mayoría de los Gasterópodos son herbívoros, alimentándose de algas y de residuos vegetales. Viven por lo general en ambientes con muchas sales, especialmente de carbonato de calcio. En general se les puede considerar como indicadores de aguas duras y alcalinas. La mayor parte de los taxones requieren altas concentraciones de oxígeno, pero algunas como *Physa* pueden sobrevivir en grandes números en lugares con vegetación acuática y restos orgánicos.

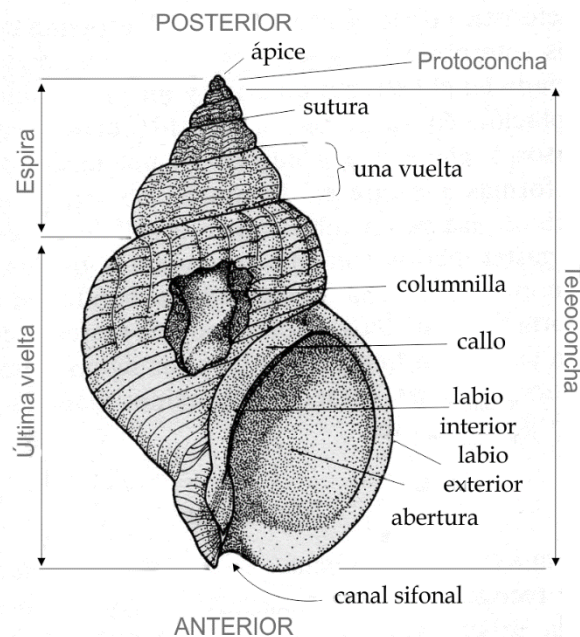


Figura 14. Estructura general de un Basommathophora

Fuente: INGENMET, 2017

4.1.11 Orden Haplotaxida

Los oligoquetos son un grupo complejo y poco conocido en nuestro medio. Los oligoquetos acuáticos tienen la misma estructura que los terrestres. Su alimentación consiste principalmente en algas filamentosas, diatomeas y detritos de plantas y animales. La mayoría de los oligoquetos viven en aguas contaminadas, sobre el fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Pueden vivir en condiciones extremas como a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea y en ríos contaminados con materia orgánica y en aguas negras, constituyéndose por esto en indicadores de contaminación acuática (Clase III). La familia más representativa de este orden es la Tubificidae, con los géneros *Tubifex* y *Limnodrilus*. Viven en hábitats con mucha materia orgánica en descomposición. Son detritívoros y juegan un papel importante como mineralizadores de la materia orgánica.

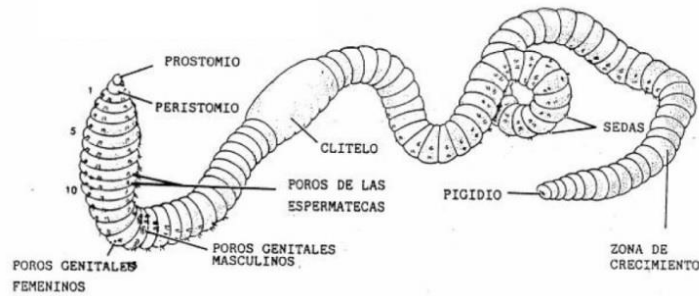


Figura 15. Estructura general de un Haplotaxida
Fuente: Ruppert y Barnes, 1994

4.1.12 Orden Tricladida.

A este orden pertenecen las planarias, organismos de cuerpo alargado y plano, viven en su mayoría debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas. La mayoría viven en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación; por otra parte son fuente de alimento para ninfas de odonatos y otros insectos acuáticos, nemátodos, anélidos, y algunos crustáceos.

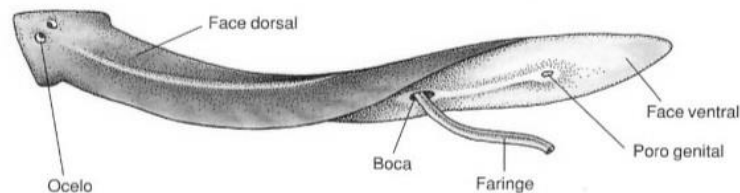


Figura 16. Vista general de un Tricladida
Fuente: Ruppert y Barnes, 1994

4.2 Calidad según criterios del índice biótico

Una aproximación a la descripción de la calidad del agua es la proporcionada por los índices bióticos. Los organismos o comunidades biológicas de un ecosistema fluvial reflejan las características o condiciones ambientales del sistema del que forman parte. La utilización de éstos como bioindicadores responde generalmente a la mayor facilidad y al menor coste de su observación frente al análisis o valoración directa del parámetro que indican. La principal ventaja de los indicadores biológicos es su capacidad de integrar las variaciones temporales de las condiciones ambientales del medio.

Fluctuaciones fuertes puntuales en los parámetros físico-químicos del medio pueden pasar inadvertidas en un seguimiento periódico determinado si los valores extremos del factor alterado no coinciden en el tiempo con el momento del muestreo. Los bioindicadores, por su gran diversidad en los ecosistemas fluviales, aparte de no precisar de un coste de calibración y mantenimiento continuos, presentan una gran amplitud de respuestas ante cualquier grado o tipo de alteración en el medio. Son por tanto, una valiosa herramienta complementaria de las redes de control automático físico-químico de calidad del agua.

Para cuantificar el valor indicador de los organismos, numerosos autores han desarrollado diferentes índices biológicos de calidad del agua, basados en las distintas tolerancias de las especies o comunidades ante los factores contaminantes. A la presencia o ausencia de una especie o familia de organismos acuáticos, así como a su densidad o abundancia, se les asigna un valor de calidad según el parámetro o conjunto de los mismos que se quiera valorar, en función de su grado de tolerancia.

El conjunto global de observaciones de toda la comunidad biológica existente aportará un valor final de calidad según el índice empleado para cada tramo o río estudiado. Este tipo de reconocimientos limnológicos requiere únicamente de un mínimo de 2-3 visitas anuales a los puntos elegidos de la red fluvial.

4.2.1 Enfoque de Diversidad

Basados en las variaciones de la composición específica de las comunidades de organismos y su estructura. En general, a una mayor biodiversidad le corresponde una mejor calidad del agua y viceversa. Ejemplos de este tipo de índices son los basados en la teoría de la información, como el de Shannon, o el de Margalef (1951). Incluye tres componentes fundamentales de las comunidades naturales: riqueza, uniformidad o equidad y un indicativo de abundancia (en el caso de macroinvertebrados, el más usado es de la densidad, pero bien podría ser biomasa, para describir la respuesta de la comunidad a la calidad ambiental) (Roldán-Pérez, 2016).

Uno de los índices para medir la calidad del agua es el de Shannon-Weaver (1949) expresada como:

$$H' = -\sum (n_i / N) \text{Log}_2 (n_i / N)$$

Donde H'= índice de diversidad de Shannon & Weaver, N = total de individuos en la muestra, ni = número de individuos por taxón y Log₂ = Logaritmo en base 2. H' varía entre 0 y 5, siendo 5 la máxima diversidad, los intervalos para criterios de diversidad, calculados por taxón, se presenta a continuación.

Tabla 1. Criterios para evaluar la diversidad de Shannon-Weaver

INTERVALOS	CRITERIOS
------------	-----------

0.0 – 1.5	Diversidad Baja
1.5 – 3.0	Diversidad Moderada
> 3.0	Diversidad Alta

4.2.2 Índices Bióticos

Son los más utilizados y se basan en la clasificación de los organismos según su tolerancia a la contaminación, asignándoles una puntuación cuyo rango varía según el índice utilizado. El valor de calidad para el ambiente acuático estudiado resulta de la suma total de los valores de cada organismo presente. Los más conocidos son el Trent Biotic Index (TBI), el IB, el Biotic Score, o uno de los índices más utilizados actualmente el Biological Monitoring Working Party – BMWP (Helawell, 1.978) ajustado por Alba-Tercedor & Sánchez Ortega (1988) y modificado para Colombia por Roldán-Pérez (1999) BMWP/Col. Dicho índice fue adoptado en el VI Congreso Español de Limnología llevado a cabo en Granada en 1.991. Para su aplicación a la Península Ibérica, debido a su fiabilidad y fácil utilización.

El índice BMWP (modificado (BMWP'), también conocido como Índice de Alba, establece cinco clases de calidad biológica del agua según el valor total del índice que se muestran a continuación en la tabla 1:

Tabla 2. Clases de calidad, significación de los valores del BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color Para Graficas o Mapas
I	Buena	>120	Aguas muy limpias	Azul
		101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
II	Aceptable	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán-Pérez, 2003.

El índice BMWP' se basa en la identificación de familias de invertebrados que tienen adjudicado un valor comprendido entre 1 y 10, correspondiendo el valor 1 a familias que viven en aguas muy contaminadas y el valor 10 a familias que no toleran la contaminación; en la tabla 2 se presenta la adaptación realizada del BMWP/Col. Para los macroinvertebrados presentes en Colombia. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado.

Tabla 3. Puntaje de familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

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

Fuente: Modificado de Roldán-Pérez, 2003 por Álvarez, 2006.

5 OBJETIVOS

5.1 General

Determinar la biodiversidad de las familias de macroinvertebrados acuáticos en 8 ambientes lóticos del Norte del Huila, que contribuya a su conocimiento general y preservación.

5.2 Específicos

- Determinar taxonómicamente hasta familia la fauna de macroinvertebrados acuáticos en las 8 estaciones de referencia (Río Frío, Fortalecillas, Neiva, Baché y Las Quebradas: Arenoso, La Jagua, La Jabonera y El Neme)
- Caracterizar la ecología de las familias presentes en las 8 estaciones de referencia,
- Generar un manual de campo y de laboratorio para la captura, procesamiento y análisis de la fauna de macroinvertebrados acuáticos, dirigida a la comunidad universitaria, entes gubernamentales y comunidad educativa.

6 METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

A continuación se describe la localización, área y límites de los ríos y quebradas objeto de estudio.

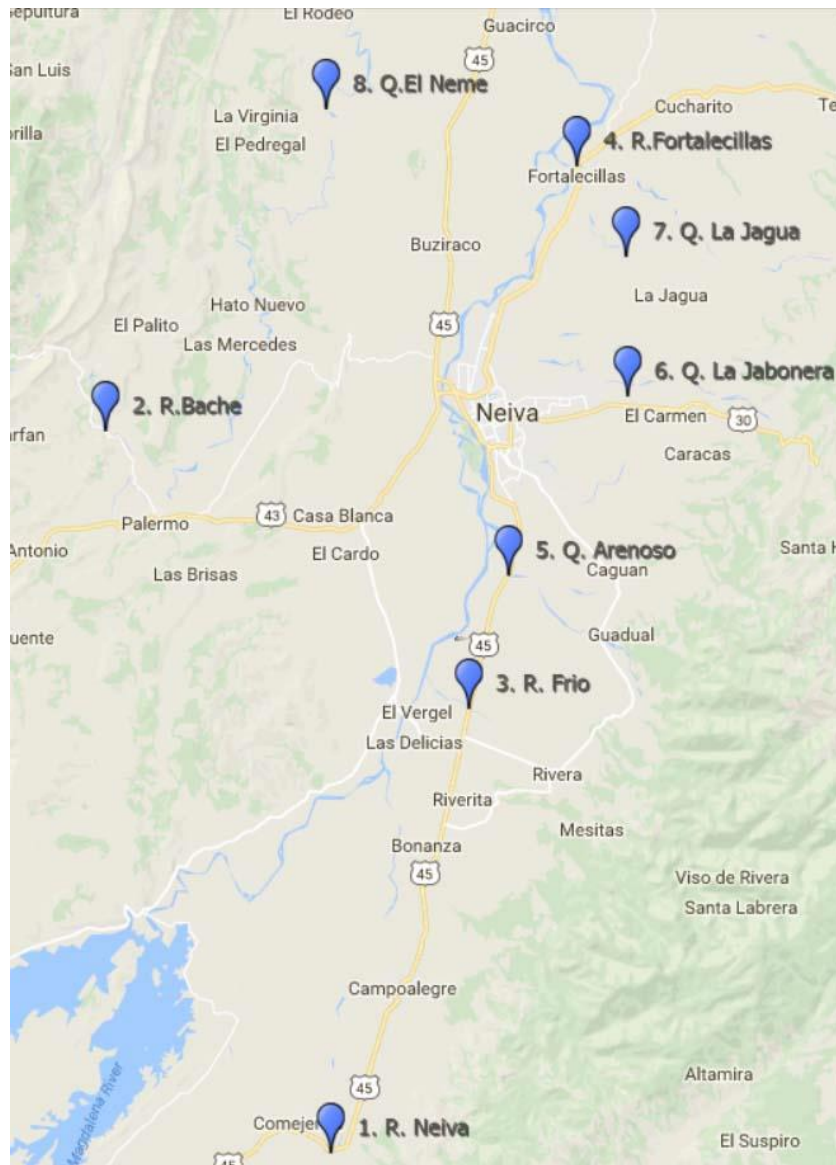


Figura 17. Sitio de ubicación de las estaciones de muestreo
Fuente: Ortiz, 2017

6.1.1 Río Neiva

Considerado como el eje del sistema hidrográfico de Campoalegre, surte de agua para riego a la gran mayoría de los cultivos de arroz. Nace en la región natural denominada La Siberia localizada en la cordillera oriental aproximadamente a 3100 m.s.n.m. jurisdicción del

municipio de Algeciras y desemboca en el río Magdalena en el límite de los municipios de Campoalegre y Rivera, a la altura de la vereda el Rincón a 456 m.s.n.m, cubriendo diversos climas desde el cálido seco hasta muy frío.

Posee una longitud de 74.75 Km y presenta una amplia red de drenajes de tipo dendrítico y subparalelo, en su recorrido, desde la parte alta, atraviesa los municipios de Algeciras y Campoalegre y su área de influencia se extiende parcialmente a los municipios de El Hobo y Rivera. La superficie total de la cuenca es de 87.272,96 has – 872.72 km² (Planeación Municipal de Campoalegre, 1999)

6.1.2 Río Baché

La cuenca hidrográfica del río Baché, con una orientación suroeste-noroeste y una corriente principal de 115 km de longitud, tiene una superficie de 1.041,93 Km². Se localiza sobre la vertiente oriental de la cordillera central, en jurisdicción de los municipios de Santa María, Palermo, Teruel, Aipe y Neiva, departamento del Huila. Las elevaciones mínimas y máximas corresponden, respectivamente, a los 384 m.s.n.m en las estribaciones del Nevado del Huila. (Olaya & Sánchez, 2005, 400-431).

La cuenca del río Baché colinda con el departamento del Tolima, veredas El Cerro y Cuchillas y varias cuencas hidrográficas de ríos y quebradas, al nororiente limita con el río Magdalena y hacia el norte con comparte su divisoria topográfica con la cuenca del río Aipe: al sur comparte su divisorio de aguas con la cuenca del río Yaguará, y al suroeste limita con el departamento del Tolima y las estribaciones del Nevado del Huila; al occidente y noroeste comparte su divisoria topográfica con la cuenca del río Aipe, a través del cerro La Cuncia y la Cuchilla El Chiflón; al oriente comparte su divisoria topográfica con las cuencas de las quebradas La Boa, Sardinata, Gallinazo, Cuisinde, Busiraco, El Dindal, a través de la Cuchilla de Upar, el Filo de Chontauro, el Filo del Portachuelo y la Cuchilla San Miguel.

La cuenca baja del río Baché pertenece a los municipios de Aipe y Neiva, en donde este río recoge las aguas de las quebradas Santa María, El Arrayán, El Neme y San Francisco, entre otras. La cuenca media se localiza principalmente en el municipio de Palermo, zona donde desembocan al Baché los ríos Yaya y Tune, así como las quebradas Amborco, San Miguel y Renuda. La cuenca alta, zona donde nace el río Baché y algunos de sus afluentes, corresponden a las jurisdicciones municipales de Santa María, Teruel y Palermo. (Olaya & Sánchez, 2005,400-431)

6.1.3 Río Frío de Rivera

Nace en la zona de la Siberia, considerada la isla verde de la cordillera oriental, donde se interceptan los municipios de Neiva, Rivera, Campoalegre y Algeciras y San Vicente del Caguán-Balsillas (departamento del Caquetá) (Planeación Municipal de Campoalegre, 1999).

La cuenca del río, tiene una longitud de 27.225 metros, nace en la vereda El Tambillo, municipio de Rivera a una altura de 3.150 m.s.n.m, con coordenadas N: 879577 W: 790920, el río cuenta con un acueducto para la potabilización de sus aguas y ser aptas para el consumo de la comunidad del municipio de Rivera, la bocatoma se encuentra ubicada a una altura de 1.110 m.s.n.m ubicada en la vereda Las Juntas, el río Frío desemboca en la Vereda río Frío, municipio de Rivera (CAM, 2016).

6.1.4 Río Fortalecillas

Según información de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM), la cuenca del río nace en la vereda El Caldillo, municipio de Tello con coordenada N: 905652 W: 820457, su altura es de 2.470 m.s.n.m y tiene una longitud total de 98.220 metros, esta cuenca desemboca en el río Magdalena en la vereda Fortalecillas, municipio de Neiva.

6.1.5 Quebrada El Arenoso

La cuenca del río Arenoso nace en la vereda Chapuro, municipio de Neiva a una altura de 1.570 m.s.n.m, sus coordenadas son N: 879485 W: 8 05599, con una longitud total de 32.995,41 metros, esta desemboca en la vereda El Arenoso del municipio de Rivera (2016).

6.1.6 Quebrada La Jabonera

La microcuenca de la quebrada La Jabonera tiene un área de 279.5 hectáreas y se ubica en el municipio de Neiva al Oriente del Huila, a 6 Km del centro de la ciudad, a 20 56' 25.63" de latitud Norte y 750 13'17.32" de longitud Oeste. La ciudad de Neiva se encuentra dentro del valle del río Magdalena en medio de la cordillera oriental y central y la microcuenca de la quebrada La Jabonera se localiza en la parte nororiental de la ciudad de Neiva entre la vía que conduce hacia la bocatoma del acueducto y el barrio Las Palmas, el área de estudio tiene un perímetro de 8.94 Km y una altura mínima de 493.5 m.s.n.m. en la desembocadura en el río Las Ceibas y 613.5 m.s.n.m. en su parte más alta (Cruz & Gutiérrez, 2010).

La quebrada la Jabonera se encuentra a 600 m.s.n.m., donde predomina el clima cálido y seco (CS) según (PONCH Río las Ceibas, 2007), desde el punto de vista ecológico pertenece a una zona de vida que, en el sistema bioclimático se denomina bosque seco tropical (bs-T) según la clasificación de Holdridge (1982).

En concordancia con las anteriores características, el área de estudio tiene un clima Semiárido, con un periodo prolongado de sequía (desde diciembre o enero hasta marzo o abril), durante el cual las plantas experimentan deficiencias de agua y la mayor parte del arbolado del dosel pierde por entonces su follaje. Los restantes meses del año son lluviosos donde el bosque adquiere nuevamente su follaje y su aspecto es exuberante. Se presenta un segundo periodo seco menos intenso hacia junio, julio o agosto (CAM, 2003).

6.1.7 Quebrada La Jagua

La quebrada La Jagua fuente tributaria del río Fortalecillas, está ubicada al norte del municipio de Neiva y hace parte del corregimiento de Fortalecillas - Huila, Colombia. Esta fuente hídrica tiene una longitud aproximada de 13 kilómetros, se encuentra a una altitud de 600 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas son 2°57'52.68"N - 75°10'19.92"W.

La microcuenca presenta una geo-forma plana y escarpe de abanico localizado al norte; una unidad de colinas medias a altas disectadas ubicada en la parte alta de la quebrada y mesas erosiónales localizadas en la parte central (Cruz *et al.*, 2015).

6.1.8 Quebrada El Neme

La microcuenca de la quebrada El Neme posee un área de 691,69 hectáreas, tiene una forma oval-redonda y se origina en la ladera oriental del filo Cerro Chiquito, al noreste del caserío San Francisco, a una elevación de 925 metros sobre el nivel del mar y descarga sus aguas en la margen izquierda del río Baché, en territorio de la vereda Tamarindo, a una altitud aproximada de 450 metros (Olaya, Fierro y Araujo, 2008, 89-90).

6.2 Métodos

Este proyecto se desarrolló en cuatro fases, así: Fase 1: Documentación bibliográfica, Fase 2: Trabajo de Campo y Laboratorio, Fase 3: Sistematización e interpretación de resultados.

6.2.1 Documentación bibliográfica

Se revisaron mapas y escritos publicados y no publicados en temas de Limnología, fauna bentónica del Huila, investigaciones en recurso hídrico en los archivos y en las páginas de internet de la Universidad Surcolombiana y demás universidades nacionales, la Fundación Hocol y bibliotecas nacionales e internacionales en línea, así como la de ECOSURC y de la maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, de igual manera, se examinaron los estudios que la Universidad Surcolombiana, Corporación Universitaria del Huila y demás instituciones.

6.2.2 Trabajo de Campo y Laboratorio

Con el fin de conocer el área de estudio y poder ubicar los puntos de muestreos de cada ambiente lótico, se seleccionaron lugares que permitiera la recolección eficiente de los organismos, para ello, se efectuaron recorridos preliminares por el cauce de la quebrada o río, se tomaron fotografías de las posibles zonas y lugares de interés, de esta manera se seleccionaron las estaciones de muestreo que se detallan en la tabla 3 y figura 18. estas estaciones se marcaron con un GPS Garmin 300.

Las estaciones se ubicaron principalmente en las cuencas medias y bajas, donde se seleccionó 200 m lineales de cada estación, la toma de muestras y laboratorio fue desarrollada con la colaboración de los estudiantes de la CORHUILA del IV semestre de la asignatura de ecología y estudio del paisaje y con los integrantes del semillero MACU en los siguientes periodos: Quebrada El Neme: 2012A, quebrada La Jabonera: 2013B, río Frío: 2014A, río Fortalecillas: 2014B, río Baché: 2015A, quebrada La Jagua: 2015B, quebrada El Arenoso: 2016A y río Neiva: 2016B (véase Figura 18).

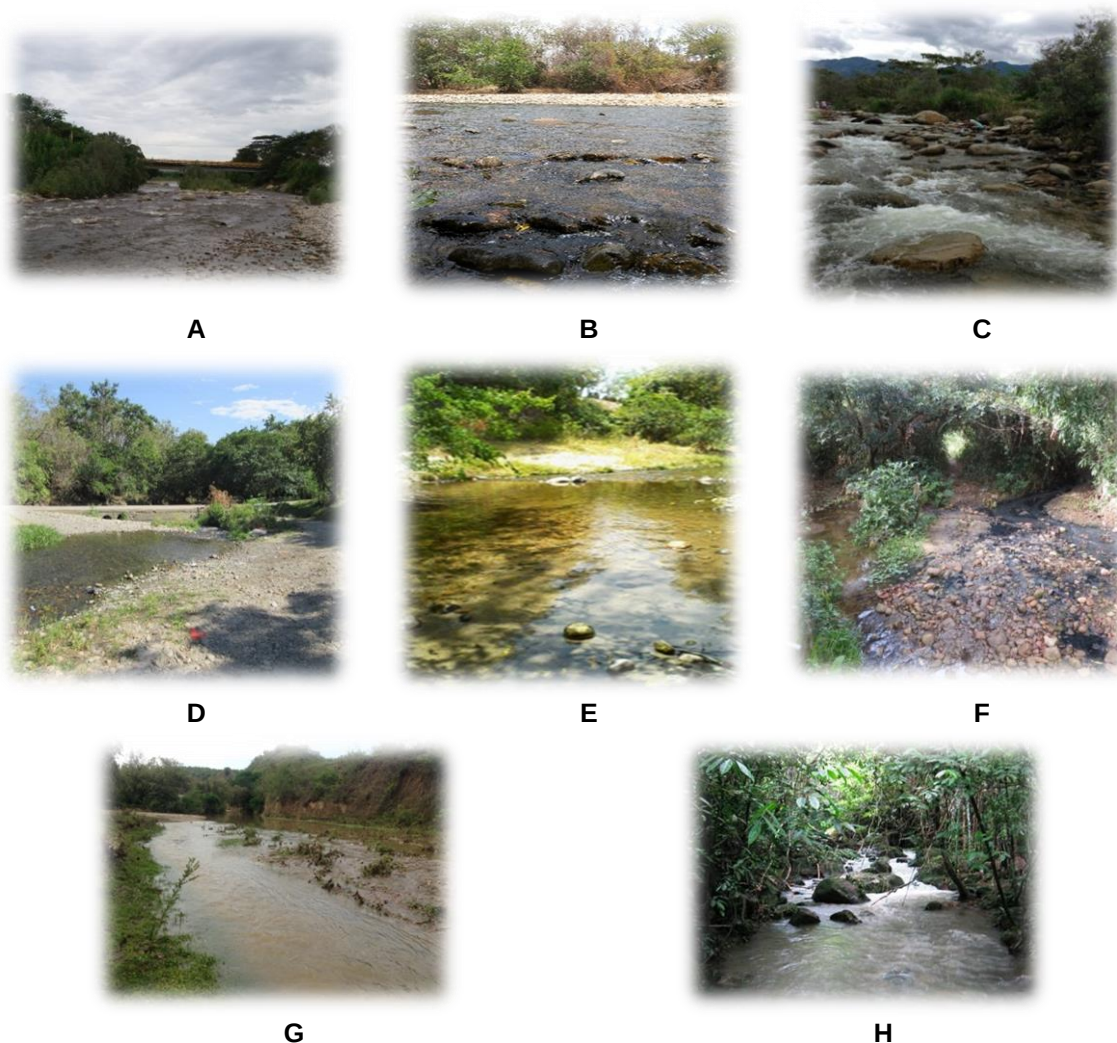


Figura 18. Estaciones de muestreo
A. Río Neiva. **B.** Río Baché. **C.** Río Frío. **D.** Río Fortalecillas **E.** Qda. El Arenoso.
F. Qda. La Jabonera **G.** Qda. La Jagua **H.** Qda. El Neme.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Descripción de las estaciones de muestreo

Estaciones	Características del Sitio	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)
		N	W	
E1. Río Neiva	Corriente rápida. Sustrato rocoso, presencia de vegetación ribereña. Sitio afectado por actividades agrícolas, se evidencia la captación de caudal para riego.	2°36'48,70"	75°21'24,50"	598
E2. Río Baché	Corriente rápida, sustrato areno rocoso, presencia de material vegetal, sitio afectado por actividades antropogénicas (Turismo y extracción material de roca y arena)	2°55'31,22"	75°27'15,10"	564
E3. Río Frío	Corriente rápida, sustrato areno rocoso y vegetación marginal. Sitio alterado por actividades antropogénicas, principalmente el turismo, ganadería y actividades agrícolas.	2°48'20,33"	75°17'50,00"	458
E4. Río Fortalecillas	Corriente moderada, sustrato conformado por rocas, arena, hojas y troncos, presencia de vegetación ribereña. Sitio afectado por la mala disposición de residuos sólidos producto del turismo y las actividades agrícolas, principalmente el cultivo del arroz.	3°02'23,46"	75°15'01,21"	403
E5. Qda. El Arenoso	Corriente lenta, Sustrato de arena, roca y guijarro. Alta presencia de macrófitas acuáticas, pero poca vegetación ribereña y material vegetal. Sitio alterado por actividades antropogénicas (Actividades agrícolas, ganadería y extracción de material de arena y roca)	2°51'46,90"	75°16'49,22"	453
E6, Qda. La Jabonera	Corriente lenta. Sustrato arenoso y con guijarro. Presencia de vegetación ribereña y 2material vegetal en descomposición. Sitio afectado por actividades antropogénicas (minidistrito de riego, aguas residuales, material particulado por el paso continuo de vehículos, agricultura y ganadería)	2°56'25,25"	75°13'43,71"	566
E7. Qda. La Jagua	Corriente lenta. Sustrato areno rocoso, con poca presencia de vegetación ribereña. Sitio afectado por actividades antropogénica (agricultura, ganadería y cercanía al relleno sanitario Los Ángeles)	3°00'03,88"	75°13'46,25"	467
E8. Qda. El Neme	Corriente lenta. Sustrato rocoso, guijarro y arena. Presenta vegetación sumergida en orillas y material vegetal en descomposición. Sitio afectado por floración natural del crudo, aunque su área se encuentre en zona de protección.	3°03'52,10"	75°21'31,32"	445

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.1 Muestreo y determinación de macroinvertebrados acuáticos

El muestreo consistió en recolectar la mayor diversidad posible de macroinvertebrados, para ello se exploraron cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo. Esto incluyó sustrato de fondo (piedras, arena, lodo, restos de vegetación) macrófitas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), raíces sumergidas de árboles y sustratos artificiales. Para obtener resultados comparables el esfuerzo de muestreo se cubrió un área de 200 m lineales.

