

Curaduría, Determinación y Publicación de Nuevos Registros para la Colección Biológica de
Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-UNISANGIL

Sara Catalina Vargas Tarazona

Trabajo de Grado para Optar al Título de Bióloga

Director

Carolina Gómez Posada

Doctora en Biología de la Conservación

Codirector

Sandra Liliana Quintero Díaz

Magíster en Ingeniería Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Programa Académico

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A Dios, mi primer y más grande apoyo.

A mis padres, mis primeros maestros quienes me han impulsado a creer en mis capacidades y que con su amor y ejemplo me han enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y la resiliencia.

A mis hermanos, mis mejores amigos quienes me han brindado la oportunidad de seguir creciendo y cuya pasión por aprender me ha enseñado a continuar siendo curiosa.

A Horacio y Bosco, seres maravillosos cuyo recuerdo y legado continúan haciéndome feliz y permanecerán en mi corazón por siempre.

A toda mi familia, especialmente a mis abuelos y a mis tías Ortiz, por alentarme a cumplir mis metas y ser mi refugio y fortaleza.

Finalmente, a BTS cuya música y mensajes me inspiraron del inicio hasta el final de este camino, enseñándome que lo mejor siempre está por venir

Agradecimientos

Deseo agradecer a mi tutora, Carolina Gómez Posada por instruirme en esta oportunidad de aprendizaje para desarrollar y culminar con éxito esta pasantía de investigación; igualmente a mi cotutora Sandra Liliana Quintero, por compartirme sus conocimientos y experiencia como curadora de la colección y al director de la colección CBMUS Frank Carlos Vargas, por todo su apoyo y gestión en la realización de este proyecto.

También agradezco a la fundación universitaria de San Gil, UNISANGIL, por brindarme la oportunidad de contribuir en el proyecto “Línea base para el ordenamiento de las quebradas:

La Gómez y sus tributarias”

Finalmente, deseo agradecer al ingeniero Kevin Borja del instituto Humboldt por capacitarme en el uso del software iReports para la elaboración de etiquetas.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	14
1. Objetivos	17
1.1 Objetivo General	17
1.2 Objetivos específicos	17
2. Fase de campo.....	18
2.1 Área de estudio localización geográfica.	18
2.1.1. Número de estaciones o puntos de monitoreo.....	18
2.1.2. Coordenadas geográficas.....	20
2.1.3. Objetivo del monitoreo.....	21
2.1.4. Comunidad biológica muestreada	21
2.1.5. Metodología de campo	21
3. Fase de laboratorio y resultados	23
3.1. Proceso de montaje y determinación de especímenes.....	23
3.1.1. Proceso de montaje.....	23
3.1.2. Resuspensión.....	23
3.1.3. Limpieza.....	24
3.1.4. Selección de material biológico útil.....	24
3.1.5. Determinación taxonómica de especímenes	24
4. Etiquetado y registro de especímenes.....	52
4.1. Etiquetado.....	52

CURADURÍA Y PUBLICACIÓN DE REGISTROS BIOLÓGICOS	5
4.1.1. Codificación.....	52
4.1.2. Catalogación	53
4.1.3. Identificación del registro biológico	53
4.1.4. Elaboración de etiquetas de localidad y de determinación.....	53
4.1.5. Asignación de etiquetas a los viales	55
4.2. Registro.....	55
4.2.1. Asignación de datos a la base de datos CBMUS-Unisangil	55
5. Sistematización y publicación de nuevos registros	56
5.1. Sistematización de la información	56
5.1.1. Movilización de base de datos CBMUS a base de datos D. Core	56
5.2. Publicación en el SiB.....	57
5.2.1. Solicitud de publicación de nuevos registros	57
5.2.2. Revisión y ajustes de los datos.....	58
5.2.3. Envío de los datos finales para publicación y evidencia de publicación	59
6. Conclusiones.....	60
Referencias Bibliográficas	62

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1 Puntos de monitoreo de donde provienen las muestras 19

Lista de Apéndices

**Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca
UIS**

Apéndice A. Fotografías realizadas a los especímenes de las diferentes familias

Apéndice B. Descripción del proceso de etiquetado

Apéndice C. Base de datos de la colección de referencia CBMUS

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Mapa de puntos de monitoreo.....	20
Figura 2 Familia Gomphidae. Vista dorsal de dos individuos diferentes. Obj. 2x.....	26
Figura 3 Familia Coenagrionidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. lateral, obj. 2x	27
Figura 4 Familia Calopterygidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. Branquias caudales	27
Figura 5 Familia Aeshnidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. Acercamiento	28
Figura 6 Familia Libellulidae, obj. 2x.....	29
Figura 7 Familia Ceratopogonidae, obj. 4x.....	30
Figura 8 Familia Tipulidae, obj. 4x.....	31
Figura 9 Familia Chironomidae	31
Figura 10 Familia Dystiscidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. del escutelo, obj. 6x	32
Figura 11 Familia Elmidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c y d. Larvas en vista dorsal	33
Figura 12 Familia Psephenidae en vista dorsal	33
Figura 13 Familia Staphylinidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. lateral, obj. 4x.....	34
Figura 14 Familia Scirtidae, obj. 2x.....	35
Figura 15 Familia Hydrophilidae, obj. 6x.....	35
Figura 16 Familia Baetidae	36
Figura 17 Familia Leptophlebiidae, obj. 4x	37
Figura 18 Familia Leptohyphidae, obj. 8x	37
Figura 19 Familia Polymitarcyidae	38
Figura 20 Familia Planorbidae	39
Figura 21 Familia Physidae.....	39

Figura 22	Familia Helicopsychidae	40
Figura 23	Familia Leptoceridae, a. Vista ventral, b y c. V. lateral del refugio, obj. 4x.....	41
Figura 24	Familia Hydrobiosidae obj. 4x	42
Figura 25	Familia Philopotamidae, obj.6x.....	42
Figura 26	Familia Hydropsychidae, obj. 2x.....	43
Figura 27	Familia Naididae, obj. 2x.....	44
Figura 28	Familia Perlidae, obj. 4x.....	45
Figura 29	Familia Glossiphoniidae, a. Vista lateral, b. V. ventral, obj. 2x.....	45
Figura 30	Familia Corydalidae, obj. 2x	46
Figura 31	Familia Corixidae, a. Vista ventral, b. V. dorsal, obj. 6x	47
Figura 32	Familia Gerridae, obj. 2x.....	47
Figura 33	Familia Naucoridae, a. Vista ventral, b. v. dorsal, obj. 2x.....	48
Figura 34	Familia Notonectidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, obj. 2x.....	49
Figura 35	Familia Veliidae, a. Vista ventral, b. V. dorsal, c. Garra anteapical, obj. 4x.....	50
Figura 36	Familia Mesoveliidae, a. Vista dorsal, b. Vista lateral, c. Vista ventral.....	51
Figura 37	Familia Pleidae, obj. 8x	51
Figura 38	Familia Nepidae, obj. 2x.....	52
Figura 39	Ejemplo de etiquetas de localidad	55
Figura 40	Ejemplo de etiquetas de determinación	55
Figura 41	Evidencia de la publicación de los registros biológicos	59

Glosario

Base de datos: Es una recopilación organizada de información o datos estructurados que normalmente se almacena de forma electrónica en un sistema informático (Fundación universitaria de San Gil, 2020)

Catalogación: es el proceso en el que se hace un registro de los especímenes mediante la asignación de un número de catálogo único junto con el acrónimo de la colección. C. Gómez (Comunicación personal, 16 de diciembre, 2024)

Colección biológica: Las colecciones biológicas son un repositorio físico, sistematizado y ordenado de ejemplares de la diversidad biológica y su información, consisten en un conjunto de especímenes de organismos o partes de ellos, como tejidos, huesos, semillas, entre otros, que se conservan y documentan de manera meticulosa, proporcionando un registro detallado y accesible de la biodiversidad. Estas son el instrumento científico por excelencia para documentar la biodiversidad. Son cruciales en el marco de programas de gestión y conservación, permiten rastrear e identificar epidemias y vectores de enfermedades, además de servir como línea base para monitorear el estado de ecosistemas estratégicos y permiten proyectar escenarios futuros de cambios en la biodiversidad (Instituto Alexander von Humboldt, 2016)

Curaduría: se refiere al proceso de gestión, conservación, documentación y cuidado de los especímenes y su información asociada, que se realizan para garantizar la preservación de la integridad a largo plazo de los especímenes en una colección biológica. C. Gómez (Comunicación personal, 16 de diciembre, 2024)

Determinación taxonómica: La determinación hace referencia al proceso de clasificar a los seres vivos y nombrarlos en una jerarquía taxonómica de acuerdo a sus caracteres morfológicos, genéticos o anatómicos (Universidad de Antioquía, 2018)

Etiquetado: es el proceso de asignar una etiqueta a cada espécimen de la colección, en la cual se incluye información relevante (como la determinación taxonómica, los datos de localidad, fecha de recolección) asociada a los registros biológicos con el fin de facilitar su manejo y análisis (Fundación universitaria de San Gil, 2020)

Macroinvertebrados: se definen como aquellos invertebrados que se pueden ver a simple vista o bien que son retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 μ m. Este grupo tiene representantes en muchos filos de animales, entre ellos: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha (Hanson et al; 2010)

Movilización de datos: se refiere al proceso de sistematizar, estandarizar y compartir la información de los especímenes almacenados en una colección, haciéndola accesible a través de plataformas digitales y repositorios. C. Gómez (Comunicación personal, 16 de diciembre, 2024)

Publicación: se refiere al proceso mediante el cual se hace accesible al público en general y a toda la comunidad científica la información contenida de los registros biológicos dentro de una colección. C. Gómez (Comunicación personal, 16 de diciembre, 2024)

Sistematización: Es un proceso mediante el cual se obtiene un registro digital de la información completa de los especímenes ingresados a una colección dentro de una base de datos global y estandarizada como la base del sistema Darwin Core (Fundación universitaria de San Gil, 2020)

Resumen

Título: Curaduría, Determinación y Publicación de Nuevos Registros para la Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-UNISANGIL*

Autor: Sara Catalina Vargas Tarazona **

Palabras Clave: Colección biológica, curaduría, macroinvertebrados, movilización de datos, publicación

Descripción: Las colecciones de macroinvertebrados, como repositorios de información biológica, desempeñan un papel crucial en el campo de la investigación. En Colombia, se registran 272 colecciones, 5 corresponden al manejo de macroinvertebrados acuáticos. La presente pasantía tuvo como propósito aportar a la gestión de la información biológica de la colección de macroinvertebrados acuáticos CBMUS-UNISANGIL en el marco del proyecto “Línea base para el ordenamiento de las quebradas: La Gómez y sus tributarias” a través del desarrollo de las fases del proceso de curaduría: el montaje de los especímenes, la determinación taxonómica de familias, el etiquetado y la movilización (sistematización y publicación) de la información asociada a los especímenes. Como resultado de ello, se curaron 711 ejemplares correspondientes a 37 familias de 11 órdenes, y fueron publicados 163 nuevos registros para la colección CBMUS y los investigadores que la consultan y citan, en el SiB- del país y en el GBIF. La realización de este proyecto contribuyó al conocimiento de la biodiversidad acuática local, proporcionó información para la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial y de recursos hídricos, apoyó al cumplimiento de las metas de la COP 16, además de la visibilización e internacionalización de la información de los especímenes que facilitará futuros estudios de patrones de distribución, y evaluación del estado ecosistémico de las corrientes hídricas a nivel local

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Directora: Carolina Gómez Posada. Doctora en Biología de la Conservación. Codirectora: Sandra Liliana Quintero Díaz. Magister en Ingeniería Ambiental

Abstract

Title: Curation, Determination and Publication of New Records for the Biological reference Colección of Aquatic Macroinvertebrates CBMUS-UNISANGIL[†]

Author: Sara Catalina Vargas Tarazona **

Key Words: Biological collection, curation, data mobilization, macroinvertebrates, publishing

Description: Macroinvertebrate collections, as repositories of biological information, play a crucial role in the field of research. In Colombia, 272 collections are registered, 5 correspond to the management of aquatic macroinvertebrates. The purpose of this internship was to contribute to the management of biological information of the CBMUS-UNISANGIL aquatic macroinvertebrate collection within the framework of the project "Baseline for the management of streams: La Gómez and its tributaries" through the development of the phases of the curatorial process: the assembly of specimens, the taxonomic determination of families, labeling and mobilization (systematization and publication) of the information associated with the specimens. As a result, 711 specimens corresponding to 37 families from 11 orders were curated, and 163 new records were published for the CBMUS collection and the researchers who consult and cite them, in the country's SiB- and in the GBIF. The realization of this project contributed to the knowledge of local aquatic biodiversity, provided information for decision-making in matters of territorial and water resource planning, supported the fulfillment of the goals of COP 16, in addition to the visibility and internationalization of the information of the specimens that will facilitate future studies of distribution patterns, and evaluation of the ecosystemic state of water currents at a local level.