Se utilizó la red D puesto que las quebradas y ríos objeto de estudio presentan aguas poco profundas siendo recomendada para las orillas y para este tipo de condiciones, método sugerido por Roldán-Pérez (2003). Esta red consiste de un marco triangular metálico de 30x30x30 cm de arista, al cual va sujeta una red con ojo de malla de 500 μ m y tiene un mango metálico de 70 cm; con esta red se trabajó de pie principalmente, aunque en ocasiones es mejor remover el sustrato con la mano. El marco se colocó sobre el fondo en contracorriente y se removió con la mano o con los pies (Figura 19A), el material recolectado que quedó atrapado en la red, se puso en un recipiente blanco donde se lavó, retirándole el material como hojas y piedras, teniendo cuidado de limpiarlos bien para no arrojar cualquier macroinvertebrado (Figura 19B).



Figura 19. Aplicación de la metodología de muestreo

A Muestreo con la red D. **B** Proceso de lavado y retiro de basuras. **C** Complementación con métodos manuales.

Los métodos anteriores fueron complementados tomando con las manos piedras, rocas, hojas, o sustratos similares (Figura 19C) y con una pinza de punta fina se tomaron los

organismos uno por uno que se veían y se depositaron en un frasco de 100 ml, el resto de la muestra se depositó en un frasco de 200 ml con una solución alcohol al 96% y se añadieron unas tres o cuatro gotas de glicerina, para mantener blandas y flexibles las estructuras de los organismos (Roldán-Pérez, 1988), se tapó muy bien y se llevó al laboratorio donde los macroinvertebrados fueron determinados hasta su mayor taxón. El muestreo se dio por terminado cuando nuevas redadas no aportaron capturas de nuevas familias de macroinvertebrados (Alba, 1996).

El proceso de separación e identificación de macroinvertebrados se llevó a cabo en laboratorios de limnología de la Corporación Universitaria del Huila, sede Prado Alto y de la Universidad Surcolombiana, usando un estereomicroscopio marca UNICO (Figura 20A) para la determinación, fue necesario iniciar con la realización de una separación previa a la identificación de los macroinvertebrados, labor que demanda mucho tiempo y cuidado (Figura 20B).

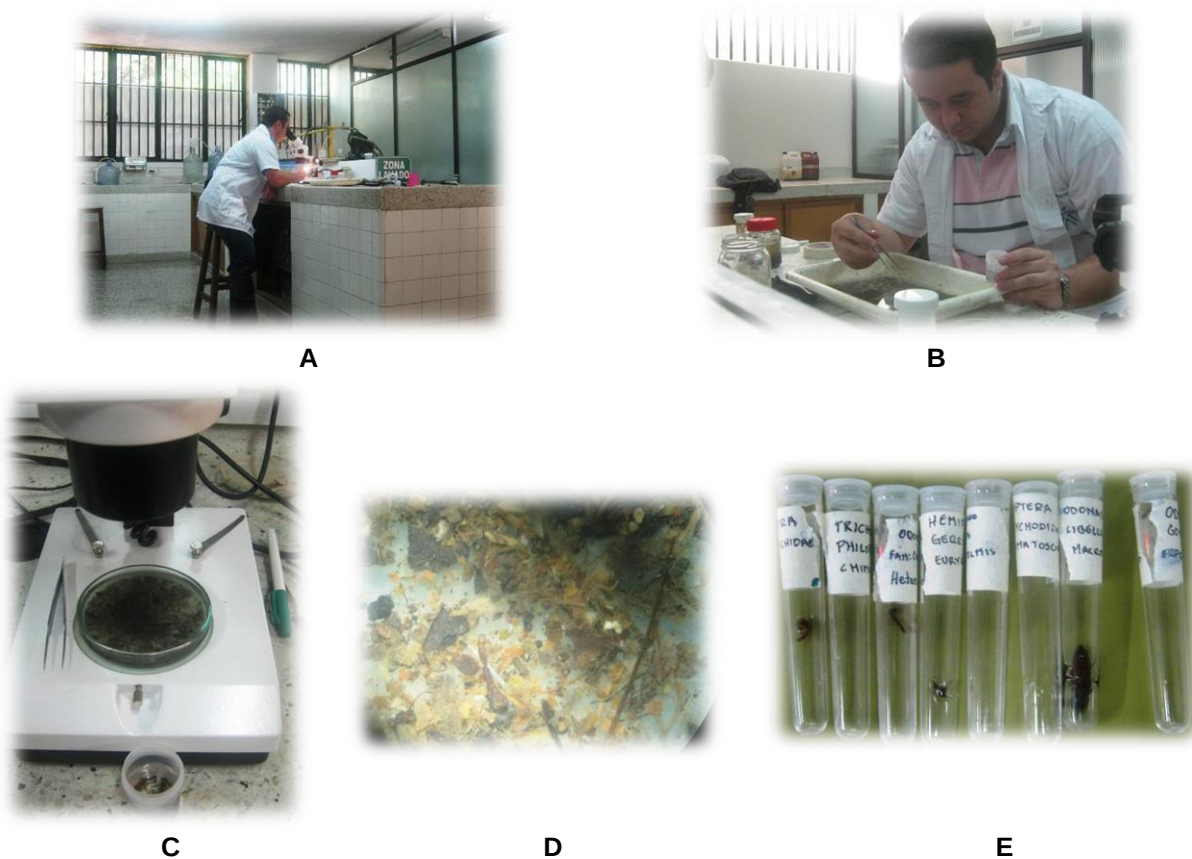


Figura 20. Fase de laboratorio

A. Proceso de separación e identificación. **B.** Proceso de separación. **C.** Proceso de limpieza, separación de organismos ayudado por el estereomicroscopio. **D.** Imagen de muestra observada al estereomicroscopio. **E.** Macroinvertebrados determinados

Para la separación se colocaron pequeñas porciones de la muestra en cajas petri limpias y se esparcieron por toda la caja (Figura 20C y 20D) de tal modo que no quedaran sitios muy oscuros que camuflaran organismos de difícil identificación como tricópteros o algunos dípteros que construyen casas con el sustrato y se camuflan en ellas; con un estilete se fue removiendo el material y al encontrar los diferentes tipos de macroinvertebrados se tomaron con una pinza de punta fina, y se ubicaron en frascos con alcohol – formol al 1%, previamente rotulados.

Después de separados los macroinvertebrados de otros materiales se procedió a la identificación de los mismos, se utilizaron las claves y guías taxonómicas de: Roldán-Pérez (1988, 2003), Frank (1997), McCafferty (1981) y Merritt & Cummins (1996), Bouchard (2004), Epler (2010), Lievano & Torres, (2007) Hanson, *et al.*, (2010), Palma (2013), los organismos identificados fueron rotulados y separados en pequeños frascos con alcohol (Figura 20E) con el fin de crear una colección biológica que sirva como fuente de consulta para la maestría en ecología y gestión de ecosistemas estratégicos y estudiantes de pregrado de la CORHUILA.

6.2.3 Sistematización e interpretación de resultados

La recolección de la información se hizo en una base de datos usando el programa Excel, para una mejor clasificación y organización de la información, para el análisis de los datos de los organismos capturados se utilizaron las abundancias relativas y la representatividad con el fin de caracterizar la comunidad en términos de estructura, con el fin de obtener una idea de la composición y características de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de los ambientes acuáticos estudiados.

Igualmente, se realizó un análisis basado en el índice biótico comunitario de diversidad de Shannon-Weaver (H'), a nivel del taxón familia y se usó el índice BMWP/Col para conocer el estado biológico del agua en cada sección de los ecosistemas acuáticos estudiados. De la misma forma, se recopiló información relevante de la ecología de las familias encontradas y se muestran las fotografías propias para cada una de ellas en forma de tablas por cada una de ellas.

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Macroinvertebrados Acuáticos del Norte del Huila

Se ubicaron 8 estaciones de muestreos entre las cuencas medias y bajas de cada ambiente lótico objeto de estudio, en la Tabla 5 se muestran los resultados completos obtenidos de la determinación taxonómica hasta el taxón de familia, el valor del índice BMWP asignado para cada familia según Roldán-Pérez (2003) y la cantidad de macroinvertebrados encontrados. Los muestreos se realizaron en las siguientes fechas correspondientes: Quebrada El Neme: 10/02/2012, quebrada La Jabonera: 5/08/2013, río Frío: 18/03/2014, río Fortalecillas: 26/09/2014, río Baché: 24/03/2015, quebrada La Jagua: 05/08/2015, quebrada El Arenoso: 22/03/2016 y río Neiva: 7/10/2016.

El total de ejemplares recolectados y determinados fue de 28.808 individuos, pertenecientes a 7 clases, 16 órdenes y 58 familias. De todos los taxones adscritos a familia u otro taxón de rango superior, los más representativos son los insectos con 51 familias (82.76%), seguidos de los gasterópodos y bivalvos con un 6.56% y 3.28% respectivamente, por último se encuentran los oligoquetos, turbelarios, hirudíneos y arácnidos con el registro de una familia para cada clase, no se registró presencia de individuos de la clase hydrozoa (Figura 21). Los porcentajes resultan normales para los ecosistemas acuáticos continentales, excepto por la escasa presencia de oligoquetos que suelen tener una numerosa representación en lo referente al número individuos, pero que en los ecosistemas estudiados son escasos por la baja contaminación orgánica, demostrando que son aguas de buena calidad (Roldán-Pérez, 2003).

Figura 21. Porcentaje de familias de invertebrados presentes en el norte del Huila.

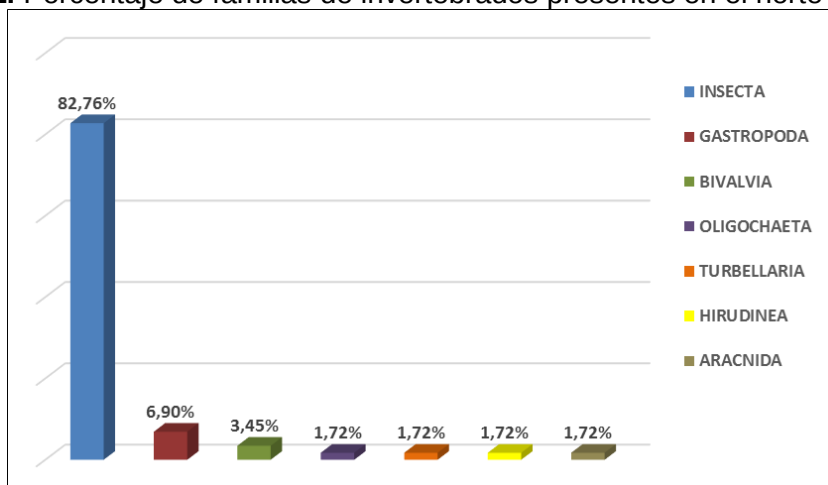


Tabla 5. Macroinvertebrados encontrados en el Norte del Huila

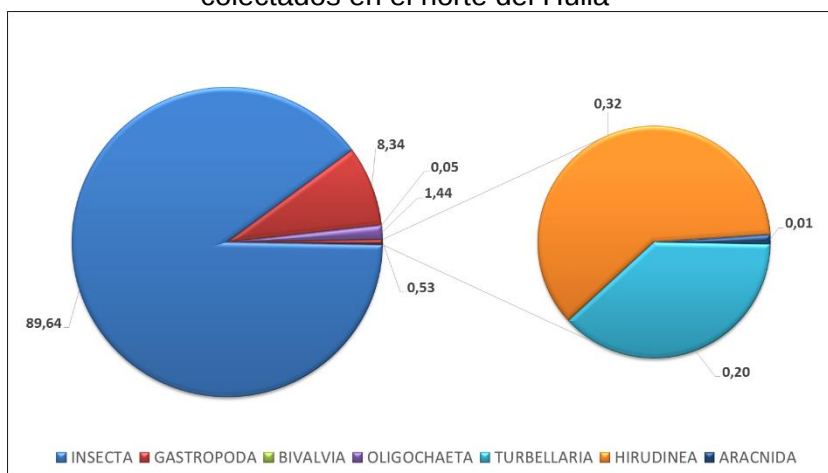
CLASE	ORDEN	FAMILIA	BMWP	ESTACIÓN							
				Rio Neiva	Río Baché	Rio Frío	Rio Fortalecillas	Q. Arenoso	Q. La Jabonera	Q. La Jagua	Q. El Neme
INSECTA	COLEOPTERA	Elmidae	6	205	21	56	33	104	40	31	50
		Hydrophilidae	3	167	2	3	5	12	5	34	
		Psephenidae	10		6	1	1	7		44	2
		Hydraenidae	4	20							
		Ptilodactylidae	10	1			1				14
		Limnichidae	6					4			
		Scirtidae	7					2	1		
		Staphylinidae	6				1	1			
		Dryopidae	7		1						
		Gyrinidae	9	1							
	DIPTERA	Chironomidae	2	279	36	632	37	13	3090	160	24
		Simuliidae	8	21	26	625	15	21	58	2	8
		Tabanidae	5				32	7		5	3
		Stratiomyidae	4				4			9	
		Blepharoceridae	10	6		5					
		Tipulidae	3					6		2	
		Psychodidae	7								3
		Ceratopogonidae	3				2			1	
		Syrphidae	2						1		
		ODONATA	Coenagrionidae	7	7	72		210	463	8	42
	Libellulidae		6	146	14	31	125	51	63	109	20
	Calopterygidae		7	378	5	3	6	3	46	5	67
	Gomphidae		10	7	2	13	2	2		42	13
	EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	7	387	203	243	581	217	14	200	89
		Baetidae	7	768	112	192	13	362	34	25	33
		Leptophlebiidae	9	54	305	4	20	98		6	171
		Polymitarcyidae	9					17			
		Oligoneuriidae	10		6	8					

Tabla 5. Macroinvertebrados encontrados en el Norte del Huila (continuación)

CLASE	ORDEN	FAMILIA	BMWP	ESTACIÓN							
				Rio Neiva	Río Baché	Rio Frío	Rio Fortalecillas	Q. Arenoso	Q. La Jabonera	Q. La Jagua	Q. El Neme
INSECTA	TRICOPTERA	Hydropsychidae	7		1210	519	456	503	511	39	4
		Philopotamidae	9	287	4	359	879	760	148	27	9
		Helicopsychidae	8		270					4	
		Polycentropodidae	9		4	1	97	64		3	
		Glossosomatidae	7	5	4	127	2	17			
		Leptoceridae	8			20			4	11	8
		Odontoceridae	10	1		2		8		3	
		Hydrobiosidae	9	1		3					
		Calamoceratidae	10							1	2
		Hydroptilidae	7	1							
	HEMIPTERA	Veliidae	8	1550	306	785	738	1258	25	90	86
		Naucoridae	7	299	65	349	249	42	2	25	1
		Gerridae	8		93	1	74	281	7	239	43
		Notonectidae	7				2	14	2	17	23
		Belostomatidae	5			2	3	1		1	
		Hydrometridae	4						2		
	LEPIDOPTERA	Pyrilidae	5	154	56	7	8	30	3	3	
		Cossidae	7	1				1			
	PLECOPTERA	Perlidae	10	14	11	57					2
	NEUROPTERA	Corydalidae	6		36	70	117	37	6	11	18
GASTROPODA	BASOMMATOPHORA	Thiaridae	5	18			735	372	214	424	
		Physidae	3	26	45	3	136	50	11	24	
		Lymnaeidae	4			1	187			36	
		Planorbidae	5		3	1	91	6		19	
BIVALVIA	UNIONOIDA	Hyriidae	6					3	5		
	VERENOIDA	Sphaeriidae	4					7			
OLIGOCHAETA	HAPLOTAXIDA	Tubificidae	1	316	1		25	2	48	5	18
TURBELLARIA	TRICLADIDA	Planariidae	7						55		3
HIRUDINEA	GLOSSIPHONIIFORMES	Glossiphoniidae	3		9		14	57		13	
ARACNIDA	ACARI	Hydrachnidae	5						1	1	

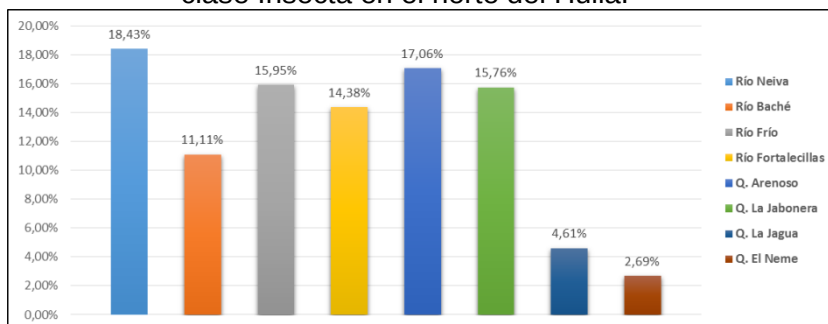
La clase más abundante entre todos los macroinvertebrados acuáticos colectados en los ambientes estudiados fue Insecta (89.64%), seguido por Gasterópodos (8,34%). Por el contrario, las menores abundancias estuvieron representadas por las clases de Oligoquetos, Hirudíneos, Turbellarios, Bivalvos y Arácnidos respectivamente (1.44%, 0.05%, 0.32%, 0.20% y 0.01%) (Figura 22).

Figura 22. Abundancia relativa de las clases de macroinvertebrados acuáticos colectados en el norte del Huila



Las estaciones donde se registraron las mayores abundancias de organismos de la clase Insecta fueron: río Neiva (18.34%), quebrada Arenoso (17.06), río Frío (15.95), quebrada La Jabonera (15.76%), río Fortalecillas (14.38%) y río Baché (11.11%), mientras que la menor abundancia se registró en las estaciones quebrada La Jagua y El Neme, con un porcentaje de abundancia de 4.61% y 2.69% respectivamente. Respecto a la presencia de los 9 órdenes de la clase Insecta en las estaciones de referencia, se observó que en el río Baché y río Frío se registraron todos los órdenes, así mismo las otras zonas registraron 8 de los 9 órdenes (Tabla 6) y (Figura 23).

Figura 23. Distribución espacial de los macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a la clase Insecta en el norte del Huila.



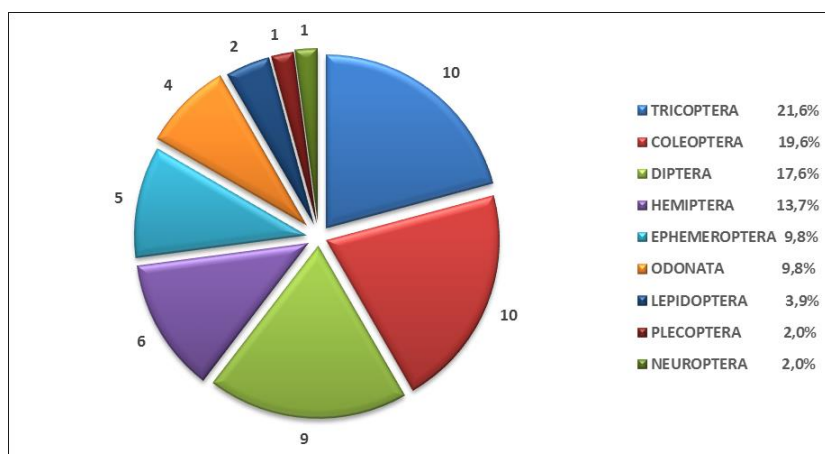
Este comportamiento de la abundancia permite suponer que las estaciones de río Neiva en Campoalegre y quebrada Arenoso, ofrecen las mejores condiciones para el establecimiento y desarrollo de la fauna de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 6. Distribución espacial de los macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a la clase Insecta en el norte del Huila.

ESTACIÓN	INSECTA									Total	% Ab
	COL	DIP	ODO	EPHE	TRIC	HEM	LEP	PLE	NEU		
Río Neiva	394	306	538	1209	295	1849	155	14	0	4760	18,43%
Río Baché	30	62	93	626	1492	464	56	11	36	2870	11,11%
Río Frío	60	1262	47	447	1031	1137	7	57	70	4118	15,95%
Río Fortalecillas	41	90	343	614	1434	1066	8	0	117	3713	14,38%
Q. Arenoso	130	47	519	694	1352	1596	31	0	37	4406	17,06%
Q. La Jabonera	46	3148	117	48	663	38	3	0	6	4069	15,76%
Q. La Jagua	109	179	198	231	88	372	3	0	11	1191	4,61%
Q. El Neme	66	38	102	293	23	153	0	2	18	695	2,69%
Total	876	5132	1957	4162	6378	6675	263	84	295	25822	
Abund relativa %	3,39%	19,87%	7,58%	16,12%	24,70%	25,85%	1,02%	0,33%	1,14%		

La proporción entre los diferentes órdenes de insectos (Figura 24) muestra la dominancia, en cuanto al número de familias, de los tricópteros y coleópteros sobre los demás grupos; siendo los dípteros, hemípteros y efemerópteros, en este orden, los que les siguen. Esta proporción es normal en casi todos los ecosistemas de agua dulce según Cirujano *et al.*, (2003).

Figura 24. Proporción y número de familias por cada orden de insectos



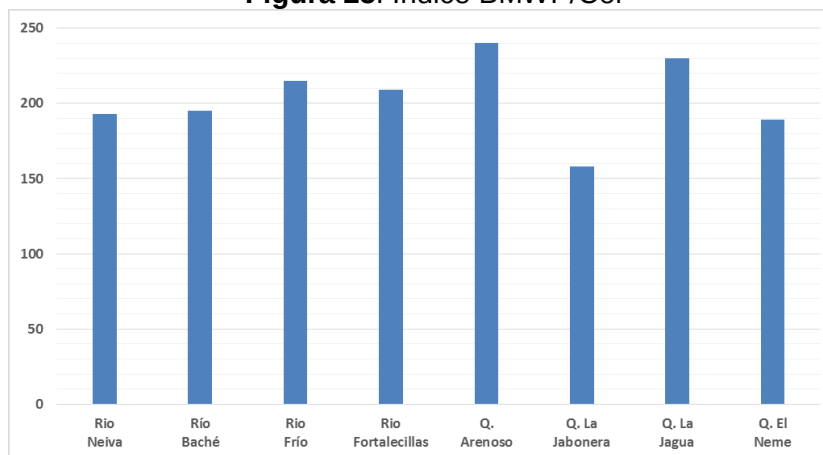
La fauna de macroinvertebrados acuáticos en las cuencas estudiadas del norte del Huila presentó una abundancia relativamente alta para las zonas evaluadas de muestreo. Como se pudo evidenciar el phylum Arthropoda se presentó de forma dominante en términos de abundancia sobre los demás phylum de la comunidad bentónica, principalmente debido al elevado número de organismos pertenecientes a la clase Insecta. De acuerdo a Roldán-Pérez (1992) el phylum Arthropoda es el grupo más abundante en ecosistemas neotropicales, y las clases importantes y representativas de este son Insecta, Aracnoidea y Crustacea, aunque este último no se registró capturas

Además, es importante mencionar que dentro de los macroinvertebrados acuáticos de ecosistemas lóticos, la clase Insecta constituye generalmente entre el 85 y 95% del total de organismos presentes debido a su amplia variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas (como son presencia de branquias, cerdas para el nado, pigmentos fotosintéticos, estructuras de fijación a sustratos, formas hidrodinámicas, entre otras) que permiten su óptimo establecimiento y desarrollo en estos ambientes (Roldán-Pérez, 2003). Estos resultados coinciden con otros estudios realizados en el departamento del Huila para la microcuenca Los Micos, León (2014) registró la presencia de insectos en un 98.64% y Reinoso *et al.*, (2007 y 2008) en el río Totare y Lagunilla para el Tolima, un porcentaje similar, lo que confirma la idea de que la estructura general de la comunidad de macroinvertebrados del norte del Huila son típicos de ecosistemas lóticos neotropicales.

7.2 Índices Bióticos

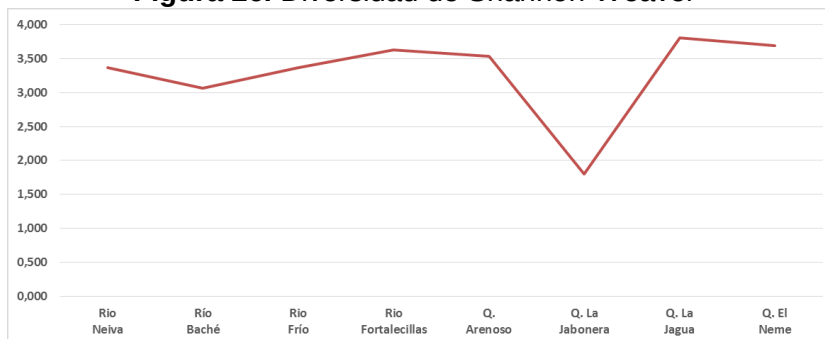
En los ambientes lóticos estudiados se determinaron familias que representan los valores más altos en el índice biótico BMWP como: Gomphidae, Ptilodactylidae, Calamoceratidae, Perlidae con puntajes de 10 y Philopotamidae, Gyrinidae, Leptophlebiidae, Hydrobiosidae y Polymitarcyidae con puntajes de 9, evidenciando que la presencia de estos organismos indica buena calidad ecológica por ser organismos estenoicos, comportándose como sensibles a las perturbaciones, por tener exigencias muy rigurosas y un intervalo de tolerancia muy pequeña a variaciones en el ambiente.

Figura 25. Índice BMWP/Col



Según la aplicación del índice BMWP/Col la calidad del agua en todas las estaciones de muestreo de cada ambiente lótico del norte del Huila estudiado fue de clase I (Figura 25), de muy buena calidad, esto se debe a la diversidad de familias encontradas en los tramos estudiados, sin embargo, el menor valor reportado se encontró en la Quebrada La Jabonera con un puntaje de 158, esto se corrobora con el mismo comportamiento obtenido con la diversidad de Shannon-Weaver (Figura 26), esto puede ser a la alta abundancia de la familia Chironomidae, debido a su poco caudal y a la alta carga orgánica que recibe la parte baja de la cuenca por vertimientos directos del barrio Álvaro Uribe Vélez, pues al no poseer servicio de alcantarillado la población humana genera un impacto directo sobre el sistema.

Figura 26. Diversidad de Shannon-Weaver



En general los ecosistemas estudiados poseen una diversidad alta y un BMWP de buena calidad, puede explicarse por la baja contaminación orgánica y a que los ecosistemas estudiados no son fuertemente presionados por actividades antrópicas, pues aunque en ellos se evidencia la realización de actividades humanas como prácticas agrícolas, turismo, mala disposición de residuos y aprovechamiento de material de playa, estas no son intensivas y esto, permite que los ecosistemas tengan resiliencia ambiental ante dichas actividades.

7.3 Familias de Macroinvertebrados del Norte del Huila

A continuación se muestran las familias encontradas en el norte del Huila, mostrando fotografías tomadas en el laboratorio de Limnología de la Corporación Universitaria del Huila y de la Universidad Surcolombiana, asimismo se detallan algunos aspectos de cada familia como el valor BMWP para Colombia, la longitud, habito alimenticio, tipo de alimento y el tipo de hábitat donde se encuentra.

7.3.1 Orden Coleóptera

Se encontraron 10 familias de coleópteros presentes en los 8 ecosistemas acuáticos estudiados del norte del Huila, las mayores representaciones por encima del 75% y más abundantes fueron: Elmidae, Hydrophilidae y Psephenidae, por el contrario las familias Dryopidae y Gyrinidae se encontraron en un solo ambiente acuático con una representación del 12.5%.y con las menores abundancias comparadas con el total de estaciones muestreadas (Tabla 7).

Tabla 7. Representatividad y abundancia relativa del orden Coleóptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
COLEOPTERA	Elmidae	100,0%	1,874
	Hydrophilidae	87,5%	0,791
	Psephenidae	75,0%	0,212
	Hydraenidae	12,5%	0,069
	Ptilodactylidae	37,5%	0,056
	Limnichidae	12,5%	0,014
	Scirtidae	25,0%	0,010
	Staphylinidae	25,0%	0,007
	Dryopidae	12,5%	0,003
	Gyrinidae	12,5%	0,003

7.3.1.1 Familia Elmidae

Familia cosmopolita. Es una de las más comunes y numerosas dentro de los coleópteros acuáticos. En la mayoría de las especies tanto las larvas como los adultos son acuáticos. Las larvas obtienen oxígeno a través de las agallas anales y pueden ser reconocidas, entre otros caracteres, por su cuerpo cilíndrico o subcilíndrico, la cabeza y las patas son visibles desde arriba, las patas tienen cuatro segmentos y una uña simple al final de cada pata, las antenas son más cortas que la cabeza. Los adultos son pequeños cucarrones, que se caracterizan por la forma del pronoto, así como por las estrías del pronoto y de los élitros. Presentan una amplia distribución altitudinal. Encuentran en una variedad de hábitats pero son comunes en sitios de aguas corrientes y poco profundas, donde se alimentan de algas y material vegetal en descomposición (Liévano León & Ospina Torres, 2007).

Tabla 8. Familia Elmidae

		BMWP: 6	Longitud: 2.8 – 5 mm
		Habito alimenticio:	Colector
		Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
		Hábitat:	Rocas y piedras, vegetación acuática y hojarasca
Adulto	Larva		

7.3.1.2 Familia Hydrophilidae

Tabla 9. Familia Hydrophilidae

		BMWP: 3	Longitud: 2 – 9 mm
		Habito alimenticio:	Predador y/o saprófago
		Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos y/o detritus.
		Hábitat:	Rocas y piedras, y vegetación.
Adulto	Larva		

Los adultos son saprófagos y las larvas depredadores de hábitos acuáticos a semiacuáticos. El género *Tropisternus* es señalado como depredadora de Culicidae, aunque también realizan canibalismo entre ellas (Jerez & Moroni, 2006). Los adultos poseen cuerpo generalmente ovalados, moderadamente a fuertemente convexo, liso y generalmente brillante. Antenas cortas, 7-9 segmentadas, a menudo ocultas desde arriba, densamente pubescente. Palpos maxilares alargados, a menudo más largos que las antenas. Patas a menudo dentadas o con espinas; procoxas grandes, transversales y

proyectando, sus cavidades abiertas; Metatarso aplanado y bordeado con pelos. Metasternum a menudo se extiende en la parte trasera en 4 espinas cortas (Klimaszewski & Watt, 1997).

7.3.1.3 Familia Psephenidae

Larvas de hábitos acuáticos, se encuentran adheridas al sustrato y son de aspecto crustaceiformes; se encuentran en zonas de ritrón que corresponden a sectores de alta pendiente, con altas velocidades de corrientes, temperaturas bajas y estables y altas concentraciones de oxígeno. Esta familia se encuentra en todos los continentes a excepción del antártico, con una gran diversidad de la región oriental del mundo. Respiran por medio de branquias traqueales. Los adultos son terrestres de vida corta, pubescentes, de color oscuro. (Liévano León y Ospina Torres, 2007; Jerez & Moroni, 2006).

Tabla 10. Familia Psephenidae

	BMWP: 10	Longitud: 5 - 10 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Ritrón, aguas corrientes y cristalinas, bajo rocas y piedras
Larva		

7.3.1.4 Familia Hydraenidae

Insectos pequeños, no nadadores, por lo cual se desplazan caminando sobre rocas y algas en las riberas de cuerpos de agua, o en los márgenes de poca corriente de aguas claras y fondo arenoso (Perkins 1980). Se caracterizan por que la larva tiene 10 segmentos con filamentos caudales que salen del segmento 9. Los adultos tienen antenas cortas con una masa de cinco segmentos (Palma, 2013)

Tabla 11. Familia Hydraenidae

	BMWP: 4	Longitud: 1 – 3 mm
	Habito alimenticio:	Trozador
	Tipo de alimento:	Detritus de hojas y palos, plantas acuáticas.
	Hábitat:	Sustratos arenosos húmedos a orillas de cuerpos de agua, piedras y vegetación
Adulto		

7.3.1.5 Familia Ptilodactylidae

Larvas de color amarillento a rojizo oscuro; alargado, subcilíndrico, recto a algo curvado ventralmente, ápice abdominal fuertemente hacia abajo. Se alimentan de vegetación en descomposición o de la madera en situaciones húmedas o acuáticas (Ivie, 2002)

Tabla 12. Familia Ptilodactylidae

	BMWP: 10	Longitud: 3 - 15 mm
	Habito alimenticio:	Colector
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Vegetación, zonas de sombra
Larva		

7.3.1.6 Familia Limnichidae

Los limníquidos son de forma oval y convexa por arriba y por abajo. Su coloración puede ser parda o negra en algunos casos con iridiscencia azul, verde o cobriza. Su cuerpo está cubierto de pelos finos brillantes, dorados, negros, grises, verdes o plateados. La cabeza es pequeña y está insertada en el protórax. Los adultos son semiacuáticos y viven entre la arena o el barro o en depósitos húmedos de hojas y otros materiales de origen vegetal localizados a orillas de las corrientes de agua. (Hulbert & Villalobos-Figueroa, 1982)

Tabla 13. Familia Limnichidae

	BMWP: 6	Longitud: 0.5 – 4 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Arena, sustrato, hojarasca y vegetación.
Adulto		

7.3.1.7 Familia Scirtidae

Sólo las larvas de esta familia son acuáticas; los adultos son terrestres. Viven mayormente en aguas tranquilas o remansos de los ríos. Se caracterizan por sus largas antenas, su cuerpo abultado y cada uno de los tres pares de patas termina en una sola garra. Se les encuentra entre vegetación y no son comunes de coleccionar. Se alimentan de vegetación o de material en descomposición (Bouchard, 2004).

Tabla 14. Familia Scirtidae

	BMWP: 7	Longitud: 5 - 15 mm
	Habito alimenticio:	Recolector / Ramoneador
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Vegetación, orillas de los ríos o humedales.
Larva		

7.3.1.8 Familia Staphylinidae

Los estafilínidos la mayoría son de forma alargada a ovoide; color amarillento, marrón rojizo, marrón o negro; generalmente está bien esclerotizados; con élitros cortos, un abdomen flexible y antenas simples. Las larvas son alargadas con antenas de 3 ó 4 segmentos, con un apéndice sensorial de forma particular en el penúltimo. El extremo del abdomen presenta un urogomphus o estilo articulado y cada pata termina en una uña (Frank, 1997).

Tabla 15. Familia Staphylinidae

	BMWP: 6	Longitud: 0.6 - 25 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos
	Hábitat:	Bajo las rocas, troncos y sobre os bordes de los cuerpos de agua,
Adulto		

7.3.1.9 Familia Dryopidae

Los adultos son mayormente acuáticos, algunos son ribereños, se les encuentra en la vegetación emergente en aguas tranquilas; las larvas vive en cuerpos de agua bajo piedras (Epler, 2010).

Tabla 16. Familia Dryopidae

BMWP: 7	Longitud: 1 - 8 mm
----------------	---------------------------

	Habito alimenticio:	Colector
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Rocas, piedras y vegetación.
Adulto		

7.3.1.10 Familia Gyrinidae

Los Larvas y adultos son de hábitos acuáticos y depredadores; frecuentan cuerpos de agua de poca corriente. Se les ha recolectado como parte de fauna de deriva (Figueroa *et al.* 2003). Poseen cuerpo brillante, en forma de bote, moderadamente curvado a ligeramente aplanado. Ojos completamente divididos en porciones superior e inferior por una tira de cutícula. Antenas cortas, compactas, generalmente palmeadas. Patas medias y traseras cortas, con franjas de pelos de natación; patas delanteras pronunciadas y raptorales, con procoxas transversales y sus cavidades abiertas (Klimaszewski & Watt, 1997).

Tabla 17. Familia Gyrinidae

	BMWP: 9		Longitud: 3 – 15 mm	
	Habito alimenticio:		Predador	
	Tipo de alimento:		Tejidos de animales vivos	
	Hábitat: Rocas y piedras, y vegetación.			
	Adulto			

7.3.2 Orden Díptera

En los ambientes lóticos estudiados se encontró la representación de 9 familias de dípteros, los Chironomidae y Simuliidae estuvieron presentes en todos los ríos, asimismo el primero de ellos posee la segunda mayor abundancia relativa en el norte del Huila con un 14,8%, en cambio las familias Psychodidae y Syrphidae se encontraron en un solo ambiente acuático con una representación del 12.5% y con abundancias de 0.10 y 0.003% respectivamente (Tabla 18).

Tabla 18. Representatividad y abundancia relativa del orden Díptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
-------	---------	-------------------	------

DIPTERA	Chironomidae	100,0%	14,826
	Simuliidae	100,0%	2,694
	Tabanidae	50,0%	0,163
	Stratiomyidae	25,0%	0,045
	Blepharoceridae	25,0%	0,038
	Tipulidae	25,0%	0,028
	Psychodidae	12,5%	0,010
	Ceratopogonidae	25,0%	0,010
	Syrphidae	12,5%	0,003

7.3.2.1 Familia Chironomidae

Se les conoce como mosquitos no picadores y viven en todo tipo de ambientes como se evidenció anteriormente, incluyendo grandes y pequeños cuerpos de agua, de buena o mala calidad. Se caracterizan por su cuerpo segmentado con una cabeza bien visible y dos propatas delanteras. Los quironómidos son las larvas más abundantes que se pueden encontrar. Algunos tienen un color rojo (que se puede perder al ser preservados) proveniente de la hemoglobina que le permite a la larva una mayor capacidad de captar oxígeno en ambiente donde su concentración es muy baja. Son un importante recurso en la trama trófica de las aguas (Palma, 2013).

Tabla 19. Familia Chironomidae

	BMWP: 2	Longitud: 3 -30 mm
	Habito alimenticio:	Pueden ser raspadores, filtradores, predadores y colectores
	Tipo de alimento:	Algas y materia orgánica particulada fina, tejidos de seres vivos
	Hábitat:	Rocas y piedras, vegetación acuática y sedimentos

Larva

7.3.2.2 Familia Simuliidae

Los simulidos o conocidos como moscas negras viven sujetos a rocas, vegetación o a otro sustrato donde se encuentran aguas moderadamente turbulentas. Se caracterizan por su cabeza claramente distinguible y con un par de estructuras en forma de abanicos, poseen el abdomen ensanchado apicalmente y que termina en un único anillo de setas en forma de ganchillos, con los cuales se sujetan al sustrato. Son filtradores, lo cual realizan con la estructura en forma de abanico en la cabeza. Sus adultos se alimentan de sangre atacando

a caballos, bovinos y similares, por lo que pueden alcanzar importancia comercial (Palma, 2013).

Tabla 20. Familia Simuliidae

	BMWP: 8	Longitud: 3- 15 mm
	Habito alimenticio:	Pueden ser filtradores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina (MOPF)
	Hábitat:	Rocas y piedras
Larva		

7.3.2.3 Familia Tabanidae

Los tabánidos o tábanos viven en aguas tranquilas, permaneciendo en el fondo cenagoso y raramente nadando. Se caracterizan por su cuerpo ovalado con una serie de anillos carnosos rodeando el cuerpo. Sin tubérculos caudales respiratorios, proceso terminado en punta. Las larvas son depredadoras y en los adultos las hembras se alimentan de sangre mientras los machos lo hacen de néctar. Pueden tener importancia económica principalmente desalentando a los turistas por su dolorosa picadura (Palma, 2013).

Tabla 21. Familia Tabanidae

	BMWP: 5	Longitud: 15 – 60 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos
	Hábitat:	Sedimentos
Larva		

7.3.2.4 Familia Stratiomyidae

Son conocidas como moscas soldados, sus larvas se alimentan de detritus, hongos o ser depredadoras. La larva es del tipo ápedo de forma cilíndrica fusiforme, deprimida dorso ventralmente y con segmentación visible. La cabeza es mucho más angosta que el tórax y parcialmente hundida en él. El último segmento abdominal es fino y más o menos alargado, formando un tubo respiratorio que termina en un penacho de setas hidrofóbicas. Es usado para extraer aire de la superficie mientras la larva permanece sumergida (Woodley, 2001)

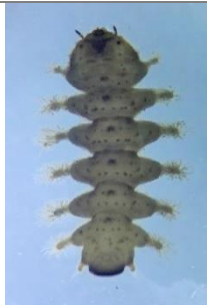
Tabla 22. Familia Stratiomyidae

	BMWP: 4	Longitud: 5 - 30 mm
	Habito alimenticio:	Puede ser predador o colector
	Tipo de alimento:	Material orgánica particulada fina o tejido de animales vivos
	Hábitat:	Vegetación acuática, sedimentos.
Larva		

7.3.2.5 Familia Blephariceridae

Los blefaricéridos viven sujetos a la superficie de rocas y piedras en aguas moderadamente turbulentas. Se caracterizan por su cuerpo aplastado, ovalado con discos succionadores para una mejor adherencia al sustrato, donde van comiendo pequeñas algas o diatomeas adheridas a las rocas.

Tabla 23. Familia Blephariceridae

	BMWP: 10	Longitud: 3 - 10 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Piedras y rocas.
Larva		

7.3.2.6 Familia Tipulidae

Los tipúlidos viven en una variedad de hábitats en aguas moderadamente calmas. Se caracterizan por su cuerpo ovalado con una cabeza retráctil no distinguible del tórax. Terminación abdominal puede ser en varios procesos elongados o en un disco en forma de estrella de 5 – 8 lóbulos. Los adultos tienen patas largas y alas esbeltas pareciendo zancudos, pero no pican (Palma, 2013).

Tabla 24. Familia Tipulidae

BMWP: 3	Longitud: 6 - 60 mm
Habito alimenticio:	Pueden ser predadores fragmentador o recolector



Larva

Tipo de alimento: Tejidos de animales vivos, materia orgánica particulada fina

Hábitat: Arenas y sedimentos

7.3.2.7 Familia Psychodidae

Los sicódidos son organismos pequeños y viven en aguas calmas. Se caracterizan por su cuerpo, ovalado generalmente anillado y con segmentos secundarios. Poseen placas esclerotizadas en la mayoría de los segmentos o en los terminales. No tienen propatas. Generalmente se encuentran asociados al sedimento y a detritus (Palma, 2013).

Tabla 25. Familia Psychodidae



Larva

BMWP: 7 **Longitud: 3 - 6 mm**

Habito alimenticio: Pueden ser raspadores y colectores.

Tipo de alimento: Algas, Biopelículas adheridas a las piedras y materia orgánica particulada fina (MOPF)

Hábitat: Sedimentos, Rocas y piedras,

7.3.2.8 Familia Ceratopogonidae

Tabla 26. Familia Ceratopogonidae



Larva

BMWP: 3 **Longitud: 2 a 15 mm**

Habito alimenticio: Predadores

Tipo de alimento: Tejidos de animales vivos

Hábitat: Sedimentos

Los ceratopogónidos viven asociados a aguas calmas. Su tamaño es pequeño (2-15 mm). Los más abundantes de encontrar se caracterizan por su cuerpo elongado, con segmentos

semejantes entre sí. Pueden parecerse a los quironómidos, con la diferencia de que la mayoría no tienen propatas. Los adultos son picadores y chupadores de sangre, de pequeño tamaño (Palma, 2013).

7.3.2.9 Familia Syrphidae

Los sirfidos o colas de ratones viven en aguas calmas. Se caracterizan por su largas “colas”, las que realmente son sifones respiratorios que le permiten respirar oxígeno de la atmósfera, por lo que pueden vivir en aguas de pobre calidad (Palma, 2013). El único ejemplar que se encontró fue en la cuenca baja de la quebrada La Jabonera, asociado a materia orgánica en putrefacción causado por los vertimientos de aguas negras provenientes del barrio Álvaro Uribe Vélez, de la ciudad de Neiva.

Tabla 27. Familia Syrphidae

	BWMP: 2	Longitud: 3 -16 mm
	Habito alimenticio:	Colector
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Piedras, rocas y sedimentos.
Larva		

7.3.3 Orden Odonata

Se colectaron 4 diferentes familias de libélulas en el norte del Huila, todos ellos con una representatividad por encima de 87.5% y abundancias relativas que oscilan entre 2.79% representado por los Coenagrionidae y 0,28% para los Gomphidae. (Véase Tabla 28).

Tabla 28. Representatividad y abundancia relativa del orden Odonata en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
ODONATA	Coenagrionidae	87,5%	2,791
	Libellulidae	100,0%	1,940
	Calopterygidae	100,0%	1,781
	Gomphidae	87,5%	0,281

7.3.3.1 Familia Coenagrionidae

Se les puede encontrar en una gran variedad de hábitats, prefiriendo las aguas moderadamente turbulentas. Se caracterizan porque los segmentos de la antena son relativamente iguales, labium es más o menos cuadrado y sus branquias laminares nunca están divididas (Merrit & Cummins, 1996).

Tabla 29. Familia Coenagrionidae

	BMWP: 7	Longitud: 15 - 32 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos
	Hábitat:	Orillas con presencia de vegetación
Larva		

7.3.3.2 Familia Libellulidae

Viven principalmente en las orillas de las aguas calmas. Se caracterizan porque las espinas laterales del segmento abdominal 8 son tan largas como, o sobrepasan la mitad del segmento 9 (Bouchard, 2004).

Tabla 30. Familia Libellulidae

	BMWP: 6	Longitud: 18 -30 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Orillas con presencia de vegetación
Larva		

7.3.3.3 Familia Calopterygidae

Se les encuentra entre las raíces, rocas y piedras de aguas moderadamente turbulentas. Se caracterizan porque el segmento uno de la antena es mucho más largo que el resto de los segmentos combinados (Merrit & Cummins, 1996).

Tabla 31. Familia Calopterygidae

BMWP: 7	Longitud: 30 - 40 mm
----------------	-----------------------------

	Habito alimenticio:	Ppredador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Orillas con presencia de vegetación, rocas y piedras
Larva		

7.3.3.4 Familia Gomphidae

Viven en aguas tranquilas, estancadas o de poca corriente. Se caracterizan porque poseen una antena de 4 segmentos, donde el tercero es muy grande y el cuarto muy pequeño.

Tabla 32. Familia Gomphidae

	BMWP: 10	Longitud: 30 - 45 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Orillas con presencia de vegetación
Larva		

7.3.4 Orden Ephemeroptera

Tabla 33. Representatividad y abundancia relativa del orden Ephemeroptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
EPHEMEROPTERA	Leptohyphidae	100,0%	6,713
	Baetidae	100,0%	5,342
	Leptophlebiidae	87,5%	2,284
	Polymitarcyidae	12,5%	0,059
	Oligoneuriidae	25,0%	0,049

Las ninfas de efemerópteros son siempre acuáticas y se les puede encontrar en aguas corrientes como estancadas, por lo que son comunes y abundantes en los ambientes acuáticos estudiados, las familias más abundantes y con mejor representatividad en el Huila fueron Leptohyphidae y Baetidae, por el contrario las menos abundantes fueron

Polymitarcyidae y Oligoneuriidae con valores de 0.059 y 0.049% respectivamente (Tabla 33).

7.3.4.1 Familia Leptohyphidae

Son insectos pequeños con un tórax muy robusto, las alas anteriores suelen ser anchas en la base y presentan el borde posterior orlado de setas cortas. Las alas posteriores, si están presentes, son muy pequeñas y con una larga proyección costal. Los ojos son pequeños, negruzcos y similares en machos y hembras (con raras excepciones), no divididos en dos porciones como en otros grupos de Ephemeroptera. Las ninfas presentan branquias en los segmentos abdominales II a VI (raramente la VI ausente), las del segmento II son operculares, cubren las restantes. Cada branquia puede poseer uno o más lóbulos, su número es un carácter importante para distinguir géneros (Molineri, 2010).

Tabla 34. Familia Leptohyphidae

	BMWP: 7	Longitud: 2 – 10 mm
	Habito alimenticio:	Coletores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Sedimentos, Arena y Hojarasca.
Larva		

7.3.4.2 Familia Baetidae

Tabla 35. Familia Baetidae

	BMWP: 7	Longitud: < 10 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores.
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Rocas y piedras
Larva		

Los integrantes de esta familia poseen cuerpos redondeados, hidrodinámicos y de variados colores. Sus cabezas son bien redondeadas y llevan un par de largas antenas. El abdomen posee branquias con forma de placas las que pueden ser pareadas o únicas. Pueden presentar setas en sus cercos. Los baétidos son poderosos nadadores y se mueven a través de “rápidos meneos” de su abdomen que facilita la identificación de los organismos vivos. Esta familia es más diversa en aguas frías y aguas corrientes, pero algunas especies

pueden ocurrir en sistemas acuáticos ubicadas en zonas de aguas más cálidas y algunas veces aún en humedales (Vera-Palacios, 2007).

7.3.4.3 Familia Leptophlebiidae

Son conocidas como las efémeras de doble branquia. Las ninfas de esta familia pueden ser bastante variados en su apariencia, pero todos ellos tienen cuerpos y cabezas achatadas, patas achatadas con amplios fémures, y prominentes branquias a lo largo de sus abdomen, la que usualmente son pareadas y vagamente con forma de hojas. Las setas de sus cercos se encuentran ordenadas en anillos. Los palpos maxilares y labiales trisegmentado (Palma, 2013).

Tabla 36. Familia Leptophlebiidae

	BMWP: 9	Longitud: < 20 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores y Colectores.
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina y Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Aguas corrientes con vegetación, rocas y piedras
Larva		

7.3.4.4 Familia Polymitarcyidae

Tabla 37. Familia Polymitarcyidae

	BMWP: 9	Longitud: 9 - 30 mm
	Habito alimenticio:	Filtrador
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Sedimentos, rocas y piedras
Larva		

Estos mosquitos infrecuentes generalmente habitan áreas de alta erosión donde hay una corriente alta o moderada como se evidencia en la Quebrada El arenoso, único lugar donde se colectó. Las larvas de esta familia excavan debajo de las rocas, o en los bancos de arcilla de los bordes del río, haciendo madrigueras en forma de “U”, las ninfas ondulan sus branquias para producir una corriente, la cual lleva agua fresca y partículas de alimento a la madriguera. Poseen mandíbulas con colmillos cortos que se dirigen hacia abajo, y las patas anteriores son fuertes y aplanadas con muchas setas largas, se agrandan para

excavar, y hay branquias presentes en los segmentos abdominales 1 a 7. En algunas especies hay dos pares de branquias en el segmento 1 (Stepenuck, 2010, Flowers & De La Rosa, 2010).

7.3.4.5 Familia Oligoneuriidae

Estas ninfas no poseen cuerpos tan aplanados como el resto del orden. Tienen una doble fila de setas largas sobre los bordes interiores de las patas anteriores y un mechón de branquias filamentosas sobre cada maxila. Viven en ríos limpios y quebradas con corrientes rápidas, donde se arrastran entre las piedras en el fondo. Usan las setas largas sobre sus patas anteriores como redes para filtrar las partículas de alimento que trae la corriente. (Flowers & De La Rosa, 2010)

Tabla 38. Familia Oligoneuriidae

	BMWP: 10	Longitud: 10 - 22 mm
	Habito alimenticio:	Filtrador
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Rocas y piedras
Larva		

7.3.5 Orden Trichoptera

Tabla 39. Representatividad y abundancia relativa del orden Trichoptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	87,5%	11,254
	Philopotamidae	100,0%	8,584
	Helicopsychidae	25,0%	0,951
	Polycentropodidae	62,5%	0,587
	Glossossomatidae	62,5%	0,538
	Leptoceridae	50,0%	0,149
	Odontoceridae	50,0%	0,049
	Hydrobiosidae	25,0%	0,014
	Calamoceratidae	25,0%	0,010
	Hydroptilidae	12,5%	0,003

Se encontraron 10 familias de tricópteros presentes en los 8 ecosistemas acuáticos estudiados del norte del Huila, las mayores representaciones por encima del 87% y más abundantes fueron: Hydropsychidae y Philopotamidae, sin embargo las familias Hydrobiosidae, Calamoceratidae y Hydroptilidae se encontraron en menos de dos ambiente acuático y con las menores abundancias comparadas con el total de estaciones muestreadas (Tabla 39).

7.3.5.1 Familia Hydropsychidae

Familia de distribución mundial, viven en aguas oxigenadas, algunas especies pueden tolerar altos niveles de contaminación, son muy abundante y de amplia distribución. Tienen los tres segmentos torácicos esclerotizados, branquias abdominales y torácicas, cabeza más o menos aplanada, cuero frecuentemente arqueado en forma de “C”, algunos pelos del abdomen muy ensanchados, escamoso (Palma, 2013). Son fácilmente reconocibles por sus branquias ramificadas en el abdomen y su piel densamente cubierta de setas o pelos cortos. Springer (2010) afirma que las especies de Leptonema presentan a menudo un color verde intenso y se encuentran además entre los tricópteros más grandes (tanto las larvas como los adultos).

Tabla 40. Familia Hydropsychidae

	BMWP: 7	Longitud: 12 – 40 mm
	Habito alimenticio:	Colector - Filtrador
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	En áreas de corriente en ríos y quebradas en bosque y en áreas abiertas

Larva

7.3.5.2 Familia Philopotamidae

Tabla 41. Familia Philopotamidae

	BMWP: 9	Longitud: 10 - 12 mm
	Habito alimenticio:	Recolectores y Filtradores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	En rocas y piedras de ríos y quebradas de corriente rápidas a lentas

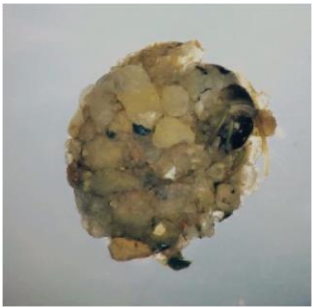
Larva

Familia cosmopolita, es muy común y localmente abundante. Las larvas se caracterizan por tener únicamente el pronoto esclerotizado, la cabeza y el cuerpo alargado, algo arqueado sin branquias y sobre todo por su labro membranoso en forma de “T”, que usan a modo de cepillo para “barrer” el alimento retenido en sus redes, constituido por finas partículas en suspensión. Tejen redes tubulares cerradas por un extremo con forma de dedo de guante, en arroyos claros y rápidos. Las larvas habitan en ríos y quebradas con corrientes, donde se encuentran tanto en piedras como en acumulaciones de hojarasca y se alimentan de materia orgánica fina (Springer, 2010, Palma, 2013).

7.3.5.3 Familia Helicopsychidae

Los Helicopsychidae son fácilmente reconocibles por su casa en forma de caracol. Se les puede encontrar en una amplia variedad de hábitats como en ríos y quebradas, sobre todo encima de piedras y rocas, donde raspan algas de la superficie. La cabeza larval es ovoide con un labro prominente. Los escleritos del pro y metanoto están bien desarrollados, siendo el esclerito metanotal pequeño. Poseen la uña anal con una columna de diente en forma de peine (Palma, 2013). Son comunes en áreas de corriente moderada en ríos de altitudes bajas a medianas. Algunas especies pueden tolerar considerables niveles de contaminación orgánica y temperaturas altas de agua (Flint *et al.*, 1999).

Tabla 42. Familia Helicopsychidae

	BMWP: 8	Longitud: 2 - 6 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	En áreas de corriente de ríos y quebradas; a veces en pozas de ríos con presencia de arena

Larva

7.3.5.4 Familia Polycentropodidae

Las larvas son constructoras de refugios fijos, forman amplias redes de hilos de seda en áreas de poca corriente en forma de trompeta o tubitos de seda debajo de rocas. Larvas con la cabeza más o menos alargada, pronoto esclerotizado y con constricción antes del extremo posterior, o esta parte más angostada que la anterior; cuerpo en forma de “coma” y sin branquias. El abdomen presenta cortos pelos. La larva tiene sólo la cabeza y pronoto esclerotizado, el meso y metanoto membranoso o con placas parcialmente esclerotizadas (Palma, 2013). Sus patrones de manchas en la cabeza las distinguen de casi todas demás larvas de tricópteros. Las larvas se encuentran tanto en hábitats lénticos como lóticos, donde depredan sobre otros invertebrados. La familia es muy diversa y está presente en todas las regiones biogeográficas del mundo. (Flint *et al.*, 1999).

Tabla 43. Familia Polycentropodidae

	BMWP: 9	Longitud: 9 - 23 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	En ambientes lénticos (lagos) y en pozas o áreas de corriente lenta en ríos y quebradas
Larva		

7.3.5.5 Familia Glossosomatidae

Las larvas forman pequeñas casitas de piedritas o granos de arena, y la cargan en forma de concha de tortuga, a menudo con dos huequitos redondos o pequeñas “chimeneas” en su superficie dorsal. Las larvas son anchas, con pronoto esclerotizado; meso y metanoto membranoso o con pequeños escleritos y las patas son aproximadamente de igual tamaño. Abdomen carece de branquias (Palma, 2013).