[†] Degree Work

** Faculty of Sciences. School of Biology. Director: Carolina Gómez Posada. Ph.D. in Conservation Biology. Co-director: Sandra Liliana Quintero Díaz. M.s. Environmental Engineering

Introducción

Las colecciones de macroinvertebrados, como repositorios fundamentales de información biológica a nivel histórico, genético, evolutivo, ecológico, anatómico y morfológico de la biodiversidad (Mora y Fuentes, 2006; Vélez et al., 2012), desempeñan un papel crucial en el campo de la investigación, pues, es a través de sus innumerables registros biológicos que es posible identificar datos como la distribución geográfica y las abundancias, los cuales son fundamentales para inferir el estado de las poblaciones e iniciar procesos de seguimiento y conservación de una especie determinada (Instituto Alexander von Humboldt, s.f.). Respecto a este grupo biológico en particular, existe además un gran interés, puesto que las familias que lo conforman resaltan como indicadores de las condiciones ambientales, debido a que su presencia refleja las condiciones físicas, químicas y bióticas que prevalecen en el ambiente donde viven, por lo tanto, se han convertido en una herramienta clave para el monitoreo de los recursos hídricos (González, et al., 2012).

En el mundo se estima que existen 6.500 colecciones científicas, muchas de las cuales presentan como principales problemas, la falta de buena administración y la reducción gradual de taxónomos. En Colombia, se registran 272 colecciones de las cuales 5 corresponden al manejo de comunidades de macroinvertebrados acuáticos. La colección biológica de referencia de macroinvertebrados acuáticos CBMUS-UNISANGIL está presente a nivel del departamento de Santander, en el municipio de San Gil (Registro Nacional de Colecciones, s.f.), y contiene registros biológicos de macroinvertebrados acuáticos, los cuales son de importancia ecológica al ser bioindicadores de calidad en sistemas hídricos (lóticos y lénticos). Estas muestras han sido recolectadas en la ejecución del proyecto en el cual se enmarca la presente pasantía de investigación, denominado “Línea base para el ordenamiento del recurso hídrico de la subcuenca

hidrográfica de las quebradas: La Gómez y sus tributarias” que tuvo por objetivo establecer las condiciones fisiográficas del territorio para planificar el uso y manejo sostenible de los recursos, e incluyó el diseño y ejecución de un plan de monitoreo físico, químico e hidrobiológico de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y algas perifíticas en 36 estaciones en el cauce principal de las quebradas: La Gómez, Santos Gutiérrez, Pescado, Islitas, Caño Peruétano y 4 estaciones en la Ciénaga de Paredes durante 4 campañas de monitoreo en un año hidrológico.

Actualmente, la colección biológica de referencia CBMUS cuenta con 1557 registros biológicos de un potencial aproximado de 4000. Debido a la carencia de curadores, esta colección tiene un déficit de gestión de la información biológica obtenida o derivada principalmente de las campañas de monitoreo 2, 3 y 4 a las cuales no se les ha realizado el debido proceso de curaduría, que abarca el proceso de montaje, determinación taxonómica, codificación, catalogación y etiquetado. Por dichas razones, esta información biológica no ha sido sistematizada en el registro de datos de la colección ni migrada al sistema Darwin Core, y, en consecuencia, los nuevos registros potenciales no están disponibles para consulta de investigadores nacionales e internacionales. Es por esto, que el objetivo general de este proyecto fue el de aportar a gestionar la información biológica de la colección de macroinvertebrados acuáticos CBMUS-UNISANGIL procedente de la campaña número 2, específicamente de los especímenes colectados en la parte alta de la quebrada La Gómez. Se incluyeron 12 estaciones de monitoreo de 40, a través del cumplimiento de los objetivos específicos presentados, de manera que se facilite el registro oficial de los especímenes a lo largo del tiempo dentro de la colección, junto a los datos asociados a ellos.

Estos datos son de especial relevancia para comprender patrones de distribución, los cuales son la base para la clasificación, ecología y biogeografía, es decir, las disciplinas esenciales para la conservación (Barreto, et al., 2010; Andrade, et al., 2013) y que además son útiles al evaluar el estado ecosistémico y de las corrientes hídricas. También se contribuye a facilitar el proceso de

movilización de la información allí contenida, el cual engloba a la sistematización de los datos en la base del sistema Darwin Core y su posterior publicación en la plataforma del SiB Colombia, proceso que permitió hacer disponible la información para impulsar futuras investigaciones.

La realización de este proyecto contribuye a ampliar el conocimiento de la biodiversidad acuática local, proporciona información valiosa para la toma de decisiones en cuestiones de ordenamiento territorial, de gestión de los recursos hídricos y de definición de estrategias de conservación. Igualmente, la actualización y enriquecimiento de la colección biológica CBMUS a través del desarrollo de la presente pasantía de investigación, apoya al cumplimiento de las metas de la COP 16 que promueven el uso sostenible de la biodiversidad y buscan fortalecer la base de conocimiento científico.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Gestionar la información biológica de la colección de macroinvertebrados acuáticos CBMUS-UNISANGIL en el marco del proyecto “Línea base para el ordenamiento de las quebradas: La Gómez y sus tributarias”.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar el proceso de curaduría y determinación a nivel taxonómico de familia de los especímenes
2. Llevar a cabo el proceso de etiquetado (codificación y catalogación) y registro de los especímenes
3. Ejecutar el proceso de movilización de la información asociada a los especímenes para el SiB

2. Fase de campo

2.1 Área de estudio localización geográfica.

El estudio original en el cual se desarrolló la presente pasantía de investigación se realizó en la subcuenca de la quebrada La Gómez y Ciénaga de Paredes en los municipios de Sabana de Torres y Puerto Wilches- Santander –Colombia.

El municipio de Sabana de Torres se encuentra ubicado geográficamente al Noroeste del Departamento de Santander, en la región denominada por el departamento, como Magdalena Medio Santandereano, a una altura de 110 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura media de 28,5°C°. El municipio de Puerto Wilches se encuentra a una altura promedio de 75 metros sobre el nivel del mar, su extensión se caracteriza por ser una zona muy calurosa y húmeda. La mayor parte del territorio es plano con algunas ondulaciones, orillales bajos, terrazas, pantanos y ciénagas.

2.1.1. Número de estaciones o puntos de monitoreo.

A continuación, se muestran los 12 puntos de monitoreo de los cuales provienen las muestras objeto de estudio de la presente pasantía de investigación, ubicados en la parte alta de la cuenca de la quebrada La Gómez y sus tributarias con sus respectivos códigos y coordenadas geográficas.

Tabla 1*Puntos de monitoreo de donde provienen las muestras*

Punto	Nombre	Código	Coordenadas geográficas	
			N	W
2	Quebrada San Isidro final	LG-01-02	73° 23' 03,9"	73° 32' 54,8"
1	Quebrada La Moneda antes de la desembocadura de la Gómez	LM-013-01	73° 23' 00,9"	73° 32' 59,1"
3	Quebrada La Gómez después de la unión San Isidro y La Moneda	LG-01-03	73° 23' 03,9"	73° 32' 56,6"
4	Quebrada diamante antes de Ecopetrol	SG-022-01	73° 19' 33"	73° 26' 34,7"
5	Quebrada diamante después de Ecopetrol	SG-022-02	73° 19' 47,4"	73° 26' 57,6"
15	Quebrada La Gómez aguas abajo de la Mojahuevos	LG-01-05	73° 23' 35,9"	73° 34' 20,7"
16	Quebrada Mojahuevos antes de La Gómez	MH-023-01	73° 23' 33,5"	73° 34' 20,0"
29	Quebrada La Gómez aguas arriba de la Mojahuevos	LG-01-04	73° 23' 34,9"	73° 34' 18,2"
30	Quebrada La Lebrija antes de Petro Santander	SG-000-01	73° 17' 14,0"	73° 28' 42,9"
27	Quebrada La Lebrija después de Petro Santander	SG-000-02	73° 17' 42,2"	73° 28' 10,2"
28	Quebrada San Isidro	LG-01-01	73° 20' 57,6"	73° 30' 55,4"
31	Quebrada Santos Gutiérrez	SG-02-03	73° 21' 11"	73° 28' 21,8"

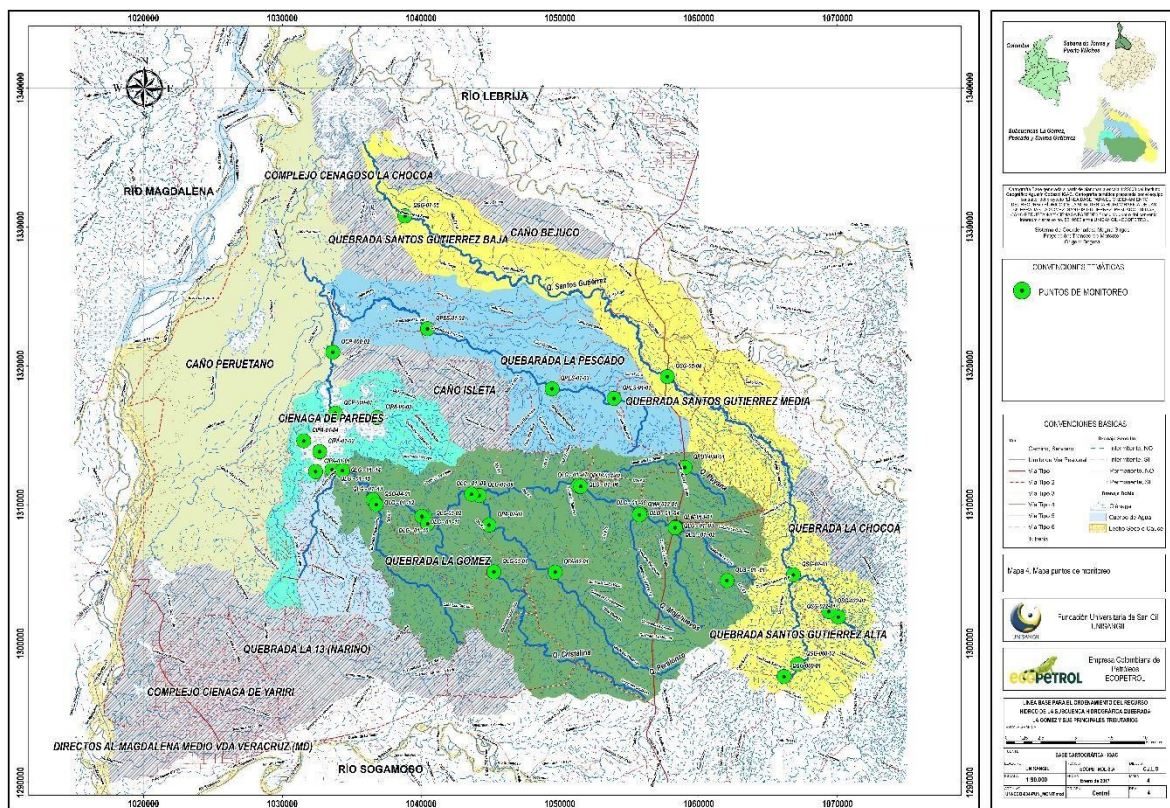
2.1.2. *Coordenadas geográficas.*

Se utilizó un mapa guía para la identificación y acceso a los sitios de trabajo, el cual fue impreso y plegado para las libretas de campo de los técnicos. Además, se utilizaron fotografías aéreas de la zona recientes y a escala adecuada.

A continuación, se presenta el mapa con los puntos de monitoreo referenciados.

Figura 1

Mapa de puntos de monitoreo



Nota. En un círculo de color rojo se resaltan los puntos de monitoreo objeto de la pasantía

2.1.3. Objetivo del monitoreo

Establecer la calidad del recurso hídrico en la subcuenca de la quebrada La Gómez y Ciénaga de Paredes en los municipios de Sabana de Torres y Puerto Wilches a través de indicadores acuáticos sensibles a la contaminación ambiental – comunidad de macroinvertebrados.

2.1.4. Comunidad biológica muestreada

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en lugares con presencia de agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas.

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. (Carrera, C. y Fierro, K. 2001).

2.1.5. Metodología de campo

A continuación, se describe la metodología que fue utilizada para el monitoreo de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos adheridos a estructuras o sumergidos en un sistema acuático.

Considerando el objetivo del estudio, los sustratos disponibles y las características biológicas de la comunidad de macroinvertebrados (ubicuidad, respuesta a estrés físico y químico, diversidad y eficiencia de muestreo), se analizaron secciones con sustratos pedregosos y arenosos poco profundos, principalmente en las orillas donde fue posible muestrear debido a altos caudales o topografía, cubriendo diferentes puntos de la sección transversal de cada sitio de muestreo y se colectó mediante el uso de tres tipos de redes especializadas en la captura de macroinvertebrados acuáticos.

Se realizó un monitoreo para línea de base o inventario biológico basado en los tipos de sustratos disponibles en el sistema acuático de los cuerpos hídricos seleccionados. De acuerdo con Roldan, 2004, para adelantar el inventario de los insectos acuáticos, se definieron épocas y número de muestreos. Para este caso se realizaron cuatro muestreos generales en 40 puntos, dos en cada periodo climático representativo para la zona (dos en temporada lluviosa y dos en temporada seca), de los cuales se realizó el primer monitoreo en periodo seco.

Por cada punto de monitoreo la unidad de esfuerzo de muestreo fue de 10 repeticiones por red durante 1 minuto en cada repetición. Para las capturas se emplearon (3) redes acuáticas D – Net de 300 micras, instrumento utilizado para el muestreo de macroinvertebrados en ríos y quebradas.

Igualmente se utilizaron 3 redes Surber las cuales se usan para análisis “semi- cuantitativos” de organismos acuáticos (insectos, larvas y otras formas acuáticas de vida libre) en sistemas lóticos someros. El trabajo se complementó con redes de mano o Jama, 1 para cada grupo de trabajo, las cuales consisten en un anillo metálico abierto con un diámetro de 30 a 50 cm.

En cada punto de monitoreo, las muestras fueron colectadas en material de laboratorio portátil, para posteriormente ser analizadas en el lugar de trabajo donde inicialmente se realizó un lavado y tamizado no menor a 500 micras, seguidamente se colocaron en una bandeja blanca y de allí con la ayuda de pinzas, se transfirieron a recipientes de plástico (viales) con solución fijadora para su identificación posterior en el laboratorio.

Por último, se organizaron los viales, se etiquetaron, se colocaron en las cavas para su transporte y se instalaron en el laboratorio para su posterior estudio.

3. Fase de laboratorio y resultados

En esta sección se exponen los resultados obtenidos en la fase de laboratorio a partir de la implementación de la metodología propuesta y desarrollada para la presente pasantía de investigación

3.1. Proceso de montaje y determinación de especímenes

3.1.1. Proceso de montaje

3.1.2. Resuspensión

Los especímenes colectados en la campaña dos (2), específicamente los provenientes de los puntos de monitoreo de la parte alta de la quebrada la Gómez, fueron inicialmente revisados con el fin de conocer el estado de conservación de los organismos allí contenidos, teniendo en cuenta que su última resuspensión había sido en mayo del 2024. Por tanto, con ayuda de un estereomicroscopio, se extrajeron vial por vial los especímenes, con el fin de corroborar que sus condiciones fueran las más óptimas para que de esta manera fuera posible garantizar su integridad a largo plazo; es decir, que se prestó especial atención a que cada uno de ellos estuviese completo, que no estuviera en condiciones de deterioro con evidentes daños en los tejidos que pudieran comprometer tanto su información morfológica como genética, y que, en consecuencia, fueran reconocibles para facilitar el proceso posterior de la determinación taxonómica.

Seguidamente, en un reactivo preservante fresco (en este caso se hizo uso de alcohol al 96%), se resuspendieron los especímenes en nuevos viales, ya que muchos de los anteriores estaban desgastados o carecían de alcohol.

3.1.3. Limpieza

Una vez los especímenes fueron cuidadosamente resuspendidos, se continuó con la actividad de la limpieza, para ello fue necesario hacer uso de pinceles y en algunas ocasiones de pinzas, instrumentos que favorecieron la meticulosa tarea de retirar residuos de materia orgánica como restos de tejidos o preservantes antiguos deteriorados que pudieran dañar o en su defecto, oscurecer a los organismos. En total se limpiaron 198 viales que contenían 1980 ejemplares. Así, al eliminar los remanentes del material biológico de interés, bajo la mirada de un estereoscopio, se pudo asegurar la vida útil de los ejemplares. De esta manera, la información de carácter científico que cada uno de ellos provee se mantendrá intacta.

3.1.4. Selección de material biológico útil

La selección del material biológico útil es la actividad final de la fase de curaduría. Una vez se llevó a cabo la limpieza de los especímenes, se procedió a evaluar con gran cuidado y detalladamente cada organismo, desde su estructura general hasta la calidad de sus tejidos y órganos, teniendo como parámetro su estado de conservación, su potencial para estudios y que tanto, dicha selección garantiza a la colección de referencia de macroinvertebrados acuáticos CBMUS ser completa y representativa a nivel taxonómico. Tomando lo anterior como base, el número de ejemplares seleccionados se redujo a 711.

3.1.5. Determinación taxonómica de especímenes

3.1.5.1. Consulta y selección de claves taxonómicas. Para realizar una determinación taxonómica acertada de las familias a las que pertenecen los especímenes seleccionados, se realizó una búsqueda previa de las principales fuentes bibliográficas a tener en cuenta y que están directamente relacionadas con autoridades en el tema como Gabriel Roldán Pérez en su libro “Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia”, Eduardo Domínguez y Hugo Fernández en “Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos” y finalmente Luisa Fernanda Álvarez en “Metodología

para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua”. Las descripciones de estas guías inicialmente se tomaron como base para la identificación de órdenes y familias, puesto que no solo contienen claves escritas sino también gráficas que mejoran la comprensión de ciertos caracteres diagnósticos. Sin embargo, al estudiar varios ejemplares también se hizo necesario la búsqueda de claves más específicas para determinar individuos de familias de algunos órdenes como los hemípteros, tricópteros, moluscos, y algunos anélidos. Se trabajó, por ejemplo, con el manual de hemípteros de Marta Goula y Luis Mata, así como con el libro de “Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del neotrópico” del Doctor Hernán Aristizábal.

De igual manera, como herramienta adicional, se consultó el recurso virtual e interactivo desarrollado por científicos de la Universidad de Pittsburgh conocido bajo el nombre de “Macroinvertebrates.org”, que utiliza imágenes de alta resolución con zoom, anotaciones de caracteres diagnósticos y medios interactivos para mejorar las habilidades perceptivas y aumentar la confianza y precisión de la identificación (NSF, 2018).

3.1.5.2. Generación de imágenes. La generación de imágenes es una herramienta que no solo permite tener un registro intacto de la biodiversidad, sino que también beneficia la determinación de especímenes. Por tal motivo, se realizó un registro visual detallado de los 711 especímenes estudiados, para capturar las características morfológicas con especial atención en los llamados caracteres diagnósticos encontrados a partir de las claves taxonómicas consultadas. Lo anterior se realizó a partir del uso de un estereomicroscopio SMZ160 TLED con una cámara Motic serie S6. La toma de fotografías es entonces, un complemento para resaltar los rasgos más importantes de cada familia y contribuye a la información asociada a cada uno de ellas.

3.1.5.3. Taxones determinados. Como producto de la generación de imágenes de los especímenes y la implementación de claves taxonómicas, se determinaron en total, 37 familias de 11 órdenes. Los taxones obtenidos a partir de ello se describen a continuación a través de las

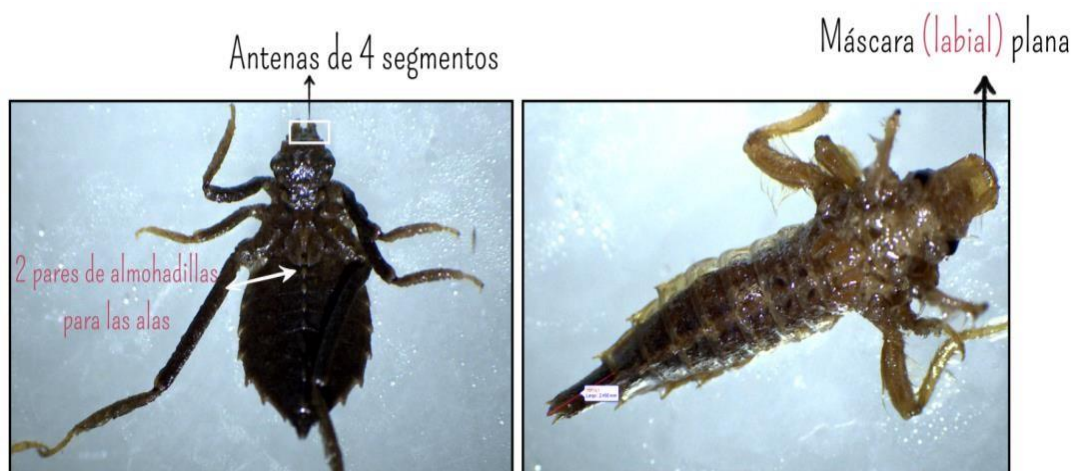
imágenes realizadas. En ellas, los caracteres diagnósticos de los órdenes están escritos en rojo y los de las familias en negro.