Bajo condiciones de estrés (p.ej. en caso de recolecta), tienden a abandonar sus casitas, por lo que se podrían confundir con algunos de los tricópteros de vida libre o con larvas de la familia Hydroptilidae por su pequeño tamaño y cuerpo algo engrosado. Sin embargo, se distingue fácilmente de estos últimos por no poseer el meso-y metanoto cubierto totalmente de escleritos, como es el caso en Hydroptilidae. Las larvas de Glossosomatidae se encuentran encima de piedras en ríos y quebradas de aguas limpias, a veces en grandes números, sobre todo en la zona de corriente moderada, donde raspan algas de la superficie pedregosa (Blahnik & Holzenthal, 2008).

Tabla 44. Familia Glossosomatidae

	BMWP: 7	Longitud: 2 - 9 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	En áreas de corriente de ríos y quebradas
Larva		

7.3.5.6 Familia Leptoceridae

Los tricópteros adultos con coloraciones más llamativas y a veces escamas plateadas o doradas. A las larvas de Leptoceridae se les conocen como tricópteros de cuernos largos y se distinguen de todas las demás familias portadoras de casitas, por sus antenas

relativamente largas y bien visibles, al menos 6 veces más largas que anchas; con excepción del género *Atanatolica*. La cabeza raramente tiene antenas cortas. El segundo segmento torácico tiene una placa. Poseen patas muy largas, especialmente las posteriores, fémures divididos, tibia y/o tarso a veces dividido, abdomen con branquias simples (no ramificadas), construyen casas cónicas con materiales diversos, aunque algunos géneros pueden construir casas en forma de cono, tubos, de forma espiral o vivir dentro de palitos (Flint *et al.*, 1999). Las uñas de las patas posteriores nunca presentan forma de filamento, aunque en muchas especies son largas y proyectadas hacia delante. Ampollas laterales del primer segmento abdominal a menudo están cubiertas por un grupo de pequeñas cerdas (Palma, 2013).

Tabla 45. Familia Leptoceridae

	BMWP: 8	Longitud: 7 -19 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores y predadores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina, algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	En la zona de salpique sobre rocas y paredes de cascadas, a menudo entre musgo, vegetación y raíces sumergidas.
Larva		

7.3.5.7 Familia Odontoceridae

Las larvas forman estuches de granitos de arena, no son muy comunes y parecen ser poco abundantes. Son omnívoras y viven en quebradas, en áreas de la orilla con corriente lenta o en posas; algunas se entierran en el fondo arenoso y unas pocas están asociadas con cascadas y cataratas. (Flint *et al.*, 1999).

Tabla 46. Familia Odontoceridae

	BMWP: 10	Longitud: 7 - 16 mm
	Habito alimenticio:	Coletores y Filtradores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina (MOPF)
	Hábitat:	En áreas tranquilas de ríos y quebradas con fondo arenoso
Larva		

7.3.5.8 Familia Hydrobiosidae

Las larvas son de vida libre, no construyen capullos y se alimentan de otros organismos acuáticos, por lo que poseen el primer par de patas queladas adaptadas para agarrar sus presas, posee propodios anales largos, libres y bien desarrollados. Branquias ausentes (Bouchard, 2004). La cabeza y el tórax de las larvas pueden presentar diferentes coloraciones y patrones de manchas, aparentemente característicos para las distintas especies. La pupa se forma dentro de un capullo de seda de color oscuro, en un refugio de piedritas pegado al sustrato (Springer, 2010).

Tabla 47. Familia Hydrobiosidae

	BMWP: 9	Longitud: 11 - 25 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos
	Hábitat:	Vegetación acuática, rocas y piedras.
Larva		

7.3.5.9 Familia Calamoceratidae

Esta familia es cosmopolita, son fácilmente distinguibles de cualquier otro tricóptero por sus estuches hechos de pedacitos de hojas, aplanados dorso-ventralmente. Una característica típica de las larvas de esta familia son las esquinas anterior laterales puntiagudas y alargadas hacia adelante, además tiene el labro con una hilera transversal de más de 14 pelos (Palma, 2013). Se alimentan de hojarasca en descomposición y pueden llegar a ser bastante abundantes localmente, especialmente en las pozas de las orillas de ríos y quebradas en áreas boscosas (Springer, 2010).

Tabla 48. Familia Calamoceratidae

	BMWP: 10	Longitud: 9 - 25 mm
	Habito alimenticio:	Colector
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	En quebradas de corriente lenta, en bosque, con fondo arenoso
Larva		

7.3.5.10 Familia Hydroptilidae

Los llamados “microtricópteros”, por su pequeño tamaño. una particularidad de la familia es la “hipermetamorfosis”, lo cual quiere decir que las larvas pasan las primeras etapas muy rápido y de vida libre, mientras que el último (cuarto) estadio es el que construye la casita o refugio y su abdomen se engorda (Wiggins, 1996).

Las larvas son muy variables en su morfología, aunque todas poseen los tres segmentos toracales esclerotizados y carecen de branquias. La construcción de sus refugios o casitas también es altamente variable entre géneros, desde refugios de seda planos, fuertemente pegadas al sustrato, hasta casitas portátiles de seda pura, granitos de arena, valvas de diatomeas, algas filamentosas, pedacitos de hojas de musgo u otro material vegetal. Las casas a menudo son aplanadas lateralmente y poseen aperturas por ambos lados, de tal forma que la larva puede dar vuelta dentro de su casa y movilizarse en ambas direcciones (Flint *et al.*, 1994, Springer, 2010).

Tabla 49. Familia Hydroptilidae

	BMWP: 7	Longitud: 2 - 6 mm
	Habito alimenticio:	Pueden ser raspadores
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetación acuática, Rocas y piedras, en ambientes lénticos y lóticos

Larva

7.3.6 Orden Hemiptera

La mayoría de los Hemiptera no están asociados a los hábitats acuáticos. Aquellos hemípteros que son acuáticos se caracterizan porque tanto las larvas como los adultos ocupan el mismo hábitat. Pueden ser divididos en dos grupos dependiendo del largo de sus antenas y del tipo de hábitat que prefieren: los de antenas largas por lo general se les encuentra en la superficie del agua “patinando”, mientras que los de antenas cortas viven en la columna de agua nadando y cazando otros organismos para alimentarse (Merrit & Cummins, 1996).

Se colectaron 6 familias diferentes, entre las más representativas en todos los ambientes acuáticos estudiados y con mejor abundancia fueron los Veliidae, Naucorida y Gerridae respectivamente, de igual forma la familia del orden hemiptera que menos presencia se encontró fue Hydrometridae con un 0.007 de abundancia relativa (Tabla 50).

Tabla 50. Representatividad y abundancia relativa del orden Hemíptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
HEMIPTERA	Veliidae	100,0%	16,794
	Naucoridae	100,0%	3,582
	Gerridae	87,5%	2,562
	Notonectidae	62,5%	0,201
	Belostomatidae	50,0%	0,024
	Hydrometridae	12,5%	0,007

7.3.6.1 Familia Veliidae

Las antenas son más largas que la cabeza, sus garras son preapicales, fémur posterior es corto, el dorso de la cabeza por lo general tiene una franja. Son depredadores que se alimentan principalmente de mosquitos y otros insectos. Su comportamiento es gregario.

Tabla 51. Familia Veliidae

	BMWP: 8	Longitud: 4- 6 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Superficie de ambientes acuáticos, de poca corriente o nula.
Adulto		

7.3.6.2 Familia Naucoridae

Tabla 52. Familia Naucoridae

	BMWP: 7	Longitud: 5 -19 mm
	Habito alimenticio:	Pueden ser Predadores
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos.
	Hábitat:	Hojarasca, Rocas y piedras
Adulto		

Son depredadores que se encuentran en una variedad de hábitats acuáticos, aunque lo más probable es encontrarlo en aguas tranquilas. Se caracterizan por poseer patas

delanteras rapaces para la caza y explotación de sus presas, sus antenas, las cuales son pequeñas y, a veces difíciles de encontrar, se encuentran bajo el ojo, poseen un pico de 3-4 segmentos cilíndricos

7.3.6.3 Familia Gerridae

Se les conoce como guerridos, zapateros o patinadores, se encuentran sobre la superficie del agua y viven en casi cualquier ambiente, aunque mayormente se les encuentra en aguas de poca corriente o zonas de remansos en los ambientes lóticos. Como son insectos solo tienen seis patas, pero al verlos tienen cierta semejanza a una araña que camina sobre el agua. Se caracterizan por tener un cuerpo delgado, antenas y patas largas, el fémur posterior se extiende más allá de la porción terminal del abdomen y al final de cada pata poseen una uña. Tanto los adultos como las larvas respiran oxígeno atmosférico. Los Gerridos emplean sus patas delanteras para atrapar a su presa (Bouchard, 2004).

Tabla 53. Familia Gerridae

	BMWP: 8	Longitud: 8 - 25 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Superficie y zonas de remansos en ambientes lóticos
Larva		

7.3.6.4 Familia Notonectidae

Tabla 54. Familia Notonectidae

	BMWP: 7	Longitud: 5 – 16 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Nadan libremente en la columna de agua de los ambientes acuáticos.
Adulto		

Los notonéctidos o nadadores de espalda, se les encuentran nadando en la columna de agua principalmente en ambiente donde las aguas tienen poca corriente. Por eso su coloración se ha adaptado a este cambio de posición en la natación y el vientre es castaño oscuro, mientras el lado dorsal que da hacia abajo es blanquecino. Se caracterizan por que tienen antenas más cortas que la cabeza, su boca tiene un estilete o pico vistoso de tres o cuatro segmentos, cilíndrico que llega a la base de la pata delantera, las patas traseras

tienen pelos natatorios, las patas delanteras tienen dos garras apicales y el cuerpo es ovalado y cilíndrico. Respiran mediante una burbuja adosada en la parte ventral del abdomen y bajo sus alas (Palma, 2013)

7.3.6.5 Familia Belostomatidae

Son los chinches acuáticos gigantes, Se les encuentra nadando en la columna de agua y viven en principalmente en ambientes donde las aguas tienen poca o nula corriente (lagos, pozas), siendo muy poco frecuentes en ríos. Frecuentemente están asociados a la vegetación. Se caracterizan por que tienen un gran tamaño, antenas más cortas que la cabeza, un cuerpo ovalado y deprimido (aplastado), tienen patas delanteras rapaces para capturar presas y además su boca tiene un estilete vistoso y con 3 o 4 segmentos. La parte membranosa del ala posee venas bien visibles y tienen además un apéndice terminal corto y retráctil, que le ayuda en la respiración. Estos insectos son voraces depredadores y se les ha observado capturando y alimentándose de peces pequeños (Rosenber & Resh, 1993).

Tabla 55. Familia Belostomatidae

	BMWP: 5	Longitud: 20 - 45 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animal vivos
	Hábitat:	Vegetación, orillas de ríos y zonas de remanso.
Adulto		

7.3.6.6 Familia Hydrometridae

Tabla 56. Familia Hydrometridae

	BMWP: 4	Longitud: >25 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Superficie y zonas de remansos en ambientes lóticos
Adulto		

Comúnmente se observan en la superficie del agua o plantas acuáticas, con presencia de vegetación. Se caracterizan por presentar su cuerpo bastante delgado y de color café. Las antenas se insertan por delante de los ojos y son más largos que la cabeza, las garras

insertadas en la punta de los tarsos, la cabeza es tan larga o más larga que la longitud del pronoto y escutelo combinado.

7.3.7 Orden Lepidoptera

Solo se capturaron 2 familias de mariposas, la más abundante y con mayor presencia en los ambientes acuáticos estudiados fue Pyralidae, en comparación con la otra familia reportada: Cossidae, que se encontraron en 2 localidades, en el río Neiva y Quebrada El Arenoso (Tabla 57).

Tabla 57. Representatividad y abundancia relativa del orden Lepidoptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
LEPIDOPTERA	Pyralidae	87,5%	0,906
	Cossidae	25,0%	0,007

7.3.7.1 Familia Pyralidae

Las larvas tienen cuerpo largo y cilíndrico; muestran una porción cefálica claramente diferenciada; esta presenta dos cortas antenas y dos anillos laterales de ojos simples (stemmata), las partes bucales están adaptadas para la masticación y así sus mandíbulas están en posición opuesta entre sí. La cabeza posee un órgano especializado en la producción de seda. Las larvas poseen tres pares de patas torácicas y cinco pares de propatas carnosas en los segmentos abdominales 3, 4, 5, 6 y 10; siendo provistos cada uno de ellas con series de diminutos ganchitos ("crochets").

Tabla 58. Familia Pyralidae

	BMWP: 5	Longitud: 3 - 75 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetación emergente; ambientes lóticos y lénticos, sobre fondos rocosos.

Larva

En algunas especies se presentan agallas (branquias) respiratorias filamentosas en muchos de los segmentos torácicos y abdominales, pero en otras especies pueden faltar. La metamorfosis de estas larvas implica por lo general entre cinco y siete estadios larvales; aunque en algunas especies el número de mudas es variable e indefinido. La pupa presenta sus apéndices fijos al cuerpo (pupa de tipo obtecta) y puede o no desarrollarse dentro de un capullo, tardando menos de un mes en dar origen la fase adulta. Las aberturas

espiraculares de la pupa en el tercer y cuarto segmentos, son notorias y se presenta en el segmento terminal del abdomen una estructura similar a un gancho (cremaster), que sirve para anclar la pupa al sustrato (Williams & Feltmate 1992, McCafferty, 1998).

7.3.7.2 Familia Cossidae

Según Solís (2008) asegura que esta familia de mariposa pueden encontrarse asociadas al agua, pero no poseen la capacidad de sumergirse bajo el agua como la familia Pyralidae (Mey & Speidel, 2008).

Tabla 59. Familia Cossidae

	BMWP: 7	Longitud: 5 - 60 mm
	Habito alimenticio:	Raspador
	Tipo de alimento:	Algas y biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	
Larva		

7.3.8 Orden Plecóptera

La única familia que se capturó de este grupo fue Perlidae, encontrándose en la mitad de los 8 ambientes acuáticos estudiados, con un abundancia relativa de 0.29%, como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Representatividad y abundancia relativa del orden Plecoptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
PLECOPTERA	Perlidae	50,0%	0,292

7.3.8.1 Familia Perlidae

Las moscas de las piedras viven en casi ambientes oxigenados y de aguas frías, y se les encuentra en sectores de escorrentía. Se caracterizan por que las larvas son muy quitinizadas y quebradizas. Tienen traqueobranquias en forma de mechón insertas en la región torácica, entre los apéndices locomotores y en la base de éstos. Piezas de la armadura bucal de tipo hognato, con glosas muy desarrolladas al igual que el resto de las estructuras (Palma, 2013)

Tabla 61. Familia Perlidae

	BMWP: 10	Longitud: 15 - 35 mm
	Habito alimenticio:	Pueden ser predadores
	Tipo de alimento:	Tejidos de animales vivos
	Hábitat:	Rocas y piedras
Larva		

7.3.9 Orden Neuroptera

La única familia que se encontró fue Corydalidae, con un 87.5% de presencia en los 8 ambientes acuáticos estudiados y una abundancia relativa correspondiente a 1.02%, como se observa en la Tabla 62.

Tabla 62. Representatividad y abundancia relativa del orden Neuroptera en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
NEUROPTERA	Corydalidae	87,5%	1,024

7.3.9.1 Familia Corydalidae

De gran tamaño, por lo general de color amarillento grisáceo o castaño. Presentan ocelos y el cuarto segmento tarsal cilíndrico. Las larvas presentan 8 pares de filamentos laterales en el abdomen con un penacho de branquias accesorias en los primeros 7 segmentos y con falsas patas en el extremo. Se les encuentra asociados a aguas relativamente corrientes, bajo rocas y piedras.

Tabla 63. Familia Corydalidae

	BMWP: 6	Longitud: 25 - 90 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Rocas y piedras
Larva		

7.3.10 Orden Basommatophora

Entre los gasterópodos basomatóforos se registraron 4 familias en el norte del Huila, la familia que presentó más registros fue Physidae (87.5%), mientras la más abundante fue Thiaridae con 6.12%, por el contrario la menor representación en abundancia fue Planorbidae con 0.417 (Tabla 64).

Tabla 64. Representatividad y abundancia relativa del orden Basommatophora en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
BASOMMATOPHORA	Thiaridae	62,5%	6,120
	Physidae	87,5%	1,024
	Lymnaeidae	37,5%	0,778
	Planorbidae	62,5%	0,417

7.3.10.1 Familia Thiaridae

Concha univalva, cónica, de tamaño variado, de color café oscuro, marrón o negro y bandas rojizas. Espira prolongada y puntiaguda, espirales redondeadas. Obertura subromboidal, prologándose en un canal corto y es un tercio de su longitud (Reinoso, *et al.*, 2008)

Tabla 65. Familia Thiaridae

	BMWP: 5	Longitud: 10 - 23 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores y Colectores.
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina (MOPF) y Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetacion, sedimentos, rocas y piedras
Adulto		

7.3.10.2 Familia Physidae

Las conchas son ovaladas, delgadas y sinostrogiras. La longitud puede ser de 9,40 mm a 12,9 mm de largo y 5,10 mm a 6,8 mm de ancho. La esira es muy aguda y el periostraco es liso, brillante y de color café-amarillo, con una mancha verde.

Se encuentran en todo tipo de aguas, pero con preferencia en aguas contaminadas (Roldán-Pérez, 2003), son más resistentes a la contaminación que los limneidos (Roldán-Pérez, 1988). Se adhieren a vegetación emergente, son herbívoros, se ubican en sitios con restos orgánicos (Carrillo, 2002).

Tabla 66. Familia Physidae

	BMWP: 3	Longitud: 9.4 – 12.9 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetación acuática, rocas y piedras
Adulto		

7.3.10.3 Familia Lymnaeidae

Concha cónica, dextrógira y sin opérculo, la forma es en espiral y alargada, la conchilla presenta una espiralación helicoidal y son frágiles. La longitud es de 9,40 mm de alto y 4,30 mm de ancho y son de color café claro. El periostraco es liso. La espira es más o menos larga. El ápex no está inmerso (CORTOLIMA, 2009).

Tabla 67. Familia Lymnaeidae

	BMWP: 4	Longitud: 5 - 16 mm
	Habito alimenticio:	Raspadores
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetación acuática, Rocas y piedras
Adulto		

7.3.10.4 Familia Planorbidae**Tabla 68.** Familia Planorbidae

	BMWP: 5	Longitud: 5 - 16 mm de diámetro
	Habito alimenticio:	Raspadores
	Tipo de alimento:	Algas y Biopelículas adheridas a las piedras
	Hábitat:	Vegetación acuática, rocas y piedras
Adulto		

Presentan una conchilla planiespiral, son de color café claro y translúcida. Ápex inmerso; las vueltas aumentan rápidamente de diámetro. Viven en aguas tranquilas y de curso lento,

resisten cierto grado de contaminación (Roldán-Pérez, 1996), se encuentran adheridos a vegetación emergente, son herbívoros y cosmopolitas (Carrillo, 2002).

7.3.11 Orden Unionoida y Verenoida

Pertenece a la clase de los Bivalvos, conocida como las almejas de agua dulce, pueden ser encontrados en casi cualquier hábitat. Viven en fondos limosos, limoarenosos, excepcionalmente introducidos en tosca y con un régimen nutricio filtrador. Se les encuentra enterrados en sustratos blandos (arena) pudiendo tener distintos tamaños. En el Huila están representados por dos familias: Hyriidae y Sphaeriidae, con un porcentaje de abundancia de 0.028 y 0.024 respectivamente (Tabla 69).

Tabla 69. Representatividad y abundancia relativa del orden Unionoida y Verenoida en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
UNIONOIDA	Hyriidae	25,0%	0,028
VERENOIDA	Sphaeriidae	12,5%	0,024

Diversos estudios señalan el importante rol que cumplen las almejas de agua dulce en los ecosistemas naturales (Anthony & Downing, 2001). Cumplen un papel importante como recicladores de materia orgánica en los ecosistemas acuáticos (Semenas & Brugni, 2002), son muy eficientes como bombeadores (Kryger & Riigard, 1988) y filtradores (Hebert *et al.*, 1991 y Turick *et al.*, 1988).

7.3.11.1 Familia Hyriidae

Tabla 70. Familia Hyriidae

	BMWP: 6	Longitud: 1 - 10 mm
	Habito alimenticio:	Filtrador
	Tipo de alimento:	Material orgánica particulada fino
	Hábitat:	Arena, sedimentos, rocas y piedras
Adulto		

7.3.11.2 Familia Sphaeriidae

Tabla 71. Familia Sphaeriidae

	BMWP: 4	Longitud: 2 - 12 mm
	Habito alimenticio:	Filtradores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina
	Hábitat:	Arena, sedimentos, rocas y piedras
Adulto		

7.3.12 Orden Haplotaxida

Los gusanos acuáticos generalmente largos, con cuerpo segmentado y fino, a simple vista se ven muy similares a las lombrices de tierra. Viven comúnmente en aguas tranquilas. Se les encontró en buenas cantidades donde se evidencio sedimentos suaves y presencia de materia orgánica como en el río Neiva, río Fortalecillas y Quebrada La Jabonera, reportando una abundancia relativa de 1,44% (Tabla 72).

Tabla 72. Representatividad y abundancia relativa del orden Haplotaxida en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
HAPLOTAXIDA	Tubificidae	87,5%	1,441

7.3.12.1 Familia Tubificidae

Se caracteriza por tener haces dorsales con pelos y setas dorsales bífidas o pectinadas, variando en número y forma. Algunos individuos se desplazan arrastrándose sobre el suelo. Viven tanto en aguas corrientes como quietas en el fondo, restos de plantas y vegetación (Roldán-Pérez, 1988).

Tabla 73. Familia Tubificidae

	BMWP: 1	Longitud: 1 - 30 mm
	Habito alimenticio:	Coletores
	Tipo de alimento:	Materia orgánica particulada fina (MOPF)
	Hábitat:	Sedimentos, fango con abundante detritus
Larva		

7.3.13 Orden Tricladida

Las planarias viven en el fondo de las rocas o sobre hojas esparcidas, su cuerpo es plano, sin segmentos y pueden parecer una flecha. Tienen dos ojos bien visibles y generalmente son de color oscuro. Aunque se pueden encontrar en cualquier hábitat, en el norte del Huila se encontró una baja representatividad (25%) con un 0,21% de abundancia (Tabla 74), encontrándose en las quebradas La Jabonera y El Neme. En el Huila, el género más común es *Dugesia sp.*

Tabla 74. Representatividad y abundancia relativa del orden Tricladida en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
TRICLADIDA	Planariidae	25,0%	0,201

7.3.13.1 Familia Planariidae

Tabla 75. Familia Planariidae



Adulto

BMWP: 7

Longitud: 1 - 30 mm

Habito alimenticio:

Pueden ser predadoras

Tipo de alimento:

Tejidos de animales vivos

Hábitat:

Hojarasca, Rocas y piedras

7.3.14 Orden Glossiphoniiformes

Las sanguijuelas se encontraron en el 50% de los cuerpos de agua estudiados, con una abundancia relativa de 0,32% (Tabla 76), los lugares donde se ubicaron estos organismos se caracterizan por ser aguas tranquilas y zonas estancadas del río Fortalecillas, quebrada La Jagua y el Arenoso, no obstante algunas se hallaron en aguas poco corrientes del río Baché. Se les localizó entre la vegetación, adheridas a piedras o en otros sustratos sólidos.

Tabla 76. Representatividad y abundancia relativa del orden Glossiphoniiformes en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
GLOSSIPHONIIFORMES	Glossiphoniidae	50,0%	0,323

7.3.14.1 Familia Glossiphoniidae

Su cuerpo es aplastado, de tamaño menor a cinco centímetros. Posee una ventosa en forma de disco en uno de sus extremos, pudiendo tener dos (uno en cada extremo). Si bien se les conoce como “chupa sangre”, los que encontramos en aguas continentales se alimentan de los fluidos de pequeños invertebrados principalmente. Solo unas pocas se alimentan de mamíferos (entre ellos el hombre) (Palma, 2013).

Tabla 77. Familia Glossiphoniidae

	BMWP: 3	Longitud: Menor a 5 cm
	Habito alimenticio:	Predador, parasito
	Tipo de alimento:	Fluidos de animales vivos
	Hábitat:	Adheridos a vegetación, piedras y rocas.
Adulto		

7.3.15 Orden Acari

Son comúnmente conocidos como los ácaros, se encontraron solo 2 individuos en total en las quebradas La Jabonera y La Jagua, constituyendo únicamente el 0,007% de abundancia del total de organismos encontrados en el norte del Huila (Tabla 78).

Tabla 78. Representatividad y abundancia relativa del orden Acari en el norte del Huila

Orden	Familia	Representatividad	% Ab
ACARI	Hydrachnidae	25,0%	0,007

7.3.15.1 Familia Hydrachnidae

Poseen 8 patas y un cuerpo globoso, no poseen antenas. Su tamaño es muy pequeño, entre 1 y 7 mm. Hydracarina es el grupo de ácaros que comúnmente se pueden encontrar en la columna de agua. Viven asociados a cuerpos lénticos de agua (con poco movimiento) como humedales, lagos y pozas. En general los ácaros han colonizado todos los ambientes y se les puede encontrar casi en cualquier parte (Palma, 2013).

Tabla 79. Familia Hydrachnidae

	BMWP: 5	Longitud: 1 - 7 mm
	Habito alimenticio:	Predador
	Tipo de alimento:	Tejido de animales vivos
	Hábitat:	Generalmente en cuerpos lénticos o zonas de remanso.
Adulto		

8 CONCLUSIONES

El conocimiento de la comunidad de invertebrados acuáticos y la determinación de algunas características ecológicas se reconocen como una herramienta válida de gestión ecológica y ambiental, tanto a nivel taxonómico y de bioindicación, como en procesos de sensibilización ambiental.

Los organismos acuáticos hallados, muestran una diversidad de organismos existente y adaptada a condiciones de funcionamiento de los ambientes acuáticos del norte del Huila. Mediante la determinación taxonómica es significativo el registro de 58 familias encontradas. Este resultado muestra la riqueza de estos organismos en la región, lo mismo que su diversidad que es de suponer que es mayor a nivel de géneros y de especies.

De estos invertebrados, para el orden Díptera se reporta por primera vez la familia Syrphidae que se colectó en la parte baja de la microcuenca la Jabonera y que se encuentra en una zona de alta contaminación orgánica.

Los órdenes Hemiptera, Trichoptera, Diptera y Ephemeroptera fueron los grupos taxonómicos más abundantes, sin embargo el que presentó mayor riqueza de familias (10) en el estudio fue Coleóptera. Esta investigación junto con los indicadores bióticos, fotografías de cada familia y aspectos ecológicos mostrados en los resultados, permiten un avance en la identificación y ampliación en el conocimiento de la fauna de macroinvertebrados del norte del Huila.

La taxonomía de algunos grupos no es bien conocida y detallada en Colombia y mucho más en nuestra región, como en el orden de los Oligoquetos, Gasterópodos y Dípteros, esto dificulta el análisis en estudios ecológicos, pues aunque se conoce la importancia de la comunidad de macroinvertebrados por su potencial bioindicador de la calidad del agua y como componente del sistema acuático, la desconfianza que genera en sus valores de tolerancia hace que algunos estudios no sean confiables al notar fallas en la determinación taxonómica de los organismos.

Con esta investigación se amplía el conocimiento de los macroinvertebrados acuáticos de Colombia y en especial de las cuencas hidrográficas del Huila, información relevante para estudios ecológicos a nivel específico

9 RECOMENDACIONES

Al crear la línea base de los Macroinvertebrados del Huila, se pretende que se inicien a realizar estudios específicos en la taxonomía de cada familia reportada, donde se evalúe la diversidad de las especies y su distribución en el departamento, con el fin de llegar a conocer en detalle las características de cada organismo y que se amplíe la información sobre la taxonomía y distribución geográfica de las especies, que se desconocen actualmente.

No solo hay que fortalecer las líneas de investigación frente a los diferentes grupos taxonómicos de macroinvertebrados del Huila, sino que también es necesario aunar esfuerzos para generar nuevas interpretaciones de cómo y de qué manera se está afectando los hábitats acuáticos, pues sin lugar a dudas eso refleja la estructura y composición de las comunidades de organismos que se encuentran.