3.1.5.3.1. Orden Odonata.

Familia Gomphidae. Gomphidae es una familia cosmopolita. En Sudamérica hay 24 géneros y 181 especies, por lo que se considera que se tiene un grado de conocimiento aceptable de su biodiversidad. Los adultos comparten la característica de que sus ojos están separados por una distancia considerable en el dorso de la cabeza (Domínguez et al., 2009), el prementón y lóbulos palpales del labio son aplanados, tienen antenas con 4 segmentos, 2 pares de almohadillas para las alas, y una lígula (pieza bucal involucrada en la alimentación) sin hendidura o división media (Álvarez, 2005).

Figura 2

Familia Gomphidae. Vista dorsal de dos individuos diferentes. Obj. 2x



Familia Coenagrionidae. Coenagrionidae es la familia más diversa entre los Zigópteros (subfamilia), con representantes de muy variados tamaños y colores (Domínguez et al., 2010). Es cosmopolita, se encuentra presente tanto en la región Neotropical como Austral de Sudamérica. Su hábitat suele ser cualquier cuerpo de agua, principalmente lóticos como las quebradas (Ramírez,

2010). Se distinguen por una combinación de caracteres, pero no existe uno solo que separe la familia completa de otras familias, entre estos están la presencia de branquias traqueales homogéneas en grosor, laminares o ligeramente triédricas, un segmento antenal corto y una máscara labial sin hendidura (Álvarez, 2005).

Figura 3

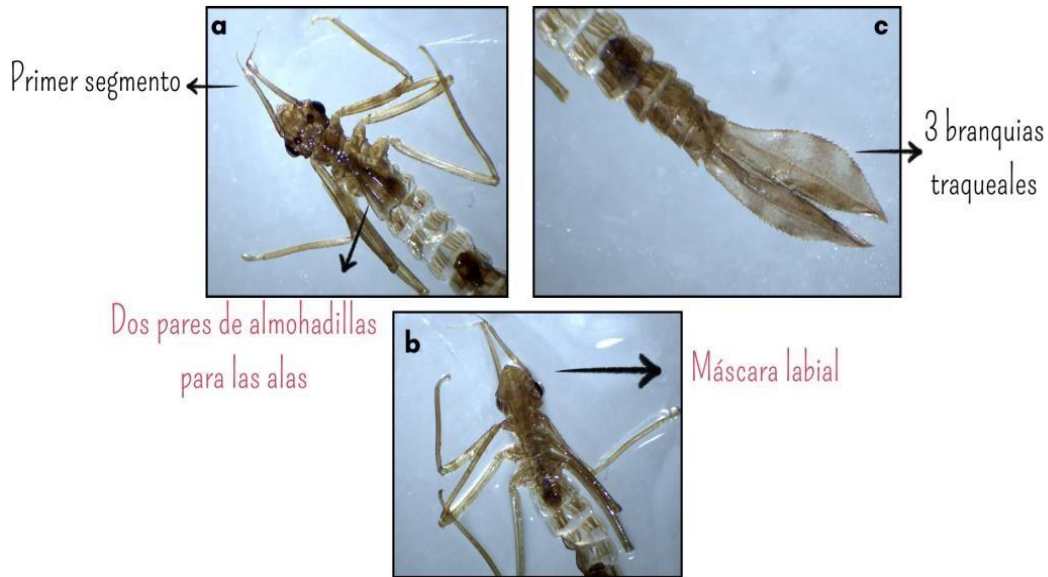
Familia Coenagrionidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. lateral, obj. 2x



Familia Calopterygidae. La familia Calopterygidae son Zigópteros de tamaño medio a grande, de distribución casi cosmopolita, ya que están ausentes sólo en Australia y Nueva Zelanda. Su mayor riqueza puede observarse en la región Neotropical que cuenta con 56 especies en 5 géneros (Domínguez et al., 2010). Son fácilmente distinguibles de otras familias por sus branquias caudales largas al final del abdomen que poseen tres caras; el primer segmento antenal largo y por una máscara labial con una incisión media profunda. En cuanto a su coloración, son en su mayoría de color castaño claro, aunque en otras ocasiones pueden encontrarse completamente negras, por lo que se ha sugerido que esto depende del hábitat en el que se encuentren (Ramírez, 2010).

Figura 4

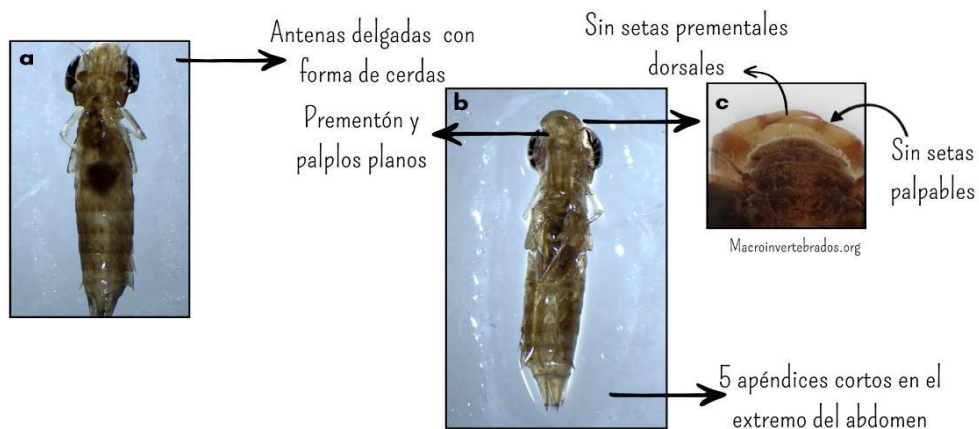
Familia Calopterygidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. Branquias caudales



Familia Aeshnidae. Los aésnidos son los anisópteros de mayor tamaño y se les conoce como voladores vigorosos con alto poder de dispersión (Domínguez et al., 2009). A nivel de familia se les reconoce por presentar un prementón y lóbulos palpales del labio aplanados o casi aplanados, antenas delgadas con forma de cerdas, 5 apéndices cortos en el extremo del abdomen (Álvarez, 2005), y un enorme abdomen alargado que ocupa gran parte del cuerpo de la ninfa. Los géneros pueden diferenciarse entonces, por una combinación de caracteres que incluyen las setas del palpo labial, forma y tamaño de los apéndices caudales, entre otros (Ramírez, 2010).

Figura 5

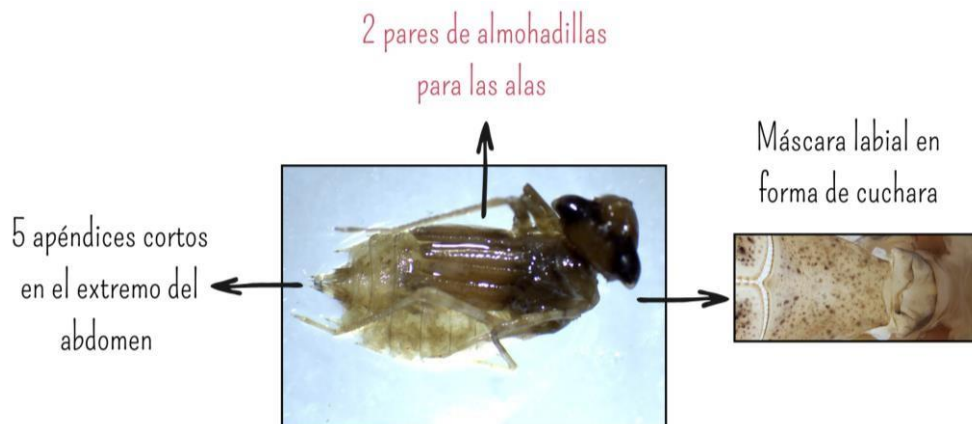
Familia Aeshnidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. Acercamiento



Familia Libellulidae. Los libelúlidos son anisópteros de tamaño pequeño a medio que, por lo general, se reconocen por exhibir coloraciones metálicas en sus ojos (Ramírez, 2010). Esta familia está compuesta por dos subfamilias: Corduliinae y Libellulinae; la primera está compuesta por 8 géneros y 37 especies; la segunda es la más diversa entre los anisópteros, encontrándose en Sudamérica 39 géneros y 306 especies en las regiones Neotropical y Austral (Domínguez et al., 2009). Las ninfas son variadas, pero siempre presentan el prementón y los lóbulos palpaes del labio con forma de cuchara (Ramírez, 2010), mientras tanto los adultos cuentan con 5 apéndices cortos en el extremo del abdomen y 2 pares de almohadillas para las alas (Álvarez, 2005)

Figura 6

Familia Libellulidae, obj. 2x



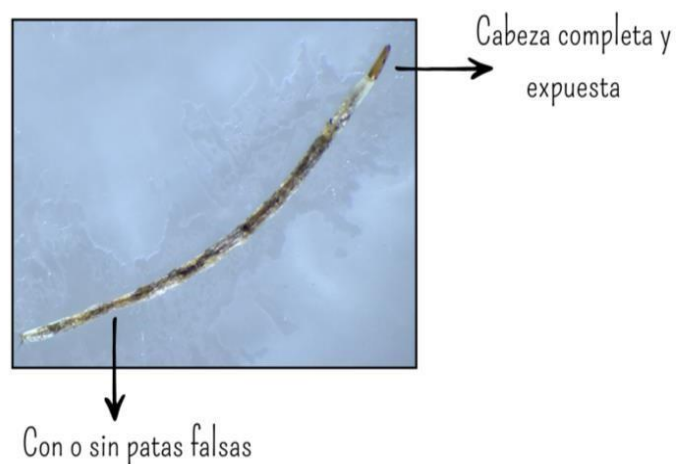
3.1.5.3.2. Orden Diptera.

Familia Ceratopogonidae. Los insectos cosmopolitas de la familia Ceratopogonidae son de talla pequeña (1-4 mm) (Cazorla, 2014). Cuentan con 5.600 especies mundiales, de las cuales 1072 especies son Neotropicales, y están distribuidas en más de 130 géneros agrupados en 5 subfamilias (Domínguez et al., 2010). Se caracterizan porque sus estadios inmaduros habitan en

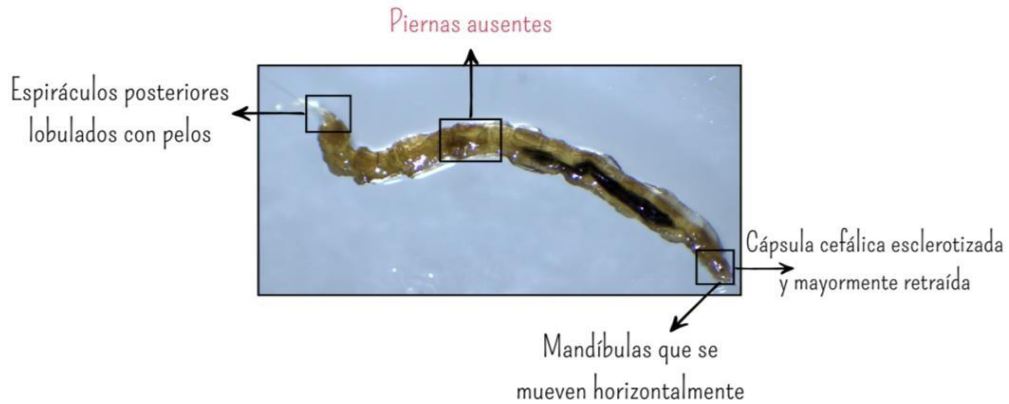
reservorios de agua y por ello, son utilizados junto a otras taxa de macroinvertebrados, como bioindicadores para evaluar la calidad del agua (Cazorla, 2014). Pueden identificarse por los segmentos del cuerpo no subdivididos, su tegumento liso, brillante y de color crema, y en algunos casos tienen unas pocas setas que son notorias en el ápice del abdomen (Álvarez, 2005).