El aumento e intensidad de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas acuáticos deben generar procesos de análisis del riesgo sobre las comunidades bióticas involucradas, por ello, es necesario que se realicen más estudios ecológicos, pues son muy pocos los que existen en el Huila y muchos de ellos no se publican en revistas científicas, para ello hay que hacer más caracterización de las comunidades de organismos, pues en el momento que se tengan tipificadas las comunidades y se conozca que especies las conforman, sin lugar a duda se tendrá una información lo suficientemente robusta y fiable para tomar acciones directas frente a las problemáticas locales y desde luego, proyectarlas en un escenario regional

10 BIBLIOGRAFÍA

- Abel, P. D. (1989). *Water pollution biology* (Vol. 1). Chichester: Ellis Horwood.
- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados Acuáticos y la Calidad de las Aguas de los Ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), 84-95.
- Alba-Tercedor, J., & Sánchez-Ortega, A. (1988). Un Método rápido y simple para evaluar la calidad de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4, 51-56.
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3), 38-49.
- Álvarez, L. F. (2006). Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto Alexander von Humboldt, en proceso de publicación.
- Amat-García, G., Amat-García, E., Andrade-C, G., & Rodríguez-Mahecha, J. (2007). Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. Conservación Internacional Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. (G. Amat-García, E. Amat-García, G. Andrade-C, & J. Rodríguez-Mahecha, Edits.) Bogotá. D.C., Colombia.
- Andrade-C, G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Academia Colombiana de Ciencias*, 35(137), 491-507.
- Anthony, J.L. & J.A. Downing. (2001). Exploitation trajectory of a declining fauna: a century of freshwater mussel fisheries in North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 2071 - 2090.
- Azrina, M. Z., Yap, C. K., Ismail, A. R., Ismail, A., & Tan, S. G. (2006). Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River. *Ecotoxicology and environmental safety*, 64(3), 337-347.
- Blahnik, R.J. & R.W. Holzenthal. (2008). Revision of the Mexican and Central american species of *Mortoniella* (Trichoptera: Glossosomatidae: protoptilinae). *Zootaxa* 1711: 1-72.
- Bouchard, R.W. (2004). *Guide to aquatic invertebrates of the upper Midwest*. University of Minnesota.
- CARRILLO, D. (2002). Aspectos bioecológicos de los macroinvertebrados en el embalse de Hidroprado, departamento del Tolima. Trabajo de grado (Biólogo). Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué
- Corporación del Alto Magdalena (CAM). (2003). Valoración ambiental del oriente urbano de ciudad de Neiva.
- CORTOLIMA. (2009). Plan de ordenación y manejo de la Cuenca hidrográfica mayor del río Totare, convenio CORTOLIMA, CORPOICA, SENA y Universidad del Tolima. Consultado Agosto 16 de 2017, en: <http://www.cortolima.gov.co/contenido/fase-ii-diagnostico-totare>

- Chang, F. H., Lawrence, J. E., Rios-Touma, B., & Resh, V. H. (2014). Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. *Environmental monitoring and assessment*, 186(4), 2135-2149.
- Cirujano, S., O, Soriano, J. Velasco, A. García-Valdecasas, M. Álvarez Cobelas & M. Moreno. (2003). Estudio de la flora acuática y la fauna bentónica y nectónica del Parque Periférico de Salburua (Vitoria). Centro de Estudios Ambientales, Ingurugiro Galetarako Ikastegia. Vitoria-Gasteiz.
- Cruz H. Luz A. y Gutiérrez Q. Santiago. (2010) Estudio de Reconocimiento de la Cuenca de la Quebrada La Jabonera como Ecosistema Estratégico para el Oriente de la ciudad de Neiva. Informe. 15 p.
- Cruz, J., Triana, G., Serrano, K., & Gutiérrez, S. (2015). Uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la microcuenca La Jagua. Fortalecillas. Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental, Corporación Universitaria del Huila, Neiva.
- De Pauw, N., & Hawkes, H. A. (1993). Biological monitoring of water quality. (J. Walley, & S. Judd, Edits.) Aston, United Kingdom: Aston University.
- Domínguez, E. y H.R. Fernández, (2001). Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos
- ECOPETROL & USCO, U. (2000). Caracterización y evaluación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en la Concesión Neiva 540. Neiva.
- Epler, J. H. (2010). The Water Beetles of Florida-an identification manual for the families Chrysomelidae, Curculionidae, Dryopidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Helophoridae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae and Scirtidae. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, FL, 399.
- Figueroa, R., C. Valdovinos, E. Araya & O. Parra. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76 (2): 275-285.
- Flint, O.S., R.W. Holzenthal & S.C. Harris. 1999. Catalog of the Neotropical caddisflies (insecta: Trichoptera). Ohio Biological Survey, Ohio, EEUU.
- Frank, J.H. (1997). Staphylinidae. In: Solís, A. (ed.) Las Familias de insectos de Costa Rica. INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto54.html>
- Flowers, R. W., & De La Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93.
- García, M. (1999). Diagnóstico y plan de manejo integral de la Microcuenca de la quebrada "Guayabal" municipios de Neiva y Palermo. Trabajo de Grado, Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, Neiva.
- Gutiérrez, S., Alarcón, S., Aristizabal, M., Vargas, J., Cruz, J., Castañeda, M., *et al.*,. (2014). Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la microcuenca La Jabonera. Investigación semillero MACU, Corporación Universitaria del Huila, Neiva.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.

- Hawkes, H. A. (1998). Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water*, 32, 964-968.
- Hellawell, J. M. (2012). *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. England: Springer Science & Business Media.
- Hebert, P.T., C. Wilson., M.H.Murdoch & R.Lazar. (1991). Demography and ecological impacts of the invading mollusk, *Dreissenia polymorpha*. *Can. J. Zool.* 69: 405-409.
- Holdrige, Leslie R. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 216 p.
- Hulbert, S.H. y A. Villalobos-Figueroa. (1982). *Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies*.
- INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2017), Catálogo Paleontológico. Disponible en <http://intranet2.ingemmet.gob.pe:85/fosilcgperu/inicio.aspx>
- Instituto Mi Río. (1997). *Aspecto Biológico y Físicoquímico del río Medellín (Vol. 1)*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ivie, M. A. (2002). 49. *Ptilodactylidae* Laporte 1836. *American Beetles*, 2, 135-138.
- IUCN, (2017). *The IUCN Red list of threatened Species*. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de <http://www.iucnredlist.org/>
- Jerez, V., & Moroni, J. (2006). Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. *Gayana (Concepción)*, 70(1), 72-81.
- Klimaszewski, J., & Watt, J. C. (1997). *Coleoptera: family-group review and keys to identification*. *Fauna of New Zealand*, 37.
- Kryger, J. & H.U. Riisgard. (1988). Filtration rate capacities in 6 species of European freshwater bivalves. *Oecologia* 77: 34-38.
- Ladera, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los ríos. *Paginas de Información Ambiental*, 25-29.
- Laws, E. A. (2017). *Aquatic pollution: an introductory text (Vol. 4)*. Los Angeles: John Wiley & Sons.
- León, V. (2014). *Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad biológica del agua en la microcuenca de la quebrada Los Micos*. Tesis de Maestría (Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos), Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- León, V., & Sánchez, M. (2004). Evaluación de contaminantes ambientales y caracterización de comunidades acuáticas en el río Baché. *Ingeniería y Región*, 3, 8-18.
- Liévano León, A., & Ospina Torres, R. (2007). *Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón (Primera ed.)*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Universidad El Bosque e Instituto Alexander von Humboldt. 130 p.
- MADS, M., & PNUD, P. (2014). *V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Bogotá, D.C.
- McCafferty, W.P. (1998). *Aquatic Entomology: The Fisherman's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Chapter 15: Aquatic Caterpillars (Order Lepidoptera). Jones & Bartlett Publishers Inc. Sudbury, MA. p. 448.
- Medina, J., Castrillón, W., & Gutiérrez, S. (2017). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en los ríos: Frío, Fortalecillas, Baché Y Arenoso, zona norte del

- departamento del Huila. Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental, Corporación Universitaria del Huila, Neiva.
- Merrit R.W. & K.W. Cummins. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, IA.
- Molineri, C. (2010). Las especies de Leptohyphidae (Ephemeroptera) de las yungas de Argentina y Bolivia: diagnosis, distribución y claves. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 233-252.
- Olaya A, Fierro A, Araujo M, (2008). Nacederos, Reservorios y Bosques de Guadua. Universidad Surcolombiana, Neiva – Colombia. 246 p.
- Olaya, A., & Sánchez, M. (2005). Del Macizo Colombiano al desierto de la Tatacoa: la ruta del río Magdalena en el Huila (Vol. 1). (A. Olaya, & M. Sánchez, Edits.) Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Palma A. (2013). Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. 122 pp.
- Pan, B. Z., Wang, H. Z., Pusch, M. T., & Wang, H. J. (2015). Macroinvertebrate responses to regime shifts caused by eutrophication in subtropical shallow lakes. *Freshwater Science*, 34(3), 942-952.
- Perkins, P.D. 1980. Aquatic beetles of the Family Hydraenidae in the Western Hemisphere: Classification, Biogeography and inferred Phylogeny (Insecta: Coleoptera). *Quaestiones Entomologicae* 16: 1-554.
- Planeación Municipal de Campoalegre. (1999). Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Campoalegre, Huila: Alcaldía de Campoalegre.
- PNUD, P. (2011). Colombia rural. Razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano. Bogotá, D.C.
- Poveda, G. (2004). La Hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala interdecadal hasta la escala diurna. *Academia Colombiana Ciencias*, 28(107), 201-222.
- Reinoso, G., Carranza, X., Gutiérrez, C., López, E. & Vasquez, J. (2008). Macroinvertebrados Acuáticos. In G. Reinoso, F. Villa, J. Garcia, M. Vejarano & H. Esquivel (Eds.), *Biodiversidad Faunística y Florística de la 79 Cuenca del Río Lagunilla - Biodiversidad Regional Fase IV*. Ibagué (Tolima): Universidad del Tolima.
- Reinoso, G., Villa, F., Esquivel, H.E., García-Melo, J.E., Vejarano-Delgado, M.A. (2008). Biodiversidad faunística y florística de la cuenca del río Lagunillas - Biodiversidad regional Fase IV. Informe Técnico. Cortolima - Universidad del Tolima. 965 p.
- Roldán-Pérez, G. (1988). Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. (Vol. 1). Bogotá, Colombia: Colciencias-Universidad de Antioquia.
- Roldán-Pérez, G. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical (Vol. 1). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán-Pérez, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Medellín: Universidad de Antioquia. Colombia. 170.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40(155), 254-274.

- Ruppert, E. E., & Barnes, R. D. (1994). Invertebrate Zoology (No. 592 BAR). Fort Worth: Saunders College Publishing.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, pp 19-27, 82-103, 104-107.
- Semenas L & Brugni N. (2002). Características poblacionales y ciclo de vida de *Diplodon chilensis* (d'Orbigny, 1835) (Hyriidae, Bivalvia) en el lago Gutiérrez (Patagonia, Argentina). Ecología Austral, 12: 29–40
- SIB. (2016). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Recuperado el 20 de Julio de 2017, de <https://s3.amazonaws.com/sib-resources/Docs/biocifras-2016.pdf>
- Springer, M. (2010). Capítulo 7: Trichoptera. Revista de Biología Tropical, 58, 151-198.
- Slack, K., Averett, R. C., Greeson, P. E., & Lipscomb, R. (1973). Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples. 1(5), 1-165.
- Snow, J. W. (1976). The climate of northern South America. Climates of Central and South America, 295-403.
- Stepenuck, K. (2010). Wisconsin's Citizen-Based Water Monitoring Network. Environmental Resources Center, Madison, WI.
- Suess, M. J. (1982). Examination of water for pollution control. A reference handbook (Vol. 3). Pergamoun.
- Turick, C.E., A.J. Sexstone & G.K. Bissonnette.(1988). Freshwater mussel as monitors of bacteriological water quality. Water air Soil Pollut. 40(3-4): 449-460.
- Vera-Palacios, M. 2007. Ephemeroptera (Insecta) en la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile). 35: 35-43
- Williams, D.D. & B.W. Feltmate. (1992). Aquatic Insects. CAB International. Wallingford, Oxon, U.K. p. 360.
- Woodley, N. E. (2001). A World Catalog of the Stratiomyidae (Insecta: Diptera). Myia 11: 1-473. Backhuys Publishers, Leiden
- Zamora-Muñoz, C., Sáinz Cantero, C. E., Sánchez Ortega, A., & Alba-Tercedor, J. (1995). Are Biological Indices BMWP' and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variations. Water Research, 29, 285-290.
- Zawiejska, J., Wyżga, B., Hajdukiewicz, H., Mikuś, P., Radecki-Pawlik, A., & Skalski, T. (2012). What improvement does a river need? New insight about the application of invertebrate-based index in river health assessment. Habitat, 3.

11 ANEXO 1. MANUAL DE PRÁCTICA DE CAMPO Y LABORATORIO:
CAPTURA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE ORGANISMOS EN AMBIENTES
LÓTICOS

MANUAL DE PRÁCTICA DE CAMPO Y LABORATORIO: CAPTURA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE ORGANISMOS EN AMBIENTES LÓTICOS



ELABORADO POR:

PROFESOR

Biól. SANTIAGO GUTIÉRREZ QUINTERO

COLABORACIÓN POR:

Ing. MARIA SOFIA ARISTIZABAL YUSTY

ASIGNATURA: ECOLOGÍA Y ESTUDIO DEL PAISAJE

UNIVERSIDAD CORHUILA
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
2	OBJETIVOS	6
3	JUSTIFICACIÓN	6
4	ELEMENTOS Y CONDICIONES	7
4.1	Disposiciones de Seguridad.....	7
4.2	Equipos y materiales.....	7
5	MARCO TEÓRICO.....	9
5.1	Características Ecológicas de los Principales Órdenes de Macroinvertebrados del Huila.....	11
5.1.1	Orden Efemeróptera:.....	11
5.1.2	Orden Plecóptera.....	12
5.1.3	Orden Hemíptera.....	13
5.1.4	Orden Tricóptera.....	15
5.1.5	Orden Coleóptera.....	17
5.1.6	Orden Díptera.....	18
5.1.7	Orden Odonata.....	19
5.1.8	Orden Lepidóptera	22
5.1.9	Orden Neuróptera o Megalóptera.....	22
5.1.10	Orden Basommatophora.....	23
5.1.11	Orden Haplotaxida.....	23
5.1.12	Orden Tricladida.....	24
6	PRÁCTICA DE CAMPO	31
6.1	Macroinvertebrados acuáticos.....	33
6.1.1	Red Surber.....	34
6.1.2	Draga Ekman.....	34
6.1.3	Red D-NET.....	35
6.1.4	Red de Pantalla.....	35
6.1.5	Método de recolecta.....	35
7	ASPECTO DE CONTROL, VIGILANCIA Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	36

7.1	Etiquetas.....	37
8	DETERMINACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO.....	37
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
10	LABORATORIO # 1: RECONOCIMIENTO DEL LABORATORIO Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS ACUÁTICAS.....	42
10.1	ACTIVIDADES:.....	42
10.2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
10.3	METODOLOGÍA.....	44
10.4	RESULTADOS ESPERADOS	44
10.5	RECOMENDACIONES GENERALES.....	45
11	LABORATORIO # 2: SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN MORFOESPECIE	46
11.1	ACTIVIDADES	46
11.2	MATERIALES	46
11.3	METODOLOGÍA.....	46
11.4	RESULTADO ESPERADO	46
12	LABORATORIO # 3: CLASIFICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS	49
12.1	ACTIVIDADES	49
12.2	METODOLOGÍA.....	49
12.3	RESULTADOS.....	49
13	LABORATORIO #.4: EVALUACIÓN PRÁCTICA E INFORME FINAL DE LABORATORIO. 50	
13.1	ACTIVIDADES	50
13.2	METODOLOGÍA.....	50
13.3	PRODUCTOS ESPERADOS	50
14	LABORATORIO #. 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS, CÁLCULO DE DIFERENTES ÍNDICES BIÓTICOS,.....	51
14.1	OBJETIVOS	51
14.2	METODOLOGÍA.....	51
14.2.1	Índices Biológicos	51
14.2.2	Índice BMWP.....	51

14.2.3	Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H').....	54
14.2.4	Índice de Dominancia de Simpson (D).	54
14.3	RESULTADOS ESPERADOS	55
15	LABORATORIO No. 6: ELABORACIÓN DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO	56
15.1	ACTIVIDADES	56
15.2	METODOLOGÍA.....	56
15.3	PRODUCTOS ESPERADOS	56
16	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.....	57

1 INTRODUCCIÓN

Cerca de tres cuartas partes de la tierra están cubiertas de agua, siendo indispensable para cualquier tipo de vida que se conozca. Históricamente los ambientes acuáticos, son importantes, ya que la teoría más universalmente aceptada es que la vida nació del agua y además en ellos se desarrollan procesos vitales para la conservación de la biodiversidad, así como para el mantenimiento de condiciones ambientales adecuadas para las actividades humanas, de esta forma se garantiza la oferta de germoplasma, base para el adelanto científico de las presentes y futuras generaciones (CDH, 2002, 43).

La población se beneficia ampliamente de los servicios ofrecidos por los distintos ambientes acuáticos en una cuenca hidrográfica y por consiguiente tiene una influencia directa o indirecta sobre ellos y su biota acuática. El uso del recurso agua implica numerosas modificaciones a la morfología de los ríos o quebradas, tales como la construcción de presas y captaciones para canales de riego. En cuanto el uso del suelo en las cuencas, las principales fuentes de contaminación puntual y difusa son la agricultura, la industria y la urbanización (Wang y otros, 2001 en Aguilar, 2005, Chafla y Cerón, 2016 y Ezzine y otros, 2017).

En los países industrializados y agrícolas donde se desarrollan actividades que ejercen una presión y un deterioro de la calidad ambiental a los sistemas acuáticos, ha aumentado la conciencia pública sobre la importancia de rehabilitar los ambientes acuáticos en los últimos años (Bohn y Kershner, 2002), así mismo, se evidencia que la prosperidad de una sociedad debe estar ligada a su capacidad de alcanzar un desarrollo sustentable, donde se utilice, proteja e incluso se recuperen los recursos hídricos (Navrud, 2001).

Desde un punto de vista más ecológico, los servicios del medioambiente bajo la denominación colectiva de "Capital Natural" de la Tierra, cuya denominación incluye los bienes naturales de la Tierra (suelo, aire, agua, flora y fauna) y los servicios de los ecosistemas derivados, que hacen posible la vida humana deben ser preservados para las generaciones futuras y medible en base a indicadores físicos como biodiversidad, salud ecológica o la integridad biótica (Smith, 1996).

Por lo anterior, en el presente manual se aplican conceptos generales y técnicas de campo y laboratorio, para la recolección y el análisis de la composición biológica en ambientes de aguas corrientes (sistemas lóticos), donde las diversas condiciones de hábitat estudiados y el desarrollo de las comunidades biológicas permiten obtener muestras diversificadas de los principales grupos de organismos acuáticos del Huila. La metodología de colecta muestral de macroinvertebrados acuáticos que se empleará es por medio de la red D-Net, que es la recomendada para cauces de poca profundidad (Roldán, 1988).

Para lograr una caracterización de la comunidad de invertebrados, se requiere de muestreos con extensión de cobertura espacial y temporal. Sin embargo, en esta práctica se busca aplicar durante una jornada de campo, técnicas empleadas para la obtención de una muestra biótica, y para la

conservación de ejemplares que permitan su procesamiento, separación y determinación taxonómica en el laboratorio, para luego realizar un respectivo análisis con índices bióticos y una evaluación de la estructura de la comunidad encontrada, con base a índices comunitarios de diversidad, equidad y dominancia, esto permitirá interpretar el estado y algunas características del ambiente acuático y su relación con los impactos que afectan su equilibrio ambiental observados en el momento del muestreo.

2 OBJETIVOS

- ✓ Aplicar las técnicas y metodologías de muestreo de comunidades acuáticas de invertebrados y la preservación de las mismas.
- ✓ Dilucidar los posibles cambios en las características del sistema acuático y sus causas.
- ✓ Operar adecuadamente el estereomicroscopio e implementar las normas de bioseguridad en las prácticas de laboratorio de Ecología
- ✓ Determinar taxonómicamente hasta el mayor taxón posible todos los organismos acuáticos capturados
- ✓ Analizar e interpretar con base a índices bióticos la calidad del agua y la diversidad alpha.

3 JUSTIFICACIÓN

Ecología se deriva del griego *oikos*, que quiere decir "casa", y *logos* que significa "tratado" o "estudio". Por lo tanto, el estudio del ambiente en el hogar incluye a todos los organismos que en él habitan y a los procesos funcionales que lo hacen habitable. Concretamente, hace referencia a las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno

La enseñanza de la Ecología no puede ceñirse al detalle de una materia dentro del currículo de una carrera profesional, pues es difícil lograr una formación integral, donde se desarrollen actitudes, comportamientos, competencias, valores y niveles de conciencia más altos, a través de una materia aislada y solo teórica.

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ecología se propone partir de los conceptos fundamentales como de los ecosistemas, comprendiendo los problemas particulares regionales como parte de los problemas globales y la comprensión del mundo como una unidad viviente y regulada.

El estudiante de Ingeniería Ambiental de la Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, tiene el compromiso y la responsabilidad de conocer el rol que juegan los organismos en los sistemas ambientales para mantener la estabilidad de los recursos naturales y su compatibilidad con el

desarrollo sostenible, y retoma los principios ecológicos para lograr la mitigación y la remediación de algunos procesos de la actividad humana.

Por lo anterior, en el aspecto metodológico didáctico se privilegia las competencias del saber, saber ser y saber hacer, por ello el estudiante de Ecología realiza un estudio de caso real de un sistema ecológico circundante que le permitirá entender y aplicar, en una comunidad biótica, los conceptos de forma práctica desde un ambiente natural regional. En dicha práctica él desarrolla destrezas, competencias y comportamientos; obtendrá valores y compromisos ambientales al tener contacto directo con la naturaleza o con el foco de los problemas. Este conocimiento fortalecerá la capacidad del estudiante en la toma de decisiones ambientales pertinentes en su quehacer profesional y que benefician a la región, es decir, se forjan saberes contextualizados.

Al finalizar, el alumno debe presentar un ejercicio de artículo científico con los resultados propios obtenidos en el laboratorio, donde: analice con estadística y aplique diferentes índices bióticos, concluya la existencia de problemas ambientales y discuta las causas y efectos. Esto exigirá a los estudiantes realizar lecturas científicas que sirvan como fuente bibliográfica confiable para el soporte de los análisis de resultados. De esta forma, se desarrolla una buena disposición de ánimo y habilidades necesarias para la escritura, la relación de los hechos, las descripciones de las observaciones y conclusiones investigativas.

4 ELEMENTOS Y CONDICIONES

4.1 Disposiciones de Seguridad

Se deben portar todos los elementos de seguridad como botas o zapatos acuáticos, uniforme, guantes quirúrgicos, gafas con filtro UV, protector solar, casco (cuando sea requerido) y sombrero.

En cuanto a la suspensión del monitoreo, podrá realizarla el docente responsable del muestreo, si él considera que se compromete la seguridad del personal, los equipos y las muestras; generalmente las condiciones inseguras se refiere a crecidas en los ríos, fuertes lluvias durante el monitoreo, observar algún elemento tóxico en el agua o problemas de orden público en el lugar.

4.2 Equipos y materiales

Los siguientes materiales son necesarios por cada grupo de trabajo en la fase de campo y de laboratorio, es de aclarar que hay materiales que se necesitan en ambos momentos, por lo anterior se encuentran dichos materiales repetidos en ambas listas.

MATERIALES PARA LA FASE DE MUESTREO

- ✓ Red D-NET.
- ✓ GPS
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Frascos de vidrio herméticos de 500 ml
- ✓ Frascos de vidrio herméticos de 50 ml
- ✓ Lápiz
- ✓ Bandeja blanca
- ✓ Pinzas
- ✓ Pinceles
- ✓ Alcohol al 96%, 1 Litro
- ✓ Cartera o registro de campo
- ✓ 1 Bandeja blanca
- ✓ 1 Alcohol al 96%, 1 Litro
- ✓ 1 Cámara fotográfica
- ✓ 3 Frascos de vidrio herméticos de 500 ml
- ✓ 2 Frascos de vidrio herméticos de 50 ml

MATERIALES PARA LA FASE DEL LABORATORIO

- ✓ Libro de Clave Taxonómica
- ✓ Micropunta indeleble.
- ✓ Hoja de papel pergamino
- ✓ Bayetilla
- ✓ 15 Tubos de ensayo de vidrio con tapa de 10 cm
- ✓ 4 Jeringas de 4 cm
- ✓ 1 Bandeja blanca
- ✓ 1 Alcohol al 70%, 1 Litro
- ✓ 1 Cámara fotográfica
- ✓ 3 Frascos de vidrio herméticos de 500 ml
- ✓ 2 Frascos de vidrio herméticos de 50 ml
- ✓ 1 Estereomicroscopio
- ✓ 2 Cajas Petri
- ✓ **

** Es de aclarar que para trabajar en el laboratorio es obligatorio el uso de la bata blanca, zapatos cerrados y pantalón largo, además es prohibido el consumir alimentos o cualquier tipo de bebidas.

5 MARCO TEÓRICO

Existe un grupo de organismos conocidos como Macroinvertebrados Acuáticos (MAIA); los cuales se definen como todos aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos invertebrados con tamaños superiores a 0.5 mm de longitud, el prefijo "macro" indica que estos organismos son retenidos por redes con ojo de malla de un tamaño que varía entre 200-500 μm y además, superan en fase adulto o último estadio larvario los 2.5 mm. Este grupo incluye taxones como: Moluscos, Crustáceos (anfípodos, isópodos y decápodos), Turbelarios, Oligoquetos, Hirudíneos y fundamentalmente insectos entre los cuales se encuentran Coleópteros, Hemípteros, Efemerópteros, Plecópteros, Odonatos, Dípteros, Neurópteros y Tricópteros (Roldán, 1988; Palma, 2013).

El uso de organismos en la evaluación de la calidad de agua ha sido ampliamente utilizado (Cairns y Pratt, 1993; Hellawell, 1986; Ramirez y Vizcaíno, 1998; Roldán, 2003) sin embargo, de todos los grupos que han sido considerados en los monitoreos biológicos de las aguas continentales, los macroinvertebrados bentónicos han sido los más recomendados (Hawkes, 1979; Wiederholm, 1980; Suess, 1982; Hellawell, 1986; Abel, 1989; Rosenberg y Resh, 1993). De estos métodos de evaluación de calidad de aguas, los basados en macroinvertebrados ofrecen múltiples ventajas tales como: encontrarse en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos, su naturaleza sedentaria, que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de las perturbaciones (Slack *et al.*, 1973; Hawkes, 1979; Hellawell, 1986; Abel 1989) presenta ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, los que pueden ser realizados con equipos simples y baratos (Hawkes, 1979; Wiederholm, 1980; Suess, 1982; Hellawell, 1986).

La taxonomía de muchos grupos de macroinvertebrados está bien estudiada (Hawkes, 1979; Suess, 1982; Hellawell, 1986, Abel, 1989; Roldán, 1988) existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, los cuales han sido utilizados ampliamente en biomonitoreos a nivel comunitario (Hellawell, 1986) y de respuestas individuales (Hawkes, 1979; Suess, 1982; Rosenberg *et al.*, 1986) simplicidad metodológica, rapidez en la obtención de los resultados y una alta confiabilidad (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega 1988, Zamora *et al.* 1995), por su tamaño relativo (visibles a simple vista), por sus ciclos de vida estacionales, porque su presencia-ausencia es indicativa de cambios en el ambiente y porque sus variaciones temporales reflejan los cambios de las características físicas y químicas. Estas características los hacen idóneos para la vigilancia rutinaria de las cuencas hidrográficas (Instituto Mi Río, 1997).

Los organismos acuáticos de las corrientes de agua presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales (Roldán, 1992) y unos límites de tolerancia a una determinada alteración. Los límites de tolerancia varían, y de esta manera, frente a un cambio los organismos estenoicos "sensibles" no soportan las nuevas condiciones comportándose como "intolerantes", mientras que otros que son eurinoicos "tolerantes" no se afectan. Cuando los

tensores ambientales son críticos los organismos estenoicos mueren y su lugar es ocupado por organismos eurinoicos (Alba, 1996). De tal manera que los cambios en la estructura y composición de las comunidades bióticas pueden interpretarse como signos evidentes de contaminación (León, 2014).

Los macroinvertebrados pueden vivir en ambientes lénticos que son aquellos de aguas quietas o estancadas como embalses, represas, lagunas. Los remansos de los ríos y quebradas se comportan en general como hábitats lénticos dependiendo de la geomorfología del cauce. Estos ambientes por lo general presentan abundante vegetación ribereña (árboles, arbustos, hierbas) emergente, sumergida o flotante, lo que ofrece un variado hábitat para gran número de organismos, en consecuencia, son más frecuentes los hemípteros, odonatos y coleópteros que ciertos dípteros, gasterópodos y decápodos.

Los ambientes lóticos se refieren a los ríos, arroyos y quebradas, donde las corrientes rápidas juegan un papel importante en la distribución de los macroinvertebrados. Los organismos aquí presentes, por lo regular tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente (Roldán, 2003). En general sus hábitats están representados por macrófitas acuáticas, piedras, grava, arena, lodo, material vegetal en descomposición (troncos, frutos, hojas), a los cuales se adhieren, para permanecer algunos todo su ciclo de vida en el agua o parte de él como los emergentes (adultos) (León, 2014). Según su nivel trófico en la trama alimentaria los macroinvertebrados están representados, por: carnívoros, herbívoros, omnívoros o detritívoros. Su alimentación puede estar representada por algas, bacterias, hongos, protozoos, rotíferos, materia orgánica, vegetación, alevinos, crustáceos, entre otros (Instituto Mi Río, 1997).

Las acciones antrópicas, como la contaminación orgánica, el arrastre de sedimentos, los desechos sólidos entre otros, destruyen y reducen significativamente las comunidades acuáticas, que afecta a la mayoría de sus componentes. Por lo anterior, se pretende crear el ambiente de la utilización de bioindicadores en los estudios de impacto ambiental pues, según Alba Tercedor afirma que: estos son como una película que cuentan la historia de lo sucedido, mientras que los parámetros físico-químicos son como una fotografía que cuenta el instante en que sucedió el muestreo y nada de su pasado (1996).

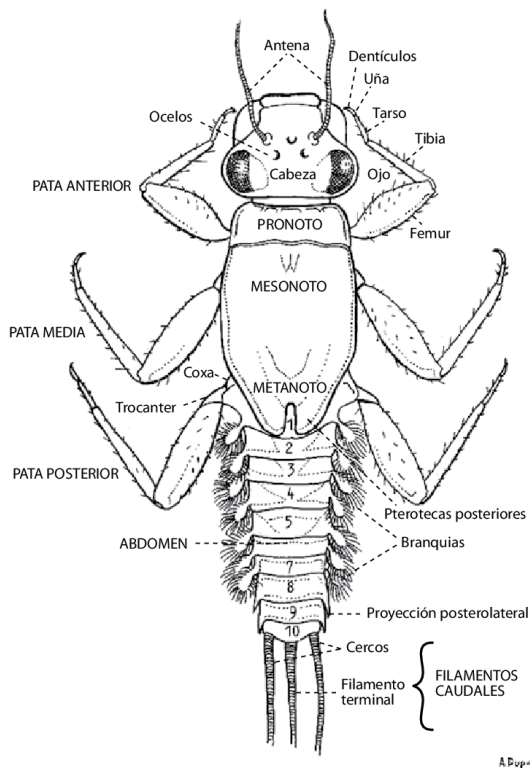
5.1 Características Ecológicas de los Principales Órdenes de Macroinvertebrados del Huila

5.1.1 Orden Efemeróptera:

Hemimetábolos. Todos son acuáticos en su etapa inmadura pero de vida corta en su estado adulto, viven regularmente en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas (Roldán, 1988). En general se consideran indicadores de aguas limpias o de buena calidad biológica (Clase I) (Instituto Mi Rio, 1997). Se encuentran adheridos a rocas, troncos, material vegetal en descomposición, en la arena o en la vegetación de orilla. Muchas especies son recolectoras y se alimentan de algas unicelulares, tejido vegetal y detritus; algunas especies son excavadoras en el fondo. Son la base de alimentación de otros insectos y peces (Hanson, et al., 2010).

5.1.1.1 Caracteres diagnósticos:

Macroinvertebrados con patas articuladas, alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes), apéndices caudales (cercos) largos y pluriarticulados siempre presentes, con dos o tres cercos, una uña tarsal, branquias abdominales presentes (Palma, 2013).



Vista general de una ninfa de Ephemeroptera
Fuente: Domínguez et al. 1992.



Familia: Leptohyphidae,
Fuente: propia



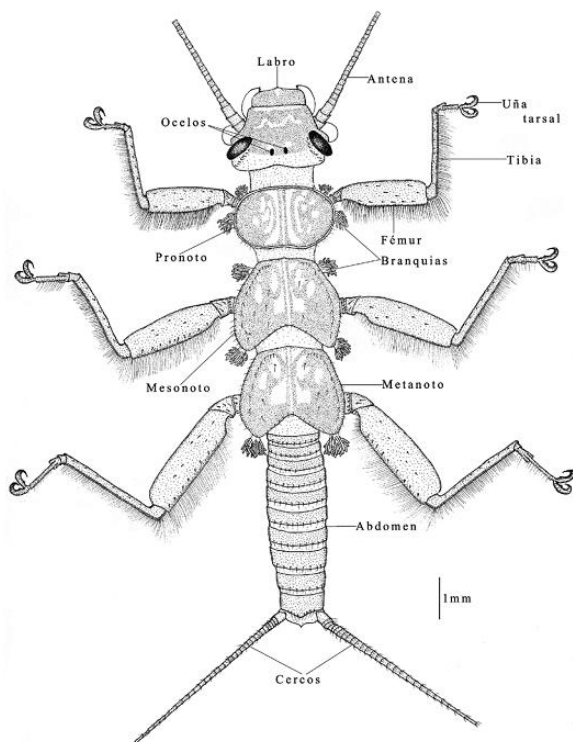
Familia: Baetidae,
Fuente: propia

5.1.2 Orden Plecóptera.

Hemimetábolos. Pasan tan solo por tres estadios de desarrollo: huevo-ninfa-adulto. Antes de transformarse en adulto, las ninfas maduras se arrastran fuera del agua sobre rocas u otro sustrato (Hynes, 1976). Viven en corrientes fuertes, bien oxigenadas, debajo de piedras, ramas, troncos y hojas (Roldán, 1988). Su respiración es hidropnéustica, obteniendo el oxígeno directamente del agua, lo que consiguen con numerosas branquias, localizadas en diferentes partes del cuerpo. Son buenos indicadores de aguas limpias (clase I, oligotróficas). Tamaris-Turizo et al. (2007) afirman que se alimentan de casi cualquier otro organismo acuático que puedan atrapar, aunque algunas especies pueden ser fragmentadoras, detritívoras y herbívoras en todos sus estadios. Según Roldán, afirma que son muy sensibles a los cambios fisicoquímicos, principalmente de oxígeno, temperatura y conductividad. El género (*Anacronetia*) es el más representativo en los ecosistemas tropicales (1988).

5.1.2.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrado con patas articuladas, alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes; Ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes); Apéndices caudales (cercos) largos y pluriarticulados siempre presentes, con dos cercos, dos uñas tarsales, branquias abdominales a veces ausentes (Palma, 2013).



Vista general de una ninfa de Plecóptero
Fuente: Gutiérrez-Fonseca, 2010.

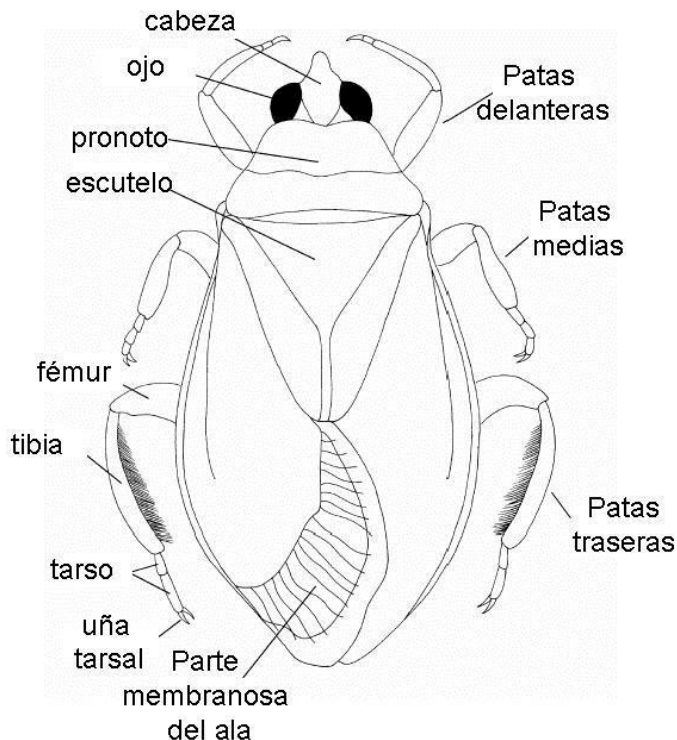


Familia: Perlidae.
Fuente: Propia.

5.1.3 Orden Hemiptera.

Hemimetábolos, su metamorfosis es simple y gradual, pasando por las de huevo, ninfa y adulto. Son depredadores. La mayoría son indicadores de aguas limpias (Roldán, 1988), Existen ejemplares de la familia Corixidae cuyo tamaño del cuerpo es inferior a 1 mm mientras que representantes de la familia Belostomatidae pueden llegar a alcanzar los 110 mm (Polhemus y Polhemus, 2008)

El mismo autor citado por Fierro (2013) clasifican a este grupo en dos categorías diferentes: a) *Especies realmente acuáticas*: viven en zonas de remanso en los ríos, embalses, lagunas, charcos y ciénagas desarrollando su ciclo de vida en ella. Incluyen todos los Nepomorpha "chinchas de agua" y todos los Gerromorpha "patinadores", que se encuentran en la vegetación de orilla y sumergente, sobre la superficie del agua y/o raramente pueden localizarse sumergidos. b) *Especies dependientes del agua*: con una vinculación específica de los hábitats acuáticos. Bajo esta descripción se incluyen todos los Leptopodomorpha "insectos de orillas", que viven en los márgenes de los cuerpos de agua.

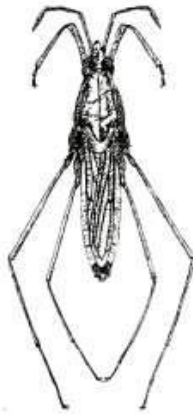


Vista Dorsal de un Hemíptero
Adulto

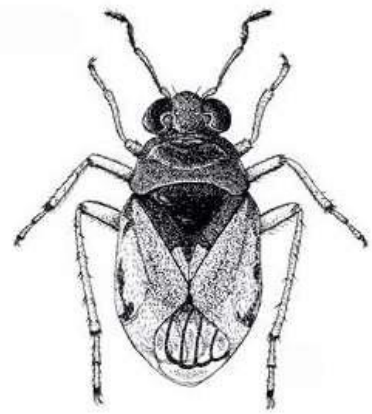
Fuente: Palma, 2013.



A



B



C

Ejemplos de los tres infraórdenes de hemípteros acuáticos y semiacuáticos.

A: Nepomorpha, Notonectidae; B: Gerromorpha, Gerridae; C: Leptopodomorpha, Saldidae.

Fuente: Fierro, 2013.

5.1.3.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrados con patas articuladas, parte del ala usualmente membranosa (hemélitros), con aparato succionador presente bajo la cabeza. Ojos compuestos, con estuches alares (pterotecas presentes). Apéndices caudales (cercos) presentes o no, si está presente con solo 1 o dos segmentos, piezas bucales como estilete escondido bajo la cabeza (Palma, 2013).



Familia: Vellidae

Fuente: Propia



Familia: Gerridae

Fuente: Propia



Familia: Notonectidae
Fuente: Propia



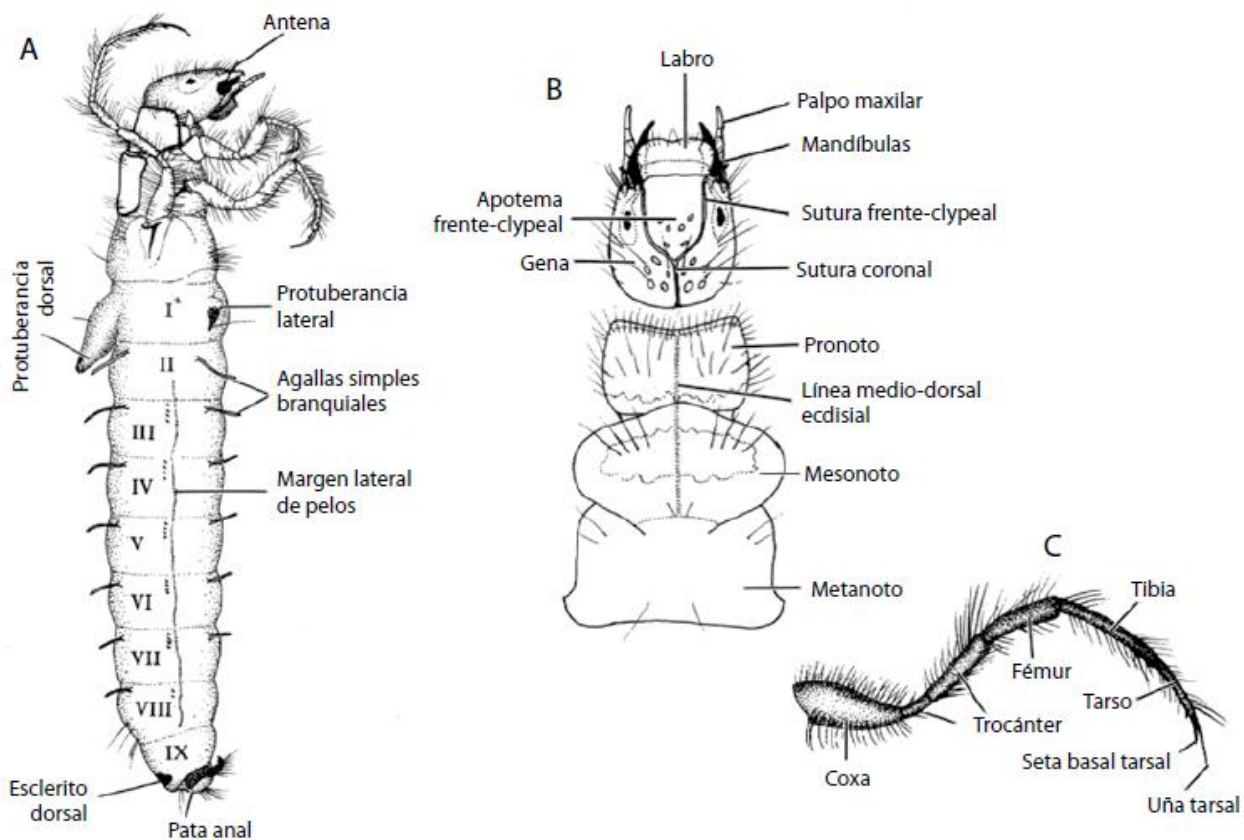
Familia: Belostomatidae
Fuente: Propia

5.1.4 Orden Tricóptera.

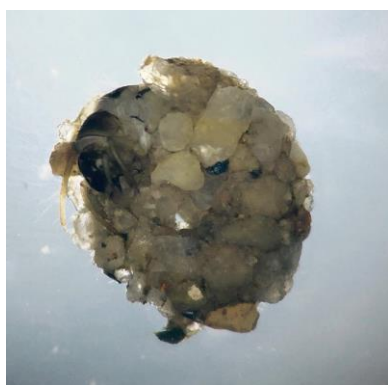
Holometábolos. Algunos géneros se caracterizan por la construcción de casas o refugios durante su etapa larval. Las larvas viven en diversos ambientes acuáticos donde construyen refugios fijados al sustrato o portátiles de una variedad de formas y materiales, por lo que Mackay y Wiggins (1997) los denominan "arquitectos subacuáticos". Habitan en aguas limpias y oxigenadas, en sustratos de grava donde adhieren sus casas, material vegetal en descomposición, vegetación sumergida y de orilla entre otros. Su alimentación está conformada por perifiton, materia orgánica en descomposición y suspensión, aunque algunas se alimentan de otros invertebrados (Benke & Wallace 1980). Son buenos indicadores de aguas limpias. Los adultos poseen alas cubiertas de pelos en lugar de escamas (aunque hay excepciones), característica que le da el nombre al orden (thichos: pelos; ptera: alas) (Springer, 2010).

5.1.4.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Macroinvertebrados con patas articuladas; Alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, ojos simples, sin estuches alares, mandíbulas no sobrepasan la cabeza, 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, vegetación). (Palma, 2013).



Morfología general de larva de Trichoptera.
(A) cuerpo vista lateral. (B) cabeza y tórax. (C) pata.
Fuente: Roldán, 1988.



Familia: Helicopsychidae
Fuente: Propia



Familia: Hydropsychidae
Fuente: Propia

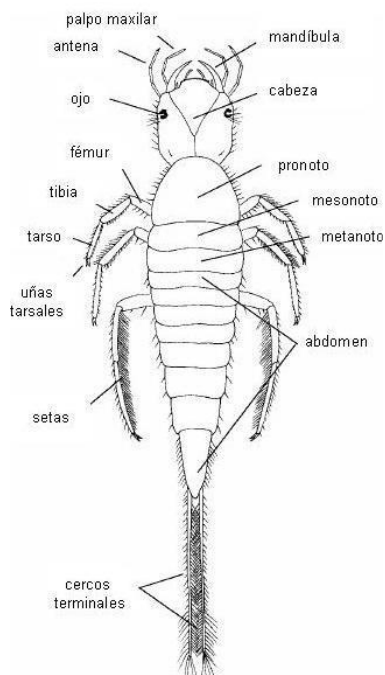
5.1.5 Orden Coleóptera.

Este orden es uno de los más diversos, pueden encontrarse tanto en ambientes terrestres como acuáticos, la mayoría se encuentra en el agua en forma de larvas, pero su mayor diversidad se da en aguas lénticas. Los hábitats comunes son troncos, hojas en descomposición, grava, piedras, arena, vegetación acuática, entre otras. Pueden ser herbívoros, carnívoros o detritívoros. Su distribución altitudinal es muy amplia y son indicadores de aguas limpias (Instituto Mi Rio, 1997).

5.1.5.1 Caracteres diagnósticos del orden:

Para las larvas: Macroinvertebrados con patas articuladas; Alas no totalmente desarrolladas a veces ausentes, Ojos simples, sin estuches alares; Sin pseudópodos abdominales; 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 (Palma, 2013).

Para los adultos: Alas totalmente desarrolladas; Forma de escarabajo, con alas duras (élitros), mandíbulas desarrolladas y sin aparato succionador.



Vista Dorsal de una Larva de Coleóptera.
Fuente: Palma, 2013



Familia: Dytiscidae (Larva)
Fuente: Propia



Familia: Hydrophilidae (Larva)
Fuente: Propia



Familia: Elmidae (Adulto)
Fuente: Propia

5.1.6 Orden Díptera.

5.1.6 Son los más comunes en encontrar en aguas continentales, pero su determinación taxonómica es compleja. Sus larvas carecen de patas torácicas y habitan en los más diversos ambientes, tolerando un amplio espectro de condiciones, se encuentran en ríos, arroyos, humedales y lagos. Se pueden encontrar en zonas de arena, materia orgánica en descomposición, sobre piedras, vegetación, grava, entre otras. Son herbívoros y carnívoros. Algunos son indicadores de aguas limpias (Clase I), aguas medianamente contaminadas (Clase II) o aguas contaminadas (Clase III) (Instituto Mi Rio, 1997). La familia Chironomidae se presenta en casi todo tipo de ambiente, teniendo un espectro ecológico mayor que cualquier otro invertebrado acuático (Palma, 2013).



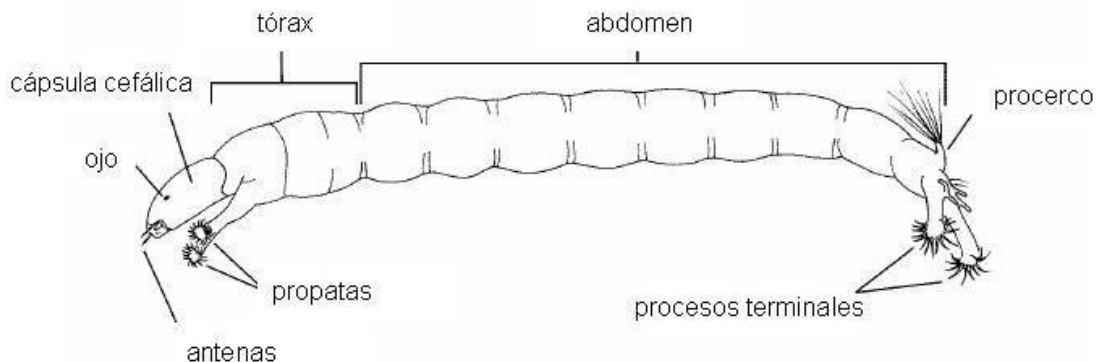
Familia: Simulidae
Fuente: Propia



Familia: Culicidae
Fuente: Propia

5.1.6.1 Caracteres diagnósticos del orden:

La mayoría de las larvas tienen formas de gusanos; mientras algunas poseen una cabeza bien distinguible mientras otras pueden tenerla reducida o encapsulada en otras familias. Muchas familias poseen prolongaciones que parecen colas y es común encontrar una gran diversidad de formas dentro de la misma familia dificultando su identificación. Características importantes para su clasificación son: presencia o no de capsula cefálica, número y posición de propatas y forma de los procesos terminales o "colas" (Palma, 2013)



Vista general de un díptero

Fuente: Palma, 2013.

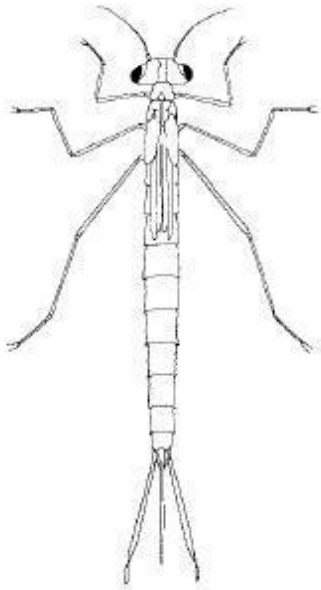
5.1.7 Orden Odonata.

Hemimetábolos, poseen tres etapas en su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto. En su fase adulta son conocidos como: libélulas, caballitos del diablo, gallego, helicópteros, por el contrario a sus ninfas se les conoce como náyades. Su periodo de larva puede durar desde un par de meses hasta 3 años (Ramírez, 2010b). Viven en pozos, charcas, márgenes de los ríos y lagos, en aguas limpias o en aguas mesotróficas. Sus larvas son generalmente depredadores cumpliendo un papel importante como control biológico afectando las poblaciones de mosquitos (Fincke et al. 1997), incluso algunos organismos pueden ser caníbales. Algunos son buenos indicadores de aguas limpias y otros de aguas medianamente contaminadas (Clase II), en los ambientes acuáticos tropicales su número puede ser mayor de 50 géneros (Instituto Mi Rio, 1997). Viven sobre la vegetación, material vegetal en descomposición, rocas, arena, grava, entre otras

5.1.7.1 Caracteres diagnósticos del orden:

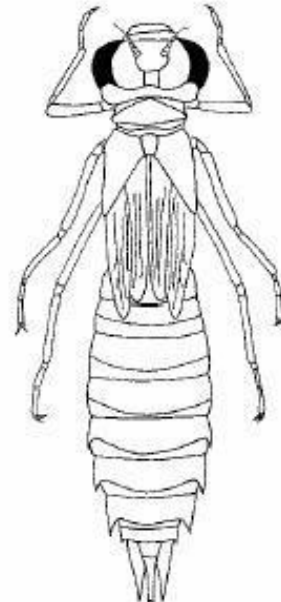
Las larvas poseen un labium característico (aparato bucal altamente modificado), el cual forma una máscara que encubre otras partes bucales, dicho labio se ha transformado en un apéndice móvil que se usa en la captura de las presas (Ramírez, 2010b) Estos organismos poseen cubiertas alares y patas articuladas que terminan en dos uñas. Los Odonata pueden dividirse en dos subórdenes

morfológicamente fáciles de diferenciar: los Anisoptera y los Zygoptera. Estos últimos son más estilizados que los Anisoptera y se diferencian además porque la parte terminal del abdomen termina en tres filamentos caudales (sus branquias) con forma muy similar a una hoja o una pluma (Palma, 2013), por el contrario las ninfas de los Anisoptera son robustas y sin branquias externas (Ramírez, 2010b).



Vista dorsal de un Zygoptera

Fuente: Palma, 2013



Vista dorsal de un Anisoptera

Fuente: Palma, 2013



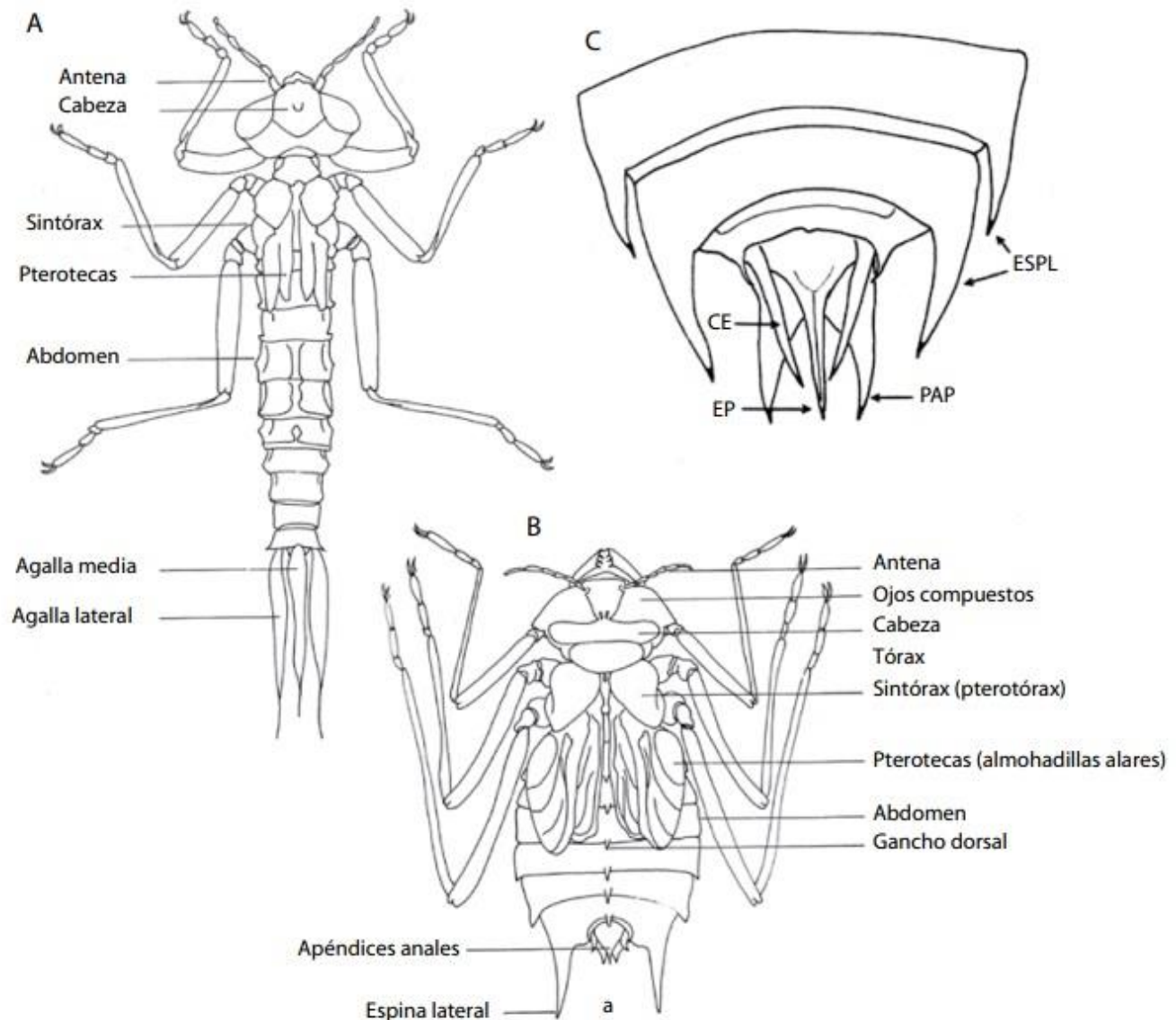
Familia: Coenagrionidae

Fuente: Propia



Familia: Libellulidae

Fuente: Propia



Vista dorsal de la larva del suborden (A) Zygoptera y (B) Anisoptera y (C) de los apéndices caudales de Anisoptera. (Fuente: Roldán-Pérez 1988, Novelo-Gutiérrez y González-Soriano 1991).