Figura 7

Familia Ceratopogonidae, obj. 4x



Familia Tipulidae. La familia Tipulidae se encuentra desde las tierras árticas más septentrionales hasta los bosques ecuatoriales, y es conocida como la más numerosa de los Diptera (Domínguez et al., 2009). Normalmente se asocia a entornos templados y húmedos de las zonas boscosas (Oosterbroek, 1989). Morfológicamente, los individuos se caracterizan por poseer una cabeza que puede ser o no completamente retráctil y esclerotizada, mandíbulas que se mueven horizontalmente y espiráculos posteriores formados por pares de lóbulos cortos rodeados de pelo (Álvarez, 2005).

Figura 8*Familia Tipulidae, obj. 4x*

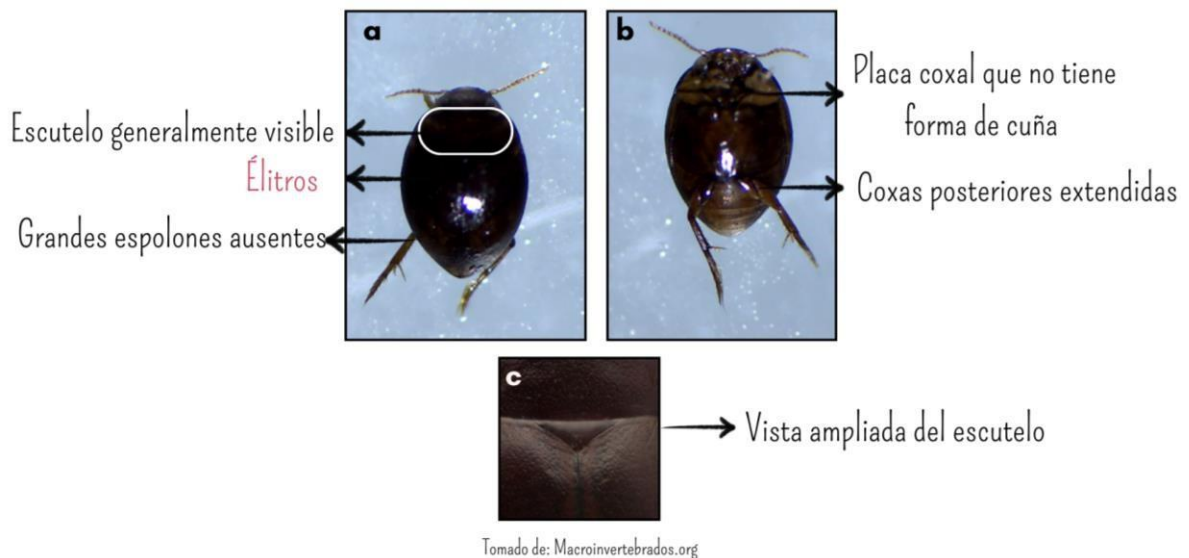
Familia Chironomidae. Chironomidae comprende una de las familias mejor representadas por su abundancia y diversidad dentro de los ambientes acuáticos continentales y uno de los grupos de macroinvertebrados más importantes del bentos (Domínguez et al., 2009). A nivel de familia, se caracterizan por presentar un protórax con dos propatas, patas falsas o apéndices ventrales, y los segmentos del cuerpo son lisos, sin tubérculos dorsales prominentes, ni setas presentes (Álvarez, 2005).

Figura 9*Familia Chironomidae***3.1.5.3.3. Orden Coleóptera**

Familia Dystiscidae. Conocidos como escarabajos buceadores, la familia Dystiscidae es un grupo muy grande y diverso, con aproximadamente 3900 especies descritas, siendo el más numeroso de los coleópteros acuáticos a nivel mundial (Domínguez et al., 2009). Sus larvas son alargadas y pueden presentar o no cercis, los cuales son cortos o largos. Mientras tanto, los adultos normalmente exhiben un escutelo, presentan antenas largas y las coxas posteriores están extendidas (Álvarez, 2005).

Figura 10

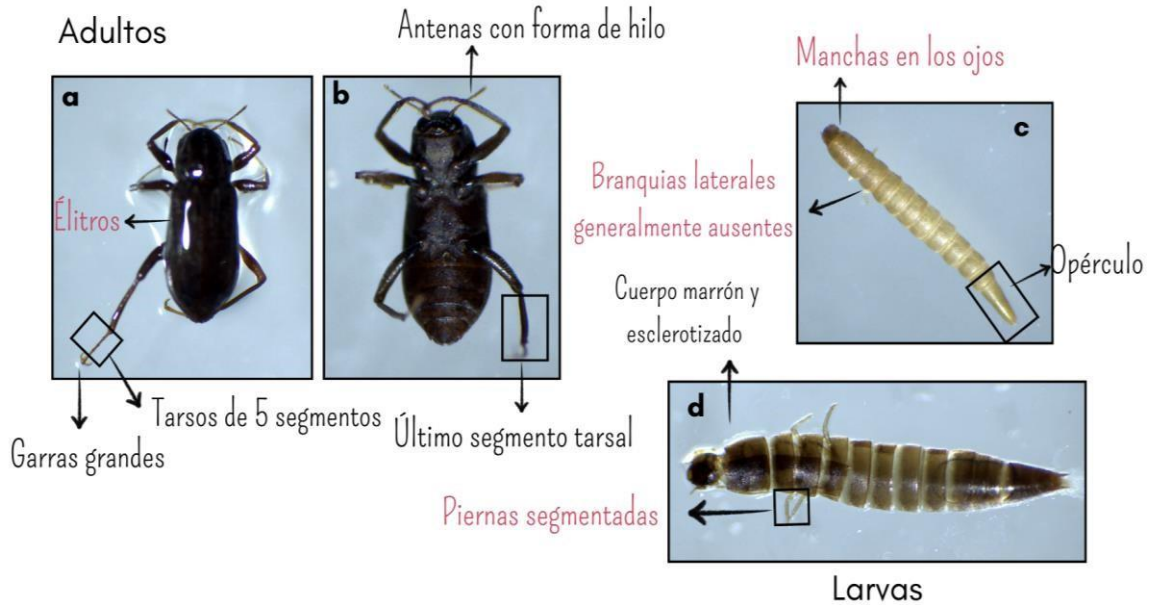
Familia Dystiscidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. del escutelo, obj. 6x



Familia Elmidae. Los élmidos incluyen dos subfamilias morfológica y ecológicamente diferentes: Larainae y Elminae. Se han registrado 37 géneros, 9 en la subfamilia Larainae y 28 en Elminae para América del Sur, con más de 350 especies descritas (Domínguez et al., 2009). Las larvas se caracterizan por poseer antenas cortas; cuerpo cilíndrico y un último segmento abdominal con un opérculo ventral. Por otro lado, los adultos presentan formas ovaladas, la superficie del cuerpo brillante o pubescente, antenas filiformes y garras grandes (Álvarez, 2005).

Figura 11

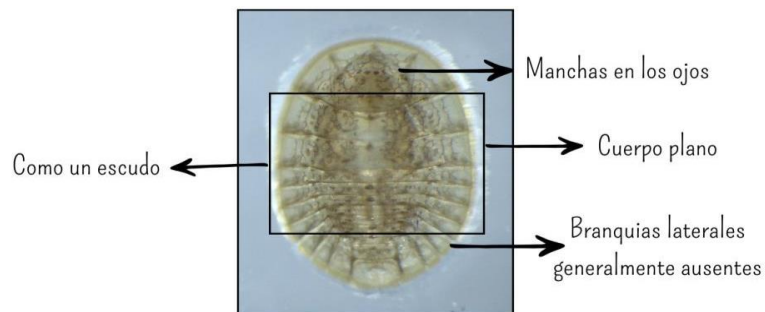
Familia Elmidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c y d. Larvas en vista dorsal



Familia Psephenidae. Para Sudamérica se conocen 6 géneros con unas 20 especies de psefénidos. Son muy importantes en términos de indicadores de calidad de agua y estabilidad ambiental. Los adultos son de tamaño pequeño (1,1-8,5 mm) y presentan el cuerpo pubescente y de color oscuro (Domínguez et al., 2009). En cambio, su estadio larval se distingue por su forma de disco muy aplanado y por su cabeza y patas cubiertas por segmentos torácicos y abdominales (Álvarez, 2005).

Figura 12

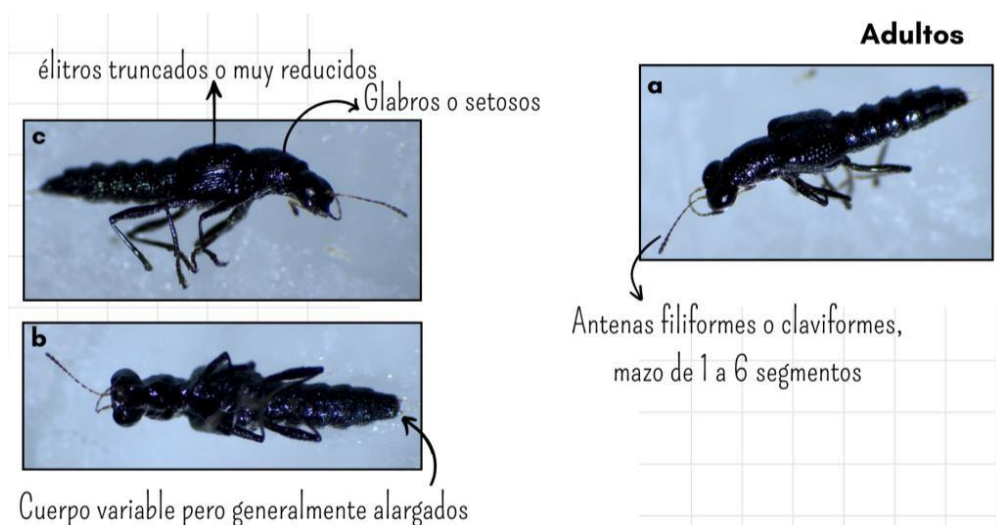
Familia Psephenidae en vista dorsal



Familia Staphylinidae. Staphylinidae es un grupo primordialmente terrestre, aunque se sabe que algunas especies han llegado a ser riparias y pocas acuáticas (Domínguez et al., 2009). Sus larvas poseen un abdomen con 10 segmentos y mandíbulas en forma de hoz, mientras que los adultos tienen un cuerpo alargado; son glabros o setosos, presentan antenas filiformes y sus élitros son truncados o reducidos (Álvarez, 2005).