5.1.8 Orden Lepidóptera

Son las mariposas, quizás es el grupo más desconocido en el trópico. Se conocen como habitantes de las rocas y se alimentan de algas y particularmente de diatomeas. Viven en aguas muy oxigenadas de curso rápido, bajo telas sedosas tejidas sobre las superficies de rocas sumergidas. Se pueden considerar indicadores de aguas limpias. (Instituto Mi Río, 1997.)



Familia: Pyralidae



Familia: Cossidae

5.1.9 Orden Neuróptera o Megalóptera.

Viven en aguas corrientes limpias debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida; son grandes depredadores. En general se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.



Familia: Corydalidae

5.1.10 Orden Basommatophora.

Pertenecen a la clase Gasteropoda. Cerca de las tres cuartas partes de moluscos son Gasterópodos. El conocimiento de los moluscos acuáticos en Sudamérica aún es escaso. La mayoría de los Gasterópodos son herbívoros, alimentándose de algas y de residuos vegetales. Viven por lo general en ambientes con muchas sales, especialmente de carbonato de calcio. En general se les puede considerar como indicadores de aguas duras y alcalinas. La mayor parte de los taxones requieren altas concentraciones de oxígeno, pero algunas como *Physa* pueden sobrevivir en grandes números en lugares con vegetación acuática y restos orgánicos.



Familia: Lymnaea



Familia: Thiaridae

5.1.11 Orden Haplotaxida.

Los oligoquetos son un grupo complejo y poco conocido en nuestro medio. Los oligoquetos acuáticos tienen la misma estructura que los terrestres. Su alimentación consiste principalmente en algas filamentosas, diatomeas y detritos de plantas y animales. La mayoría de los oligoquetos viven en aguas contaminadas, sobre el fondo fangoso y con abundante cantidad de detritus. Pueden vivir en condiciones extremas como a varios metros de profundidad donde el oxígeno escasea y en ríos contaminados con materia orgánica y en aguas negras, constituyéndose por esto en indicadores de contaminación acuática (Clase III). La familia más representativa de este orden es la Tubificidae, con los géneros *Tubifex* y *Limnodrilus*. Viven en hábitats con mucha materia orgánica en descomposición. Son detritívoros y juegan un papel importante como mineralizadores de la materia orgánica.



Familia: Tubificidae



Familia: Haplotaxidae

5.1.12 Orden Tricladida.

A este orden pertenecen las planarias, organismos de cuerpo alargado y plano, viven en su mayoría debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas, tanto corrientes como estancadas. La mayoría viven en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación; por otra parte son fuente de alimento para ninfas de odonatos y otros insectos acuáticos, nematodos, anélidos, y algunos crustáceos.



Familia: Planariidae

Con el fin de complementar el marco teórico, el alumno debe discutir los siguientes artículos científicos y desarrollar el taller #1.

LITERATURA SUGERIDA

1. **FORERO-CÉSPEDES A. M; REINOSO-FLÓREZ G & GUTIÉRREZ C. 2013.** Evaluación de la calidad del agua del río Opia (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, *Caldasia* 35(2): 371-387.

2. **ROLDÁN PÉREZ G. 1999.** Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Rev. Acad. Colomb. Cienci. 23(88): 375-387. ISSN 0370-3908.
3. **ALBA TERCEDOR J. 1996.** Macroinvertebrados Acuáticos y calidad de las aguas de los ríos IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA), Almería. Vol II: 203-213. ISBN: 84-7840-262-4.

TALLER # 1. CONCEPTOS GENERALES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

1. ¿Defina y discuta que es un Macroinvertebrado Acuático (MAIA)?

2. Esquematice y luego dibuje a menor y mayor aumento 3 MAIA en estado larval y clasifíquelos taxonómicamente hasta especie.

	Dominio:	
	Reino:	
	Phyllum:	
	Clase:	
	Orden:	
	Familia:	
	Genero:	
	Especie:	

	Dominio:	
	Reino:	
	Phyllum:	
	Clase:	
	Orden:	
	Familia:	
	Genero:	
	Especie:	

	Dominio:	
	Reino:	
	Phyllum:	
	Clase:	
	Orden:	
	Familia:	
	Genero:	
	Especie:	

3. Discuta cuales son las ventajas y desventajas entre un estudio de análisis de calidad de agua usando parámetros fisicoquímicos y Biológicos

FISICOQUÍMICOS	BIOLÓGICOS
VENTAJAS	
DESVENTAJAS	

4. Nombre y grafique 3 tipos de redes con los que se pueden capturar MAIA, discuta sus ventajas y especifique en qué casos deben emplearse

1.	2.	3.
VENTAJAS Y USOS		

5. Describa y discuta la metodología que emplearon para la captura de los MAIA en el art científico 1.

6. ¿Qué tan concordante es el objetivo con el desarrollo del trabajo en el art científico 1?

7. Con base en el art científico 1, ubique en orden la estructura del artículo científico.

ESTRUCTURA DE UN ARTÍCULO CIENTÍFICO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

11. ¿Por qué es importante estudiar los ambientes acuáticos como Ingeniero Ambiental?

6 PRÁCTICA DE CAMPO

Este procedimiento es aplicable a la toma de muestras de comunidades acuáticas de ictiofauna, fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados acuáticos y macrófitas en sistemas lénticos y lóticos; tomando como referencia la metodología del Standard Methods de la AWWA/APHA Edición 20 (2005), véase la tabla 1.

Tabla 1. Métodos de referencia para el muestreo de comunidades acuáticas biológicas.

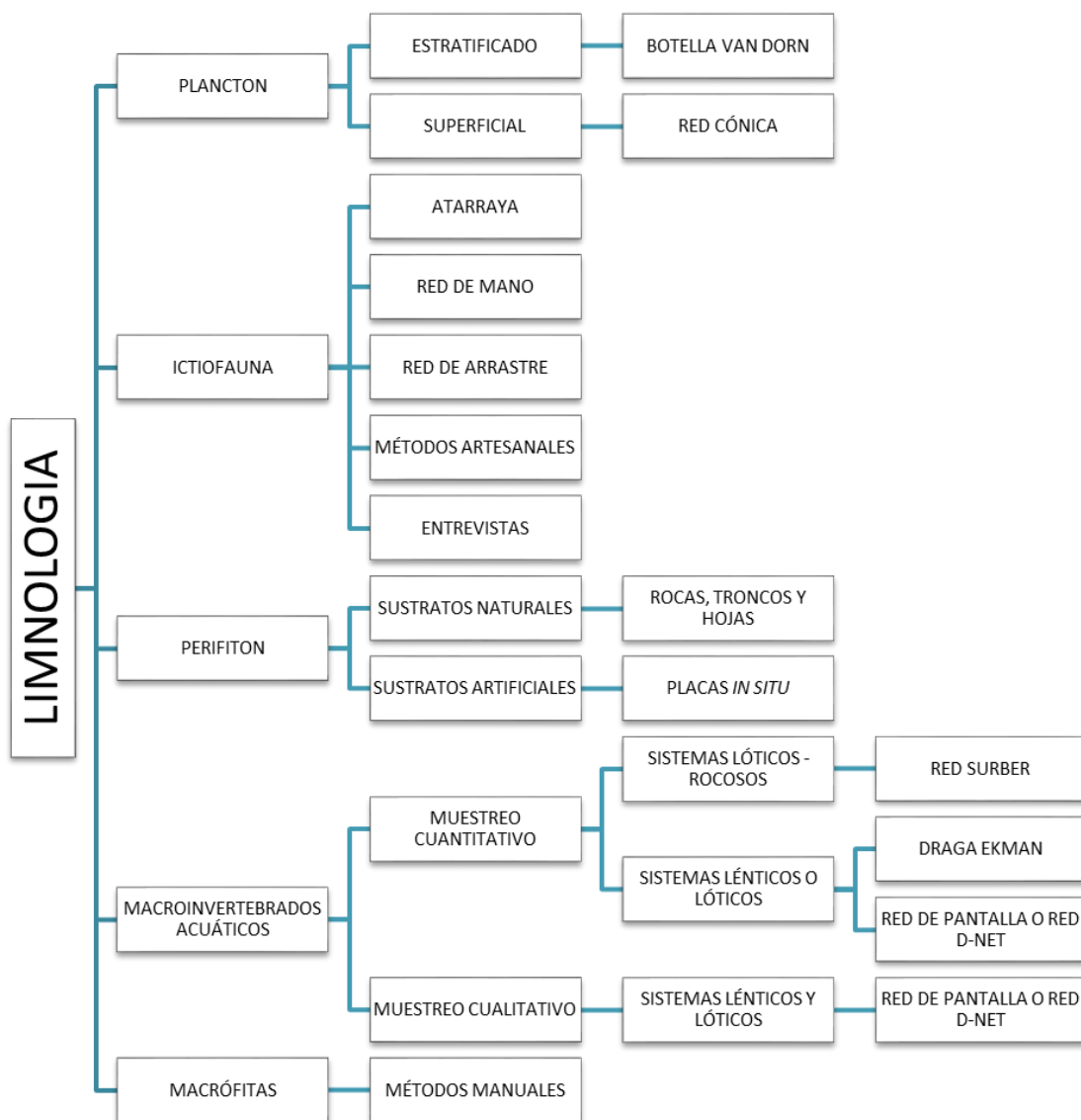
COMUNIDAD	PROPUESTA STANDARD METHODS	MÉTODO USADO
Fitoplancton	10200B	10200B Modificado
Zooplancton	10200B	10200B Modificado
Ictiofauna	10600	10600 Modificado
Perifiton	10300B	10300B Modificado
Macroinvertebrados acuáticos	10500B	10500B Modificado
Macrófitas	10400	10400 Modificado

En lo posible el muestreo de limnología debe iniciarse con el diligenciamiento *in situ* de la ficha de campo (Tabla 2), se debe tener en cuenta las observaciones sobre la recolección de las muestras y toda la información que el personal en campo considere necesaria, ya que incluye datos descriptivos que podrían olvidarse posteriormente; además esta información debe ir soportada con evidencias fotográficas.

Tabla 2. Formato de muestreo para campo

MUESTREO LIMNOLOGIA								Código: 001-FO-LN-V1				
DATOS DEL COLECTOR												
Nombres:						Apellidos:						
Ciudad:						Dirección:						
E-mail:						Telefono:						
OBJETIVO DEL MUESTREO												
ICTIO:		FITOP:		ZOOP:		PERI:		MAIA:		MACROF:		
DATOS DEL MUESTREO												
Lugar:						Estación No:		Hora:				
Latitud:				Longitud:				Altura:				
Fecha		AAAA	MM	DD	ID. Muestreo:				No. Muestras:			
TIPO DE SISTEMA		Río	CONDICIONES CLIMATICAS		Tormenta		CARACT. DEL SISTEMA	Área muestreada		m ²		
		Quebrada			Seco			Ancho:		m		
		Embalse			Llovizna			Profundidad:		m		
		Lago			Nubosidad (%)			Velocidad:		m/seg		
		Laguna			Soleado							
Vertimientos			SI		NO	Color del Agua:						
SUSTRATO INORGÁNICO						SUSTRATO ORGÁNICO						
Tipo		Diámetro		% en el área		Tipo		Característica		% en el área		
Lecho de Roca						Detritos		Palos, hojarasca, restos de material vegetal				
Roca		> 25 cm										
Guajirro		6 - 25 cm										
Grava		0.2 - 6 cm				Estiércol		Negras, partículas organicas finas				
Arena		0.05 - 2 mm										
Barro		0.005 - 0.05 mm				Sedimentos de Ca		Grisas, fragmentos de conchas				
Lodo		< 0.005 mm										
DIAGRAMA DEL LUGAR DE MUESTREO												

Figura 1. Métodos de muestreo de limnología.



Fuente: Elaboración propia

6.1 Macroinvertebrados acuáticos

El muestreo de macroinvertebrados se puede hacer de cuatro formas, de acuerdo con el objetivo del estudio, el tipo de sistema acuático y las condiciones de campo, para luego proceder a la selección del método como se muestra en la Fig 1.

En general el estudio cualitativo es caracterizar la biodiversidad de un lugar en particular recolectando la mayor cantidad de taxones a diferencia de los estudios cuantitativos que asocian una unidad de esfuerzo de muestreo a la muestra de macroinvertebrados, en el cual se toman muestras por área o por tiempo de muestreo (Ramírez, 2010a).

- ✓ *Muestreos Cuantitativos:* Con red Surber para sistemas lóticos con lecho rocoso, draga en sistemas lénticos y sistemas lóticos de lecho lodoso y red de pantalla o red D-NET para cualquier sistema acuático en lugares que no superen el metro de profundidad.
- ✓ *Muestreos Cualitativos:* Como el objetivo es registrar la mayor cantidad de taxones, se usa la red D-NET o red de pantalla, abarcando todos los hábitats del sitio de muestreo.

Las muestras recolectadas se pasan por tamiz de 500 μm , se almacenan en recipientes plásticos y se fijan con etanol al 96%.

6.1.1 Red Surber

La red Surber consta de un marco metálico de 900 cm^2 al cual está sujeta una red de nylon con un ojo de malla de 200 μm , la metodología de empleo en áreas con flujo de agua, se hace colocando el marco en el fondo contra la corriente y se remueve el sustrato con las manos o con los pies para que las larvas sean arrastradas y atrapadas en el cono de la red (Storey y otros, 1991; Shaw, B. 2016.).

Se toman tres (3) réplicas en cada punto de muestreo (en las dos (2) orillas y en el centro), con el objetivo de tomar una muestra representativa del lugar, las muestras fijadas van en el mismo recipiente, pudiéndose así, calcular el número de organismos por metro cuadrado.

6.1.2 Draga Ekman

La draga tipo Ekman se utiliza en sistemas lénticos profundos, pues facilita la toma de muestras de sedimentos a diferentes profundidades. Su empleo se hace en fondos blandos, es una pala de hierro que tiene una cuchara bivalva que se cierran en el fondo, mediante el envío de una plomada a través de una cuerda, estas muestras toman un área de 225 cm^2 cada vez de sedimentos (Roldán, 1988).

Esta operación se repite tres veces en cada área de muestreo, el sedimento tomado se deposita luego en un cernidor con ojo de malla de 220 μm donde es lavado, atrapando los organismos recolectados, el material se conserva en su respectivo recipiente.

6.1.3 Red D-NET

Esta red consiste de un marco triangular metálico de 30 x 30 x 30 cm de arista, al cual va sujeta una red con ojo de malla de 500 μ m. y tiene un mango metálico de 70 cm; con esta red se trabaja de pie principalmente; El marco se coloca sobre el fondo en contracorriente, y se remueve con la mano o con los pies, en las zonas de remansos o de poca corriente se hace un barrido abarcando orillas con vegetación, este muestreo es cualitativo, en el cual se atrapan macroinvertebrados que se encuentran en la columna de agua, como nadadores o que viven adheridos a los tallos y hojas de la vegetación sumergida. Se debe tener en cuenta el desplazamiento que en lo posible sea en ambos costados del sistema y en varios tipos de sustrato, para tener una muestra representativa de la diversidad de organismos de la estación de muestreo.

Para el muestreo cuantitativo, se reemplaza el factor área por tiempo, o por una combinación de ambos, muestreando el cuerpo de agua en particular por un periodo de tiempo preestablecido (Ramírez, 2010a). En este orden de ideas, se efectuará el mismo tipo de barrido durante una hora en sistemas lénticos y para sistemas lóticos, se hará un barrido que cubra 100 m de longitud incluyendo orillas y centro, evitando profundidades no mayores a un metro.

6.1.4 Red de Pantalla.

Esta red consta de dos mangos metálicos de 1 m de largo, en la cual va sujetando una red de 70 x 70 cm con un ojo de malla de 500 μ m, es ideal para muestreos cualitativos en ecosistemas lóticos poco profundos, para el empleo se necesita trabajar con dos personas, una la sostiene por sus dos mangos fijándola al sustrato en contra la corriente mientras la otra remueve el fondo con el pie o con las manos aguas arriba; las larvas presentes son arrastradas por la corriente y atrapadas en la red.

6.1.5 Método de recolecta

El esfuerzo de muestreo será de 3 horas, donde el docente asignará un tramo de 20 m del sistema acuático, donde cada grupo de trabajo explorará cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles como sustrato de fondo, macrófitas acuáticas, raíces sumergidas de árboles y sustratos en cada estación de muestreo con el empleo de la técnica y red seleccionada, ayudada de capturas manuales que consisten en alzar rocas sumergidas y seleccionar con pinzas todos los organismos que se encuentren adheridos a estas, depositándolas en los frascos herméticos con alcohol al 96%. Cada grupo debe hacer 2 tipos de recolección de muestras (limpia y sucia).

Muestra Limpia: Consiste en hacer diferentes capturas empleando la red D-NET por toda el área asignada, luego de tener una muestra representativa esta se coloca en la bandeja blanca y se agrega un poco de agua, para que los macroinvertebrados se puedan mover y sean fácilmente vistos para ser capturados, ya que se mimetizan entre el sustrato. Con el empleo de pinzas entomológicas o

pincel estas se depositan en un frasco hermético de 500 ml con un cuarto de alcohol al 96%, dicha actividad se realiza por dos horas y media capturando todos los macroinvertebrados posibles, ayudado de capturas manuales.

Muestra Sucia: 30 min para terminar las 3 horas de campo, cada grupo hará la misma actividad de captura con la muestra limpia, solo que esta vez no se limpia la muestra en la bandeja blanca, en vez de esto, la muestra obtenida después de hacer los barridos con la red D-NET se deposita directamente con todos los sustratos en el frasco de 500 ml; al tener lleno el frasco con muestra se completa con alcohol al 96% para su preservación, para luego ser analizados en el laboratorio de Limnología de la sede Prado Alto de la Universidad CORHUILA

Es de recordar que todos los procesos de campo deben ser registrados fotográficamente por el grupo de trabajo

7 ASPECTO DE CONTROL, VIGILANCIA Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

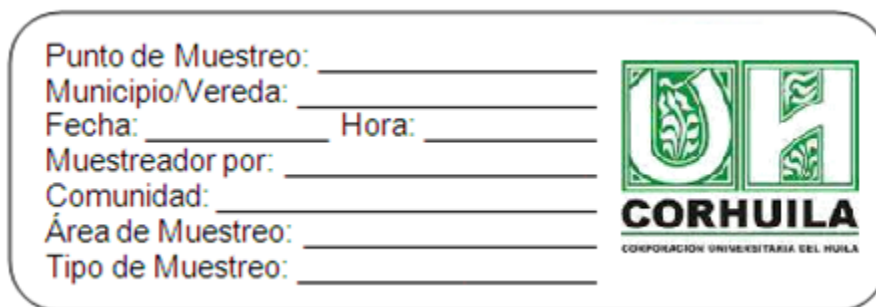
El proceso de control y vigilancia del muestreo y preservación (*Cadena de Custodia*) son esenciales para asegurar la integridad de la colecta hasta el procesamiento de estas; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis. Este proceso es básico e importante para demostrar el control y la confiabilidad de los resultados. Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro, por ende, cada grupo de trabajo debe responsabilizarse en todo momento de sus muestras.

Es importante recordad que los organismos capturados deben ser fijados o preservados como se describió anteriormente para cada tipo (sucia o limpia), cerciorándose que en todo momento tengan una concentración de alcohol por encima del 60% al finalizar los muestreos; Una vez se termine la etapa de campo, los recipientes que contienen el material colectado se deben mantener en posición vertical verificando que no se caigan, ni se abran, ni se les desprenda el rótulo, se debe tener cuidado de no agitarla sobre todo la muestra sucia para evitar que los organismos que están en medio del sustrato terminen deteriorándose o dañando sus estructuras, que luego dificulte el proceso de clasificación taxonómica y toma fotográfica.

Durante el tiempo del procesamiento y la clasificación taxonómica los organismos puede pasar mucho tiempo entre clase y clase, por ende cada grupo debe estar pendiente de la preservación de las muestras, pues deben detallar que los frascos con el contenido de la muestras se encuentren siempre cubiertos con alcohol y que esta concentración no disminuya por debajo del 60%, puesto que podría afectar la correcta preservación de los organismos acuáticos.

7.1 Etiquetas

Para prevenir confusiones en la determinación de los ejemplares, se debe rotular el recipiente con la siguiente información (Figura 2).



Punto de Muestreo: _____
Municipio/Vereda: _____
Fecha: _____ Hora: _____
Muestreador por: _____
Comunidad: _____
Área de Muestreo: _____
Tipo de Muestreo: _____


CORHUILA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL HUILA

Figura 2. Etiqueta de muestra

8 DETERMINACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO.

Para la determinación taxonómica de los especímenes recolectados se utilizarán guías de campo, guías taxonómicas y claves dicotómicas que se muestran a continuación:

- Liévano, A. y Ospina, R. 2007. Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón. Primera edición. Universidad El Bosque e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 130p.
- Merritt, R.W. and Cummins, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA. 163 pp.
- Mugnai, Riccardo, Jorge Luiz Nessimian, and Darcilio Fernandes Baptista. 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. Technical Books Editora,
- Palma A. 2013. Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. 122 pp.
- Roldán - Pérez, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados, acuáticos del Departamento de Antioquia. FEN Colombia. COLCIENCIAS. Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia. 217p.

- Roldán - Pérez, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Antioquia. Colombia. 165p.

Literatura General

- Eaton, A., Clesceri, L., Rice, E., Greenberg, A. 2005. Standard methods for the examination de water & wastewater. Centennial Edition. EEUU. 2-91p.
- Ramirez-González, A., Viña - Vizcaíno, G. 1998. Limnología Colombiana aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 291p.
- Instituto Mi Rio, Universidad de Antioquia. 1997. Aspecto biológico y fisicoquímico del Río Medellín. Colombia. 195p.

La validación de las determinaciones taxonómicas la realiza el docente biólogo, en el cual emplea el mismo método. La información de la determinación taxonómica inicial y de validación se registra en el informe de laboratorio entregado. Asimismo, a cada taxa identificada se lleva un registro fotográfico.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Abel. P. D. 1989.** Water pollution biology. Ellis Horwood, Chichester, England.
- **Aguilar, A. 2005.** Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. Revista Digital Universitaria. Vol 6 Num 8: 14
- **Alba-Tercedor, J. 1996.** Macroinvertebrados Acuáticos y la Calidad de las Aguas de los Ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeria. 2: 84 - 95.
- **Alba Tercedor, J. y A. Sánchez-Ortega. 1988.** Un método rápido y simple para evaluar la calidad de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). Limnética 4: 51-56
- **APHA-AWWA-WPCF. 2005.** Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. 20 Edition.
- **Bohn BA, Kershner JL. 2002.** Establishing aquatic restoration priorities using a watershed approach. Journal of Environmental Management. (64):355-363.
- **Benke, A.C. & J.B. Wallace. 1980.** Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. Ecology 6: 108-118.
- **Cairns J. y Pratt. R. 1993.** A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. Pages 10-27. In D. M. Rosenberg & V. H. Resh (Eds) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall New York.
- **CDH, Contraloría Departamental del Huila. 2002.** Diagnóstico y Evaluación del estado de los recursos Naturales en el Departamento del Huila. Neiva. p 43, 241.43 p.)
- **Chafila, P., & Cerón, P. (2016).** Pago por servicios ambientales en el sector del agua: el Fondo para la Protección de Agua. Tecnología y Ciencias del Agua, 7(6).
- **Domínguez, E., M.D. Hubbard & W.L. Peters. 1992.** Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. Biología Acuática No 16, Instituto de Limnología "Dr. Raul A. Ringuelet" (UNLP-CONICET) La Plata, Argentina.
- **Ezzine-de-Blas, D., Wunder, S., Ruiz Perez, M., & Moreno, R. (2017).** Los pagos por servicios ambientales entre la acción pública y la privada: un análisis global. In Los Pagos Por Servicios Ambientales en América Latina: Gobernanza, Impactos y Perspectivas. Universidad Iberoamericana Ciudad de México, México.
- **Fierro, Á. S. 2013.** La hemipterofauna acuática epicontinental (nepomorpha y gerromorpha) de las Islas Canarias (España): faunística, biogeografía y novedades sinecológicas. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- **Fincke, O.M., S.P. Yanoviak & R.D. Hanschu. 1997.** Predation by odonates depresses mosquito abundance in water-filled tree holes in Panama. Oecologia 112: 244-253.
- **Gutiérrez-Fonseca, P. E. 2010.** Capítulo 6: Plecoptera. Revista de Biología Tropical, 58, 139-148.
- **Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. 2010.** Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical, 58, 3-37.

- **Hawkes H. A. 1979.** Invertebrates as indicators of river quality. In. A. James & L. Evison, Biological indicators of water Quality. John Wiley & Sons. 2: 1-45.
- **Hellawell J. M. 1986.** Biological indicators of freshwater pollution and environmental management, Elsevier, England.
- **Hynes, H.B. 1976.** Biology of Plecoptera. Ann. Rev. Entomol. 12: 135-153.
- **Instituto Mi Río. 1997.** Aspecto Biológico y Físicoquímico del río Medellín. Universidad de Antioquia. Tomo 1. Medellín - Colombia.
- **León, V. 2014.** Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad biológica del agua en la microcuenca de la quebrada Los Micos. Tesis de Maestría (Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos), Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva.
- **Mackay, R.J. & G.B. Wiggins. 1979.** Ecological diversity in Trichoptera. Ann. Rev. Entomol. 24: 185-208.
- **Merritt, R.W. and Cummins, K.W. 1996.** An introduction to the aquatic insects of North America. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA. 163 pp.
- **Navrud S. 2001.** Economic valuation of inland recreational fisheries: empirical studies and their policy use I Norway. Fisheries Management and Ecology. (8):369-382.
- **Novelo-Gutiérrez, R. & E. González-Soriano. 1991.** Odonata de la reserva de la biosfera la Michilia, Durango, México. Parte II. Náyades. Folia Entomol. Mex. 81: 107-164.
- **Palma A. 2013.** Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. 122 pp.
- **Polhemus, J.T. y D.A. Polhemus, 2008.** Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 379-391.
- **Ramírez, A. 2010a.** Métodos de Recolección. Rev. biol. Trop. Vol 58. Cap 2. San José, Costa Rica.
- **Ramírez, A. 2010b.** Capítulo 5: Odonata. Revista de Biología Tropical, 58, 97-136.
- **Roldán G. 1988.** Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Colciencias-Universidad de Antioquia. Bogotá - Colombia., 217p.
- **Roldán G. 1992.** Fundamentos de Limnología Neotropical. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia. 529 p.
- **Rosenberg DM & VH Resh. 1993.** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York, New York, USA. 488 pp.
- **Shaw, B. 2016.** Benthic macroinvertebrate survey of the upper Susquehanna River using two sampling methods. 48th Ann. Rept.(2015). SUNY Oneonta Biol. Fld. Sta., SUNY Oneonta.
- **Slack K. V; R. C. Averett; P. E. Greeson y R. G. Lipscomb. 1973.** Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples. U.S. Department of the interior, Geological Survey, Washington, DC. 4(5): 1-165.
- **Smith, F. 1996.** Biological diversity, ecosystem stability and economic development, Ecological Economics 16, 191-203 pp.
- **Springer, M. (2010).** Capítulo 7: Trichoptera. Revista de Biología Tropical, 58, 151-198.

- **Storey, A. W., Edward, D. H. D., & Gazey, P. 1991.** Surber and kick sampling: a comparison for the assessment of macroinvertebrate community structure in streams of south-western Australia. *Hydrobiologia*, 211(2), 111-121.
- **Suess, M. J. 1982.** Examination of water for pollution control. A reference handbook. Pergamon Press 3
- **Tamaris Turizo, C.E., R.R. Turizo Correa & M.C. Zuñiga. 2007.** Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia* 29: 375-385
- **Wang, L., Lyons, J., Kanehl, P., Bannerman, R., Emmons, E. 2001.** Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales, *Environment Management*, 28, 255-266 pp.
- **Wiederholm T. 1980.** Use of benthos in lake monitoring. *Journal of the water pollution control federation*. 52: 537-547.
- **Zamora-Muñoz C., Sáinz Cantero C.E., Sánchez Ortega A. & ALBA Tercedor J. 1995.** Are Biological Indices BMWP' and ASPT and their significance regarding water quality seasonally dependent? Factors explaining their variations. *Water Research*, 29: 285-290.