Figura 13

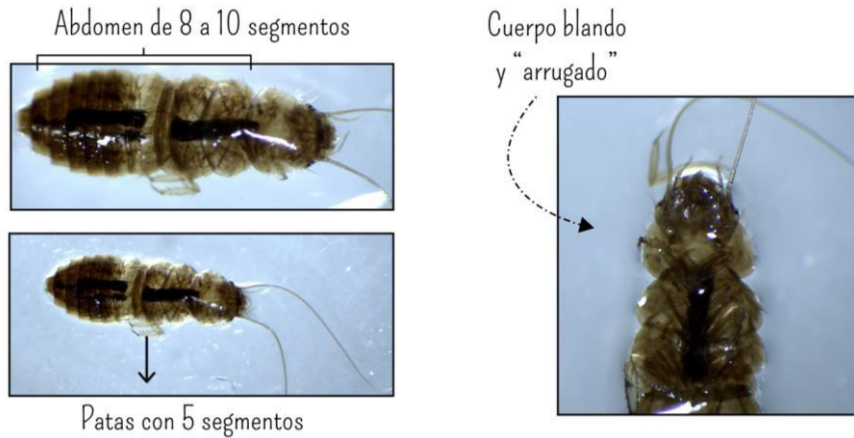
Familia Staphylinidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, c. V. lateral, obj. 4x



Familia Scirtidae. La familia Scirtidae cuenta con 130 especies en 8 géneros, los adultos son terrestres y sólo las larvas son acuáticas (Domínguez et al., 2009). Los adultos se conocen por ser pequeños, poseer antenas filiformes y fémures posteriores en algunos casos muy agrandados para saltar. Las larvas, por otra parte, exhiben un cuerpo generalmente blando, chato, alargado y antenas mucho más largas que la cabeza que están multisegmentadas (Álvarez, 2005). Son comunes en hábitats lénticos (Domínguez et al., 2009).

Figura 14

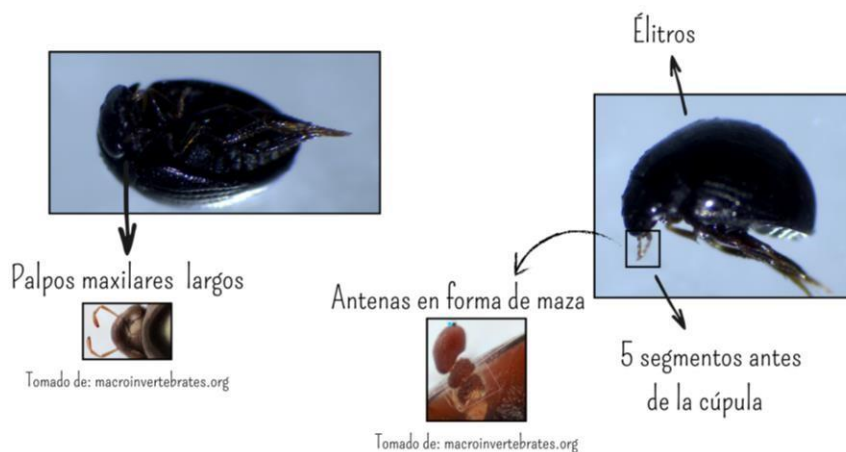
Familia Scirtidae, obj. 2x



Familia Hydrophilidae. La familia Hydrophilidae tiene alrededor de 600 especies, distribuidas en 58 géneros, muchos de estos terrestres circunscritos dentro de la región Neotropical (Domínguez et al., 2009). Morfológicamente, sus larvas presentan un abdomen por lo general con 8 segmentos, cuerpo blando y patas con 5 segmentos; y los adultos son de formas redondeadas, exhiben palpos maxilares largos y antenas con 5 segmentos (Álvarez, 2005).

Figura 15

Familia Hydrophilidae, obj. 6x

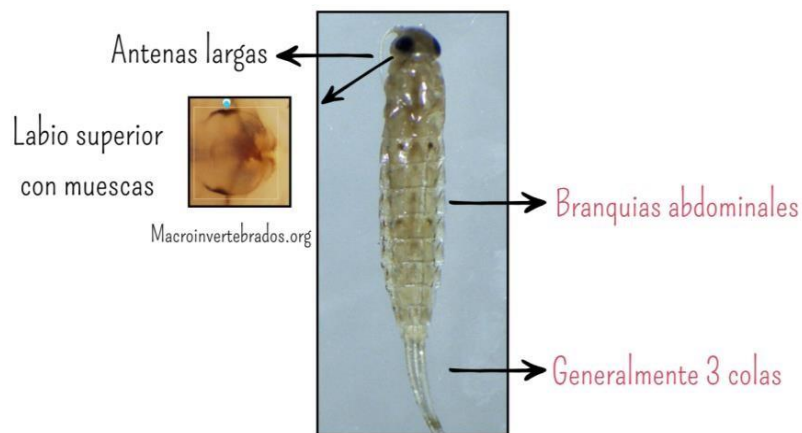


3.1.5.3.4. Orden Ephemeroptera.

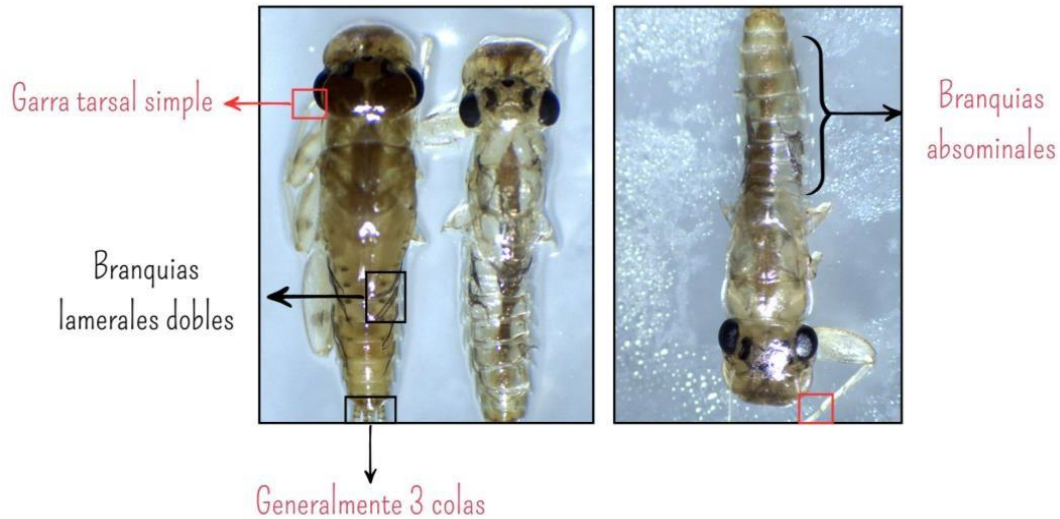
Familia Baetidae. La familia Baetidae cuenta con alrededor de 100 géneros, que se distribuyen en casi todo el planeta, con excepción de Nueva Zelanda y Antártida. Solo América del Sur presenta cerca de 130 especies distribuidas en 27 géneros (Domínguez et al., 2009). A nivel de familia, Baetidae se distingue por características como sus agallas abdominales ovaladas, colas y antenas largas (Álvarez, 2005).

Figura 16

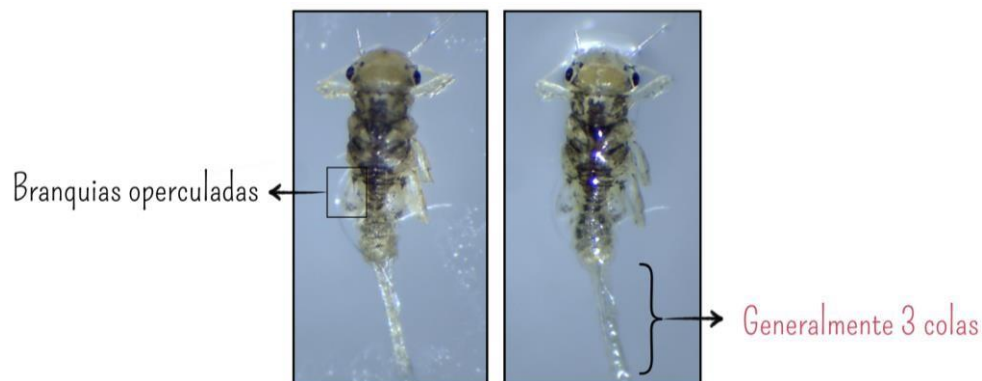
Familia Baetidae



Familia Leptophlebiidae. Leptophlebiidae es probablemente, la familia más diversa en América del Sur, con aproximadamente 40 géneros y 150 especies, convirtiéndose en una de las familias mejor conocidas (Domínguez et al., 2009). En general, se caracterizan por presentar agallas o branquias abdominales, la cabeza generalmente prognata, garras tarsales simples, branquias lamerales dobles y 3 colas (Álvarez, 2005).

Figura 17*Familia Leptophlebiidae, obj. 4x*

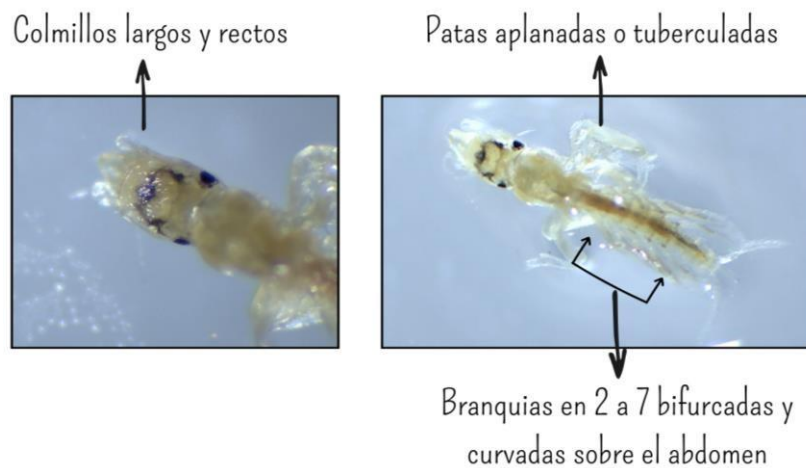
Familia Leptohiphidae. Los Leptohiphidae son efímeras pequeñas a medianas (2-10 mm). Se caracterizan porque su tórax es muy robusto, y porque las alas posteriores cuando están presentes poseen una larga proyección costal (Domínguez et al., 2009). Existen otras características que los identifican, como las branquias en el segundo segmento abdominal, que pueden ser ovaladas u operculadas (Álvarez, 2005).

Figura 18*Familia Leptohiphidae, obj. 8x*

Familia Polymitarcyidae. Polymitarcyidae es una familia casi cosmopolita y comprende 3 subfamilias: Polymitarcyinae, Asthenopodinae y Campsurinae. Los adultos de este grupo presentan las patas débiles o vestigiales, exceptuando el primer par de patas de los machos, utilizadas en la cópula (Domínguez et al., 2009). Del mismo modo, es posible observar en ellos, que sus mandíbulas son más cortas que la cabeza y las agallas del primer segmento abdominal son ovaladas (Álvarez, 2005).

Figura 19

Familia Polymitarcyidae

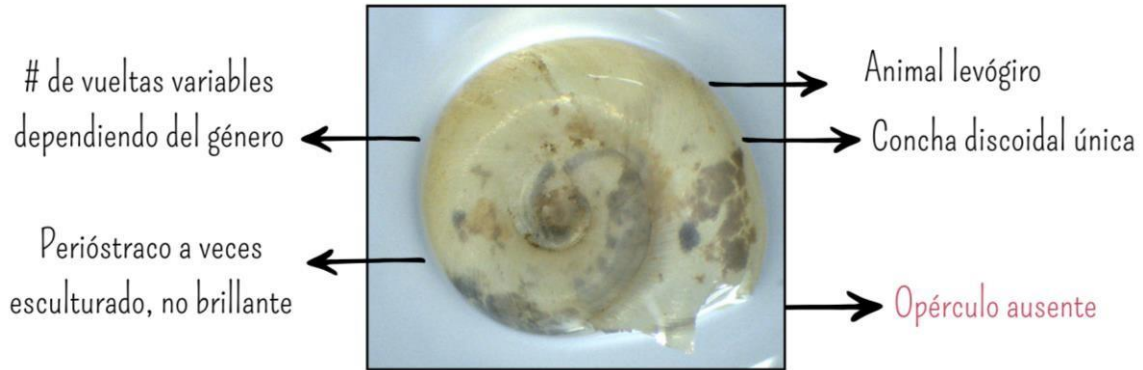


3.1.5.3.5. Orden Hygrophila.

Familia Planorbidae. Los individuos de la familia Planorbidae habitan en ambientes muy variados. Son de hábitos herbívoros y ocasionalmente detritívoros. No suelen vivir en rápidos y cascadas ya que son poco favorables para su desarrollo (Domínguez et al., 2009), y sus conchas van de pequeñas a medianas. Son de forma redondeada a cuadrangular, un patrón planiespiral y son usualmente depositadas sobre sustratos sólidos. Son organismos hermafroditas, ovíparos y resisten cierto grado de contaminación (Roldán, 1996).

Figura 20

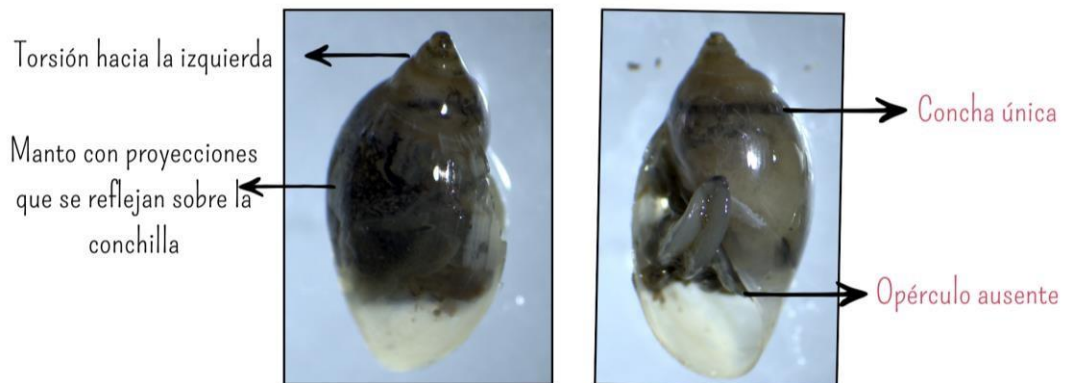
Familia Planorbidae



Familia Physidae. La familia Physidae se destaca por su concha sinistrógira y cónica. Estos gasterópodos están ampliamente distribuidos en toda Sudamérica (Roldán, 1996). Ocupan una gran variedad de hábitats que incluye ríos correntosos, lagos, lagunas y vegetación marginal. Son hermafroditas y ovíparos (Domínguez et al., 2009).

Figura 21

Familia Physidae



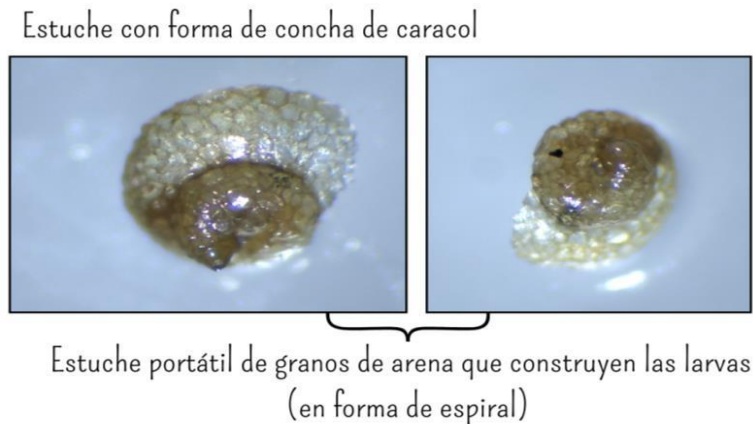
3.1.5.3.6. Orden Trichóptera.

Familia Helicopsychidae. La familia Helicopsychidae se caracteriza por construir casas en forma de caracol. Viven en ríos y quebradas, especialmente sobre rocas (Springer, 2010). Sus

larvas presentan la uña de la pseudopata anal con numerosos dientes (Correa et al., 2017), y el pronoto y el mesonoto se encuentran bien esclerotizados. (Domínguez et al., 2009).

Figura 22

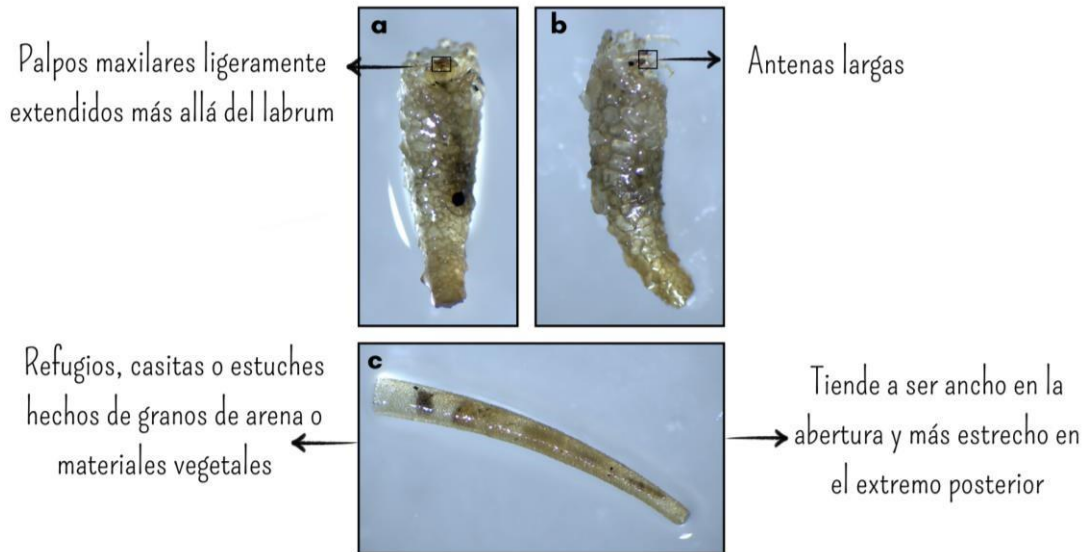
Familia Helicopsychidae



Familia Leptoceridae. La familia Leptoceridae es de distribución cosmopolita y cuenta con 12 géneros en el Neotrópico, con más de 150 especies. En general, se distingue porque sus larvas poseen antenas evidentes, patas posteriores largas, unos palpos maxilares ligeramente extendidos más allá del labrum y construyen capullos cónicos con diferentes materiales. Por otro lado, los adultos tienen antenas más alargadas que el cuerpo (Domínguez et al., 2009), y en algunas especies resaltan por sus coloraciones llamativas y porque a veces presentan escamas plateadas o doradas (Springer, 2010).

Figura 23

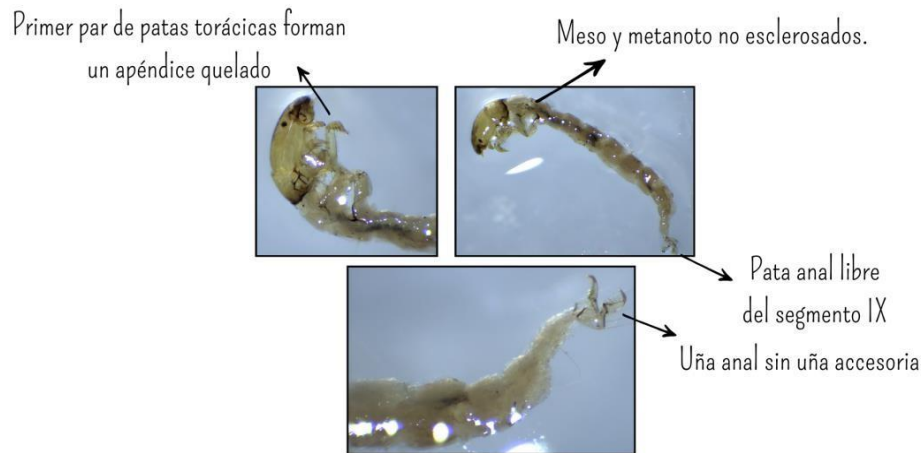
Familia Leptoceridae, a. Vista ventral, b y c. V. lateral del refugio, obj. 4x



Familia Hydrobiosidae. Es una familia representada por 21 géneros (Domínguez et al., 2009). En el pasado, esta familia fue considerada una subfamilia de Rhyacophilidae. Las larvas son de vida libre, se encuentran predominantemente en arroyos rápidos y no construyen habitáculos ni redes (Springer, 2010). Morfológicamente, las larvas tienen la tibia, tarso y uña de las patas anteriores prensiles y fuertemente articulados al fémur, éste con una quela; un meso y un metanoto no esclerosados, una uña anal sin uña accesoria, y una pata anal libre del segmento IX (Álvarez, 2005).

Figura 24

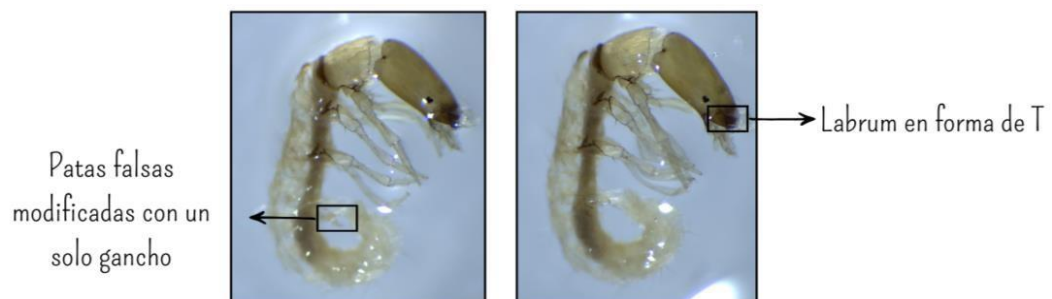
Familia Hydrobiosidae obj. 4x



Familia Philopotamidae. Las larvas de la familia Philopotamidae son alargadas, algo arqueadas, de cuerpo blando, con solo su cabeza y pronoto esclerotizados. Son filtradoras, se caracterizan por poseer un labro membranoso y ensanchado en el extremo en forma de T, al cual utilizan a modo de cepillo para barrer el alimento retenido en las redes que tejen (Domínguez et al., 2009). 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).