10 LABORATORIO # 1: RECONOCIMIENTO DEL LABORATORIO Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS ACUÁTICAS

10.1 ACTIVIDADES:

- Conocer e identificar los materiales y herramientas que se utilizaran en la fase de laboratorio.
- Utilizar adecuadamente los materiales y herramientas del laboratorio, teniendo en cuenta sus usos y recomendaciones.
- Realizar de forma correcta el procesamiento de las muestras acuáticas teniendo en cuenta la metodología de elaboración.
- Elaborar el taller y el formato pertenecientes al laboratorio número 1

10.2 MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describen los elementos necesarios para el desarrollo adecuado del laboratorio, hay que tener en cuenta que hay materiales que deben traer por grupo y otros elementos que la Universidad los suministra como se especifica en la tabla 2.

Tabla 2. Materiales necesarios para el laboratorio 1.

UNIVERSIDAD	GRUPO DE TRABAJO
Cajas Petri	Bayetilla
Estereomicroscopio	Pinzas
Tamices	Pinceles
Bandejas Blancas	Alcohol al 70%
Goteros	Etiquetas
Cámara fotográfica	Muestra sucia



Fig 2. Estereomicroscopio

Permite observar imágenes tridimensionales o estereoscópicas de la muestra. Tienen un aumento de 0.8x a 5x (la X significa aumento) para utilizar ambos ojos y un lente objetivo de 10x. Teniendo en cuenta que el aumento total de la imagen observada resulta del producto del ocular con el objetivo, la lupa binocular permite aumentos que van de los 8 a los 50 aumentos, siendo muy útil para visualizar los macroinvertebrados y sus partes.



Fig 3. Caja Petri

Es un instrumento de cristal, que consta de una base circular, y las paredes son de una altura baja aproximadamente de 1 cm; y una cubierta de la misma forma, pero algo más grande de diámetro para que encaje como una tapa. Existen de diferentes diámetros, los más utilizados en el laboratorio son los de 10 cm de diámetro, se emplean para depositar los organismos en un medio acuoso y poder observarlos al estereomicroscopio.



Fig 4. Tamiz

El tamizado es un método físico para separar mezclas de partículas sólidas. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños por un tamiz o colador. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.

Fuente: Laboratorio de
audiovisuales, CORHUILA.

El tamiz se emplea para procesar la muestra sucia, en donde el objetivo es separar los sustratos más grandes de la muestra para facilitar y agilizar el proceso de limpieza, obteniendo partículas de tamaño más uniforme que la mezcla original.

10.3 **METODOLOGÍA**

- Al ingresar por primera vez al laboratorio el docente encargado les da a conocer a los estudiantes los diferentes materiales y herramientas que se van a utilizar en el laboratorio teniendo en cuenta sus funciones y recomendaciones.
- Con el estereomicroscopio da la explicación de las partes y funciones.
- Se inicia el proceso de limpiar la muestra sucia, se utiliza el tamiz de 500 μm se adiciona la muestra en ella y se hace el respectivo lavado retirando cada hoja o cada sustrato de tamaño grande que se encuentren en la muestra, luego en una caja Petri se adiciona una pequeña porción de muestra y se le agrega un poco de agua, y se lleva al estereomicroscopio para realizar la búsqueda de los MAIA que se encuentren en esta muestra.
- Para el proceso de separación se ubican pequeñas porciones de la muestra sucia en cajas Petri, donde se esparcen y se ubican al estereoscopio de tal modo que no queden sitios muy oscuros de difícil visibilidad que permita que se camuflen organismos de difícil caracterización como tricópteros o algunos dípteros que construyen casas o refugios con los sustratos y se ocultan en ellas; con pinzas y pinceles se remueve el material para buscar los diferentes tipos de macroinvertebrados y posteriormente se toman con una pinza de punta fina y se depositan en un frasco hermético con alcohol superior al 70% de concentración.

10.4 **RESULTADOS ESPERADOS**

Cada grupo de trabajo debe diseñar un diagrama de flujo en computador con fotografías propias describiendo el proceso metodológico empleado para limpiar la muestra sucia y posteriormente debe anexarlo al manual.

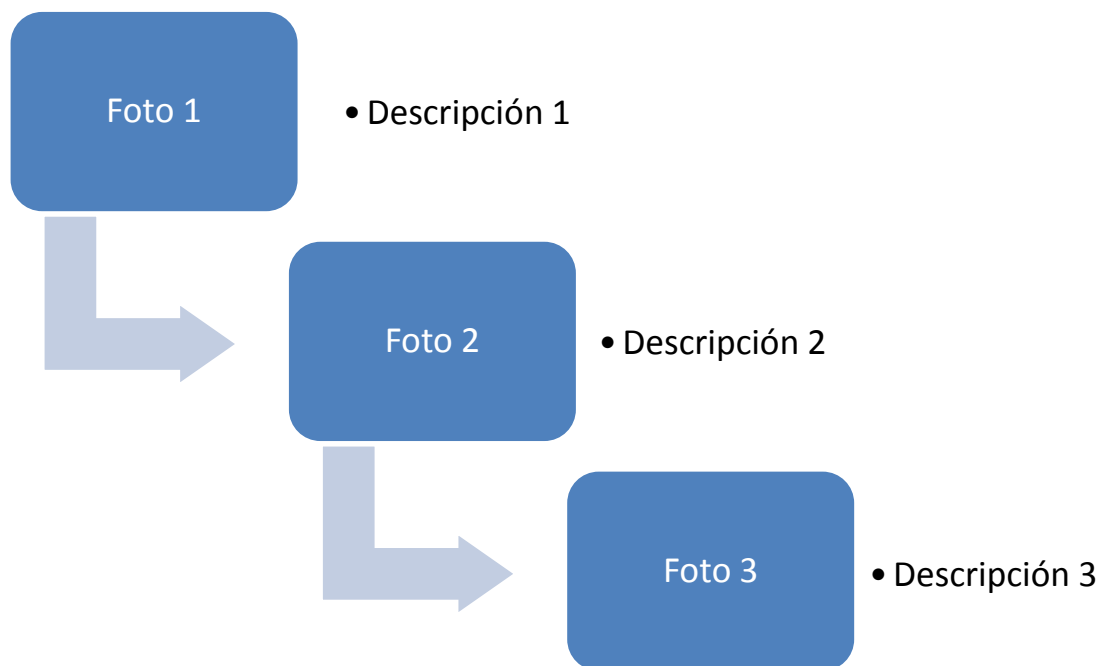


Fig 5. Ejemplo de un diagrama de flujo

10.5 RECOMENDACIONES GENERALES

- ✓ Antes de empezar a trabajar cerciőrese de que los equipos y materiales que usará y que hace parte de la Universidad están en un buen estado y funcionando correctamente, si llega a observar algún daño debe anunciarlo al docente previamente a iniciar las labores académicas.
- ✓ Utilice siempre bata blanca de laboratorio, pantalón largo y zapato cerrado sin tacón, evitará que en un momento dado ciertas sustancias químicas entren en contacto de su piel.
- ✓ Evitar usar joyas que interfieran con un desempeño cómodo de su trabajo en el laboratorio.
- ✓ Está prohibido comer, beber, fumar o maquillarse en el laboratorio.
- ✓ Mantenga un nivel responsable de trato amable y sobre todo respetuoso a sus compañeros y profesores.
- ✓ Apague los equipos (estereomicroscopio) cuando no se estén utilizando.
- ✓ Cuando se finaliza el trabajo de laboratorio, se deberá guardar los materiales, limpiar el lugar de trabajo y asegurarse la desconexión de aparatos.
- ✓ Antes de salir del laboratorio, debe darle entrega oficial de los materiales y del lugar de trabajo al docente encargado.
- ✓ Todo material o elemento que pertenezca a la Universidad y por mal empleo del estudiante sea dañado, debe ser repuesto por él mismo a la mayor brevedad.

11 LABORATORIO # 2: SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS EN MORFOESPECIE

11.1 ACTIVIDADES

- Separar a simple vista los MAIA en morfoespecies teniendo en cuenta sus características morfológicas.
- Determinar los grupos taxonómicos de los MAIA con la ayuda del libro guía de taxonomía.
- Leer la ecología y biología de cada especie identificada, según la guía de Roldán de 1988.

11.2 MATERIALES

Tabla 3. Materiales necesarios para el laboratorio 2.

UNIVERSIDAD	GRUPO DE TRABAJO
Cajas Petri	Bayetilla
Estereomicroscopio	Pinzas
Tamices	Jeringas
Bandejas Blancas	Alcohol al 70%
Goteros	Etiquetas
Paleta plástica para pintores	Cámara fotográfica
	Muestra sucia y limpia
	Tubos de ensayo

11.3 METODOLOGÍA

- Se separan los organismos según las características de su morfología, luego con la ayuda de la clave taxonómica de Roldán se identifican teniendo en cuenta sus estructuras diferenciales entre órdenes como agalla, palpo labial, filamentos terminales, patas entre otros dependiendo de la particularidad principal de cada organismo, que deben ser observadas y comparadas con la ayuda del estereomicroscopio.
- Al finalizar cada grupo debe investigar sobre la biología y ecología de las especies que van identificando, analizando y comparándolo con el sitio de muestreo.

11.4 RESULTADO ESPERADO

Cada grupo debe dibujar 3 macroinvertebrados, donde señale y determine las estructuras más sobresalientes de cada organismo encontrado.

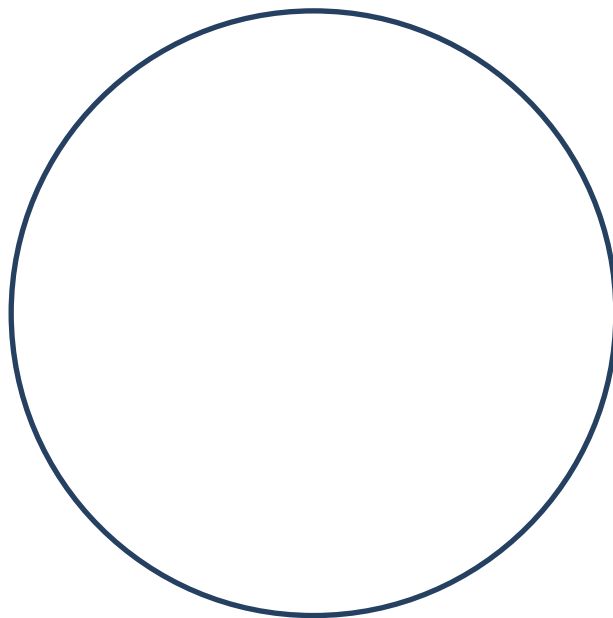


Fig 1.

Orden: _____
Familia: _____
N.C.: _____

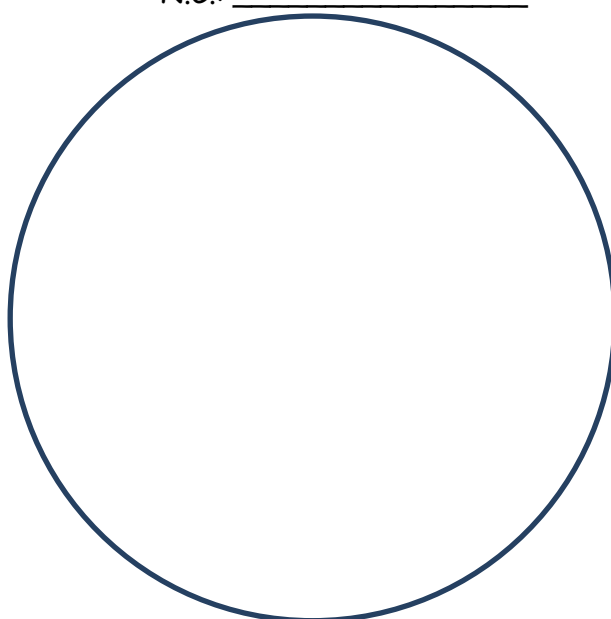


Fig 2.

Orden: _____
Familia: _____
N.C.: _____

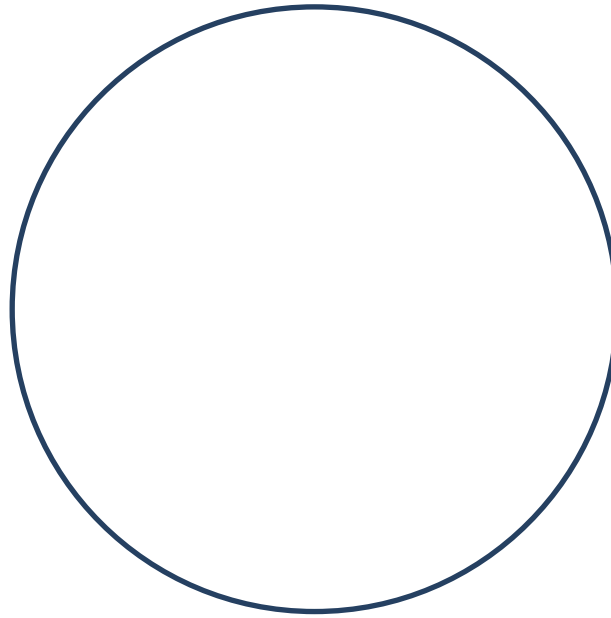


Fig 3.

Orden: _____

Familia: _____

N.C.: _____

12 LABORATORIO # 3: CLASIFICACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS

12.1 ACTIVIDADES

- Clasificar los macroinvertebrados hasta su mayor taxón posible.
- Conservar y etiquetar los macroinvertebrados en tubos de ensayo.
- Especificar las diferencias individuales de los macroinvertebrados.

12.2 METODOLOGÍA

Con las claves taxonómicas propuestas anteriormente se realizará la determinación hasta su mayor taxón posible de los organismos, luego se tomarán evidencias fotográficas a cada uno de ellos y se registrarán en un formato guía contando la cantidad de individuos por población. Véase tabla 4.

Todas las poblaciones de macroinvertebrados deben de estar preservados o fijados adecuadamente y en un tubo de ensayo hermético, deben evitar de dejar que se seque el alcohol, pues esto deteriora los organismos.

12.3 RESULTADOS

En la siguiente tabla deben recopilar la clasificación taxonómica de todos los individuos determinados y registrarlos fotográficamente para luego presentar digitalmente el informe al correo institucional del docente: santiago.gutierrez@corhuila.edu.co

Tabla 4. Recopilación taxonómica de los macroinvertebrados

	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	CANT	FOTO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

13 LABORATORIO #.4: EVALUACIÓN PRÁCTICA E INFORME FINAL DE LABORATORIO.

13.1 ACTIVIDADES

- Evaluar los conocimientos adquiridos durante el trabajo de campo y de laboratorio realizados en la asignatura de ecología.
- Entrega del informe de resultado de laboratorio teniendo en cuenta las pautas impartidas por el docente para la elaboración del mismo.

13.2 METODOLOGÍA

- Cada grupo de estudiantes entregará personalmente el informe de resultados obtenidos y el docente se encargará de cotejar la información con los tubos de ensayos etiquetados.
- Finalizado el proceso, se evaluará la técnica de clasificación taxonómica de macroinvertebrados, además, los conceptos vistos y aplicados en campo y laboratorio.

13.3 PRODUCTOS ESPERADOS

Recepción de los informes finales de laboratorio y entrega de las muestras recolectadas etiquetadas y determinados correctamente por cada grupo.

14 LABORATORIO #. 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS, CÁLCULO DE DIFERENTES ÍNDICES BIÓTICOS,

14.1 OBJETIVOS

- Determinar el estado ecológico del sistema acuático mediante el cálculo de los índices bióticos propuestos: BMWP/Col, diversidad alpha y dominancia
- Analizar y discutir los resultados obtenidos

14.2 METODOLOGÍA

La aplicación de los índices se realizara en una clase magistral que el docente encargado realizara con el fin de da las pautas para la elaboración de estos, y realizar el análisis de los resultados obtenidos.

14.2.1 Índices Biológicos

Son índices que miden la calidad del medio basándose en los organismos indicadores que lo pueblan. Este depende de la sensibilidad de cada organismo a la contaminación, el índice biológico le asigna un valor. En la vigilancia y el control de la contaminación basada en organismos "bioindicadores", se han desarrollado desde los años 70's varias metodologías que utilizan una amplia variedad de organismos: bacterias, protozoos, algas, macrófitos, macroinvertebrados, peces, etc. La mayoría de los índices bióticos se han elaborado para usarlos en un área geográfica concreta, y posteriormente, se han adaptado a otras zonas adecuando las listas de taxones y los valores de sensibilidad.

Desde su introducción han mostrado ser buenos instrumentos de medida para monitorear la calidad de los ambientes acuáticos y han complementado la información dada por los parámetros físico-químicos clásicos, en esta asignatura sólo veremos y aplicaremos los siguientes índices biológicos: el BMWP/Col, el de diversidad alpha y el de Dominancia.

A continuación se presenta los índices que se aplicaran

14.2.2 Índice BMWP

El índice BMWP se fundamenta en la presencia de familias sensibles o tolerantes a la contaminación del agua, para calcularlo se suman los puntos asignados a cada familia según su tolerancia; las puntuaciones altas significan alta sensibilidad a perturbaciones en la calidad del agua, y bajas, lo contrario. El índice de ASPT (puntuación promedio por taxón) es un índice útil para la evaluación de la calidad del agua, especialmente cuando hay alta diversidad. Se calcula dividiendo la puntuación total BMWP por el número de los taxones calificados en la muestra, lo cual expresa el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados encontradas en un sitio determinado. Un valor bajo de ASPT asociado a una puntuación baja de BMWP indicará

condiciones graves de contaminación. Para Colombia no se han establecido los límites del valor ASPT, y la biodiversidad para las diferentes calidades del agua y el BMWP todavía están en experimentación.

Para el cálculo del índice BMWP se hace la suma de las puntuaciones ecológicas de las familias según su grado de tolerancia a la eutrofización. El ASPT se calculó dividiendo el BMWP por el número de familias. Los valores ASPT se encuentran en un rango entre 0 y 10 y expresan el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados encontradas. Los valores del BMWP y el ASPT se correlacionan con cinco grados de contaminación y con cinco colores que los representan en la cartografía de calidad de las aguas Tabla 5.

A cada clase le corresponde un color, el cual determina el mapa de calidad biológica, así: Valores entre 101 y 120 o mayor de 150, color azul; valores entre 61 y 100, color verde; entre 36 y 60, color amarillo, valores; entre 16 y 35, color naranja y valores menores de 15 de color rojo.

Tabla 5. Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col., significado y colores para representaciones cartográficas

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Valor del ASPT	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	>9-10 >8-9	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas	Azul
II	Aceptable	61-100	>6.5-8	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminacion	Verde
III	Dudosa	36-60	>4.5-6.5	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	>3-4.5	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	<15	1-3	Aguas fuertemente contaminadas, situacion crítica	Rojo

Tabla 6. Puntos asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención de BMWP/Col (modificado de Roldan, 2003 por Álvarez, 2006).

Familias				Puntaje
Anomalopsychidae, Antriptectididae, Blephariceridae	Ptilodactylidae, Chordodidae, Gripopterygidae	Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae	Polymitarcyidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Coryphoridae, Ephemeridae, Euthyplociidae	Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae	Limnephilidae, Oligoneuriidae, Philipotamidae	Olastystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae,	9
Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae,	Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Lymnaeidae, Naucoridae,	Palaemonidae, Planorbidae (cuando es dominante Biomphalaria)	Pseudothelpusidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae	8
Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, coenagrionidae	Dicteriadidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae	Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Lestidae	Pyrallidae, Simuliidae, Veliidae	7
Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae,	Dryopidae, Dugesiidae, Elmidae, Hyriidae	Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae	Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae	6
Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae,	Glossiphoniidae, Gyrinidae, Lilellulidae	Mesoveliidae, Nepidea, Notonectidae	Tabanidae, Thiaridae	5
Belostomatidae, Chysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae	Haliplidae, Hydriidae, Muscidae	Scirrtidae, Empididae, Dolichopodidae	Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae	4
Chaoboridae, Cyclobdellidae	Hydrophilidae (larvas)	Physidae, Stratiomyidae	Tipulidae	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante, si domina es 1)		Culicidae, Psychodidae	Syrphidae	2
Tubificidae				1

14.2.3 Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H').

Está basado en los tres componentes de la estructura de la comunidad, a saber: Riqueza, uniformidad y abundancia, y describe la respuesta de la comunidad a la calidad ambiental. La diversidad se toma como una medida de la calidad biológica del sistema acuático. El índice más conocido y usado universalmente es el de Shannon - Weaver que refleja igualdad.

$$H = -\sum (n_i/n) \times \ln (n_i/n),$$

Dónde: n_i = número de individuos de la especie i

n = número total de individuos de la muestra

$\ln$ = logaritmo natural

Tabla 7. Calidad de Agua basado en Índice de Diversidad de Shannon-Weaver según Wihm & Doris, 1968 y Staub *et al*, 1970.

<i>Wilhm & Dorris, 1968</i>		<i>Staub et al , 1970</i>	
H'	Condición	H'	Condición
> 3	Agua limpia	3.0 - 4.5	Contaminación débil
1 - 3	Contaminación moderada	2.0 - 3.0	Contaminación ligera
< 1	Contaminación severa	1.0 - 2.0	Contaminación moderada
		0.0 - 1.0	Contaminación severa

Fuente: Wihm & Doris, 1968 y Staub *et al*, 1970 En: Segnini S., 2003.

14.2.4 Índice de Dominancia de Simpson (D).

Los valores del índice de Dominancia oscilan entre 0 y 1, siendo mayor cuando la diversidad biológica es menor, por lo tanto en ecosistemas con altas diversidades la dominancia está distribuida proporcionalmente en todos los taxones, pero cuando ésta es menor por condiciones también naturales o en ecosistemas sometidos al stress, como la contaminación, la dominancia se incrementa.

$$D = \sum (n_i (n_i - 1)) / (N (N-1))$$

Dónde: n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de la muestra

14.3 RESULTADOS ESPERADOS

- Cada grupo debe usar estadística descriptiva para mostrar los resultados obtenidos y luego debe analizar y discutir los resultados.
- Debe desarrollar el siguiente taller con datos reales resultado de una investigación del semillero de investigación MACU y entregarlo en físico en la próxima clase.

TALLER # 2. ANALISIS DE RESULTADOS

ESTACION 1

	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col	Especie	OCT	DIC	ABR	CANT.	% Ab.	Índice de S-W (H')	Índice de Dominancia
1	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6	<i>Cyloepus sp1</i>	4			4	0.62	3.14E-02	2.87E-05
2		Diptera	Simuliidae	7	<i>Simulium sp</i>	8	16		24	3.71	1.22E-01	1.32E-03
3		Odonata	Libellulidae	5	<i>Dythemis sp2</i>			4	4			
4					<i>Brechmorhoga sp</i>		2	19	21			
5			Calopterigidae	7	<i>Hetaerina sp1</i>		3	6	9			
6			Coenagrionidae	7	<i>Acanthagrion sp1</i>	2			2			
7		Megaloptera	Corydalidae	6	<i>Corydalis sp</i>	2	2	2	6			
8		Lepidoptera	Pyrilidae	7	<i>sp</i>		2		2			
9		Tricoptera	Philopotamidae	9	<i>Chimarra sp</i>	2	1	139	142			
10					<i>Leptonema sp</i>	5	15	8	28			
11			Hydropsychidae	7	<i>Smicridea</i>	12	164	94	270			
12			Leptoceridae	8	<i>Neptopsyche</i>		1	3	4			
13		Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	<i>Leptohyphes sp</i>		2		2			
14		Hemiptera	Veliidae	7	<i>Rhagovelia sp</i>		6		6			
15			Notonectidae	5	<i>Buenoa sp</i>	2			2			
16			Naucoridae	8	<i>Limnocoris sp</i>		1	1	2			
17		Turbelaria	Tricladida	Planariidae	7	<i>Dugesia sp</i>		9	9			
18	Oligochaeta	Haplotaenidae	Tubificidae	1	<i>sp</i>		6		6			
19			Thiaridae	5	<i>sp</i>	21	18	65	104			
			BMWP/Col		Total de organismos	58	248	341	647			
					Total de generos	19						
					Total Familia	17						

ESTACION 2

	Clase	Orden	Familia	Índice BMWP	Genero	Oct	Dic	Abril	CANT.	% Ab	Índice S-W (H')	Índice de Dominancia
1	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	3	<i>Tropisternus sp</i>		3	2	5	0.16	1.05E-02	2.14E-06
2			Elmidae	6	<i>Macrelmis sp</i>			2	2	0.07	4.79E-03	2.14E-07
3		Diptera	Chironomidae	1	<i>sp</i>	1270	318	1361	2949			
4					<i>sp</i>			3	3			
5			Libellulidae	5	<i>Brechmorhoga sp</i>	11		14	25			
6			Coenagrionidae	7	<i>Acanthagrion sp1</i>	2			2			
7		Tricoptera	Hydropsychidae	7	<i>Leptonema sp</i>	2		1	3			
8			Hydrometridae	4	<i>Hydrometra caraiba</i>	1		1	2			
9			Gerridae	8	<i>Brachymetra albinervis</i>	1	2	2	5			
10					<i>sp</i>	1	19	1	21			
11	Gasteropoda	Basommatophora	Thiaridae	5	<i>sp</i>	33	5	4	42			
					Total de organismos	1321	347	1391	3059	0		
			BMWP/Col		Total de generos	11						
					Total de familias	10						

1. Hallar la diversidad de Shannon & Weaver (H') y el Índice de Dominancia de Simpson (D)
2. Hallar el Porcentaje de Abundancia de cada organismo y el BMWP/Col
3. Analizar y discutir los resultados de cada índice obtenido entre ambas estaciones.

15 LABORATORIO No. 6: ELABORACIÓN DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO

15.1 ACTIVIDADES

- Elaborar un artículo científico de aula de clase con las pautas asignadas por el docente encargado.
- Presentar los resultados y análisis de la calidad biológica del ecosistema acuático estudiado.
- Sustentar los resultados arrojados por el estudio y la aplicación de los índices.

15.2 METODOLOGÍA

El informe debe estar escrito en formato de artículo científico y debe contener la siguiente información, siguiendo el modelo de presentación de la revista *Caldasía*, el cual podrá descargarlo en la siguiente dirección: revistas.unal.edu.co/index.php/cal/index, en el link Formato para autores.

- I. Título
- II. Resumen
- III. Palabras claves
- IV. Introducción
- V. Justificación
- VI. Materiales
- VII. Metodología
- VIII. Resultados
- IX. Análisis de Resultados
- X. Conclusiones
- XI. Agradecimientos
- XII. Bibliografía

15.3 PRODUCTOS ESPERADOS

Cada grupo debe entregar el artículo científico en físico sobre los resultados obtenidos en campo y además deben enviarlo en forma digital al correo santiago.gutierrez@corhuila.edu.co.

16 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ALBA-TERCEDOR, J. y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes, basado en el de Hellawell. *Limnética* 4: 51-56.
- BRUSCA, G & R. BRUSCA, 2005. *Invertebrados*. Madrid. 1005p.
- HANSON, P., SPRINGER, M., & RAMIREZ, A. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNANDEZ, H.R. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y biología*. San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo. 656 p.
- FERNÁNDEZ, H. & E. Domínguez. 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos suramericanos*. Ed Universidad de Tucumán. Tucumán, Argentina. 282 p.
- LARRAHONDO M. 2000. Aprovechamiento acuícola de embalses en Colombia. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB488S/AB488S05.htm>.
- NEEDHAM, J. G. & P. NEEDHAM, 1982. *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Ed. Reverté, Barcelona. 131 p.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona. 951 p.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. 1010 p.
- PEÑA, E., PALACIOS M. & OSPINA ALVAREZ N. 2005. *Algas como indicadoras de contaminación*. Ed. Universidad del Valle, Diciembre de 2005. Cali. 164 p.
- RAMIREZ GONZÁLES A. & G. VIÑA VIZCAINO. 1998. *Limnología Colombiana, Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Ed Panamericana, Colombia. 293 p.
- RAMÍREZ, J.J. 2000. *Fitoplancton de agua dulce*. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín.
- ROLDÁN, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo FEN - COLCIENCIAS -U. de Antioquia, Bogotá.
- ROLDÁN, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín. 170 p.
- VILLA, F., REINOSO G., BERNAL, M. y LOSADA, F. 2004. *Biodiversidad Faunística de la cuenca del río Coello, Tolima*. CORTOLIMA, U. del Tolima, Ibagué. 1132 p.