Figura 25

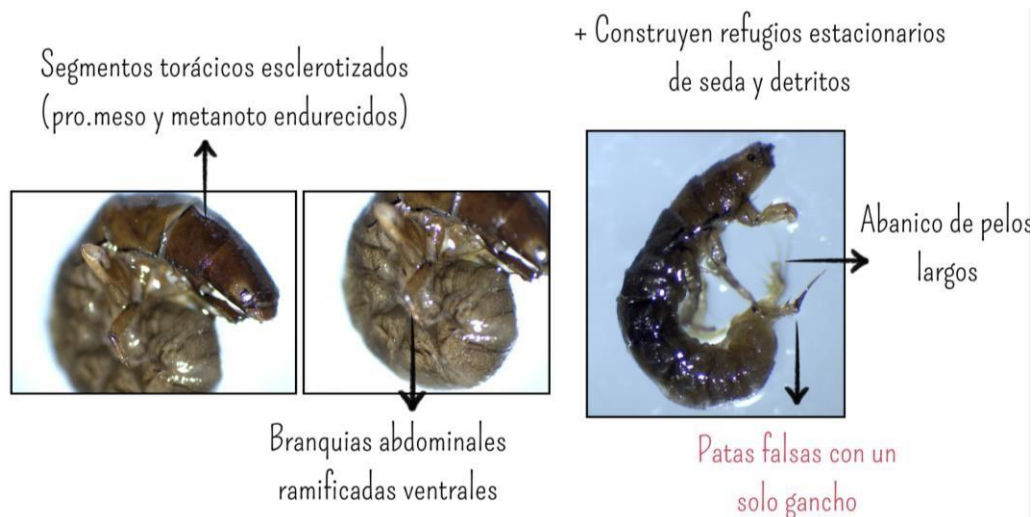
Familia Philopotamidae, obj.6x



Familia Hydropsychidae. La familia Hydropsychidae es una de las familias dominantes en aguas corrientes, tanto por su abundancia como por su diversidad (Domínguez et al., 2009). Son fácilmente reconocibles por sus branquias ramificadas en el abdomen y su piel densamente cubierta de setas o pelos cortos (Springer, 2010). Las larvas tienen una cabeza más o menos aplanada dorsalmente, cuerpo frecuentemente arqueado en forma de “C”, la base de la uña anal con un penacho de pelos largos y gruesos, y no construyen casas sino refugios estacionarios (Álvarez, 2005). Los adultos son diversificados en forma, carecen de ocelos y tubérculos pilosos en el mesoescudo (Domínguez et al., 2009).

Figura 26

Familia Hydropsychidae, obj. 2x



3.1.5.3.7. Orden Tubificida.

Familia Naididae. La familia Naididae, antes conocida como Tubificidae, incluye actualmente subfamilias como Tubificinae, Rhyacodrilinae o Phallodrilinae. Los tubificinos son los más ampliamente distribuidos y con alta riqueza de especies (Domínguez et al., 2009) y poseen un cuerpo delgado y de color rojizo (Álvarez, 2005). Los Naidíneos por su parte, son mejores

nadadores que los tubificinos y muchas especies están asociadas a plantas acuáticas. (Domínguez et al., 2009).

Figura 27

Familia Naididae, obj. 2x

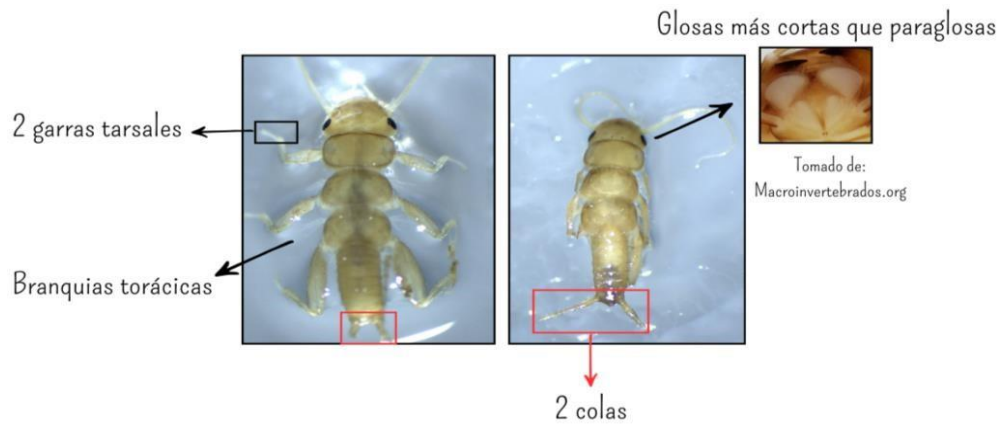


3.1.5.3.8. Orden Plecóptera.

Familia Perlidae. La familia Perlidae está ampliamente distribuida en el Neártico, Paleártico, Neotrópico y Afrotropical; cuenta con casi 800 especies descritas en el mundo, convirtiéndose en una de las más diversas en cuanto a riqueza de géneros (51). Sus ninfas se caracterizan por poseer piezas mandibulares de tipo carnívoro, presentar una paraglosa que es más larga que la glosa y todos los segmentos torácicos exhiben branquias ramificadas en la coxa, algunos géneros poseen además branquias en la región anal (Gutiérrez et al., 2010).

Figura 28

Familia Perlidae, obj. 4x

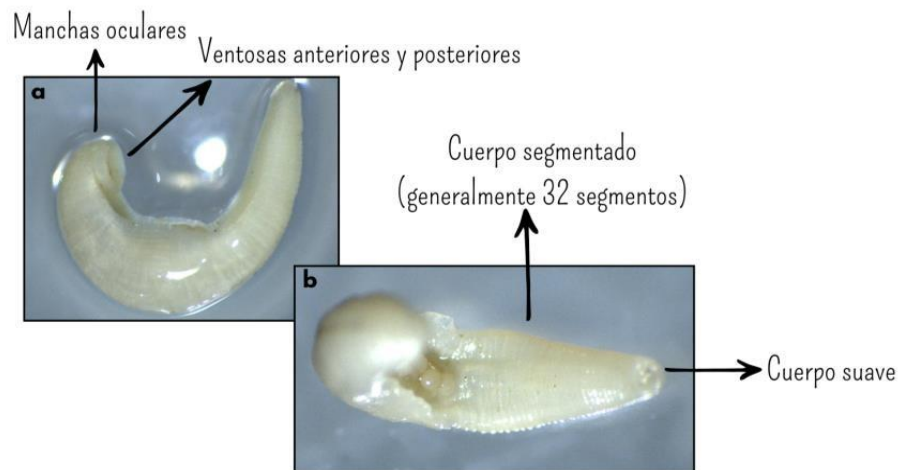


3.1.5.3.9. Orden Rhynchoabdellida.

Familia Glossiphoniidae.

Figura 29

Familia Glossiphoniidae, a. Vista lateral, b. V. ventral, obj. 2x



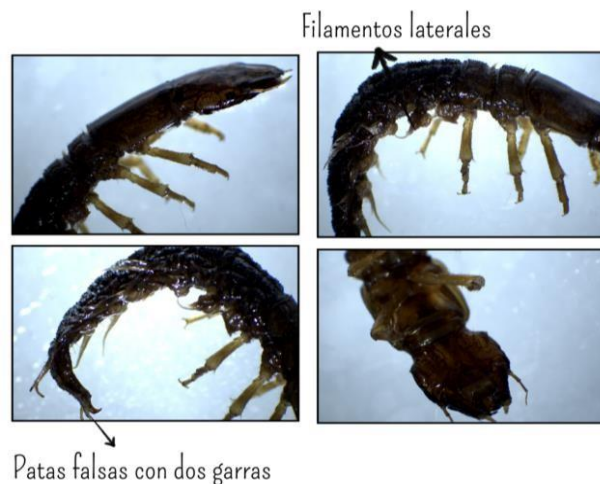
3.1.5.3.10. Orden Megaloptera.

Familia Corydalidae. La familia Corydalidae está conformada por las subfamilias Corydalinae y Chauliodinae (Domínguez et al., 2009). Se caracteriza por poseer ocho pares de apéndices abdominales laterales no segmentados o imperfectamente segmentados, un par de

mandíbulas fuertes y grandes y su tamaño varía entre los 10.0 y 70.0 mm, lo que lo hace uno de los insectos más llamativos que se encuentran en el agua. El género encontrado en Antioquia es *Corydalus* y puede alcanzar un tamaño de 70.0 a 80.0 mm de longitud (Roldán, 1996). En América del Sur el grupo de mayor diversidad son los Corydalinae y el género *Corydalus* incluye 29 especies descritas en la región (Domínguez et al., 2009)

Figura 30

Familia Corydalidae, obj. 2x

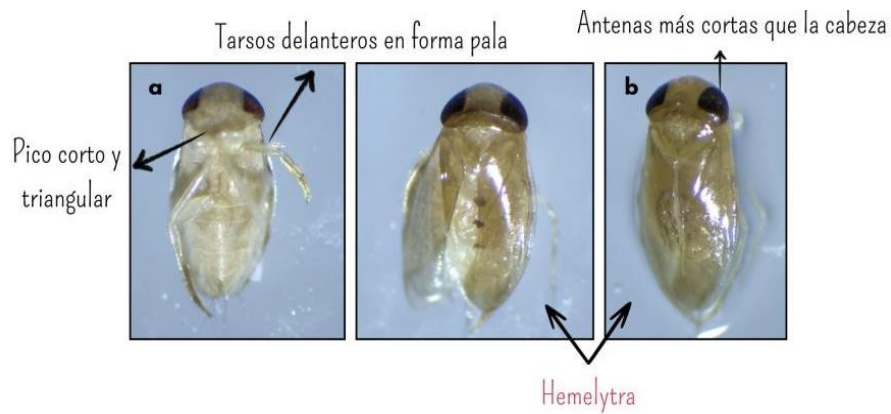


3.1.5.3.11. Orden Hemiptera.

Familia Corixidae. Corixidae se compone de 22 géneros repartidos en el mundo, de los cuales 10 han sido registrados en el Neotrópico. Son insectos cuyas longitudes varían entre los 3,0 y los 15 mm, y que se distinguen de los demás Nepomorpha por su aparato bucal no segmentado, cuerpo aplanado, patas posteriores en forma de remo y patas anteriores muy modificadas (Aristizábal, 2016). Igualmente, dentro del grupo, los ejemplares tienen alas anteriores (hemiélitros) que son de consistencia dura, en cambio las posteriores son totalmente membranosas (Domínguez et al., 2009)

Figura 31

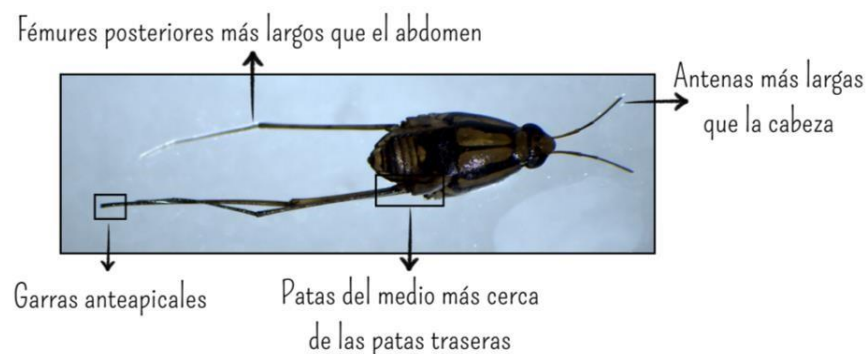
Familia Corixidae, a. Vista ventral, b. V. dorsal, obj. 6x



Familia Gerridae. Gerridae es una familia de chinches altamente especializados que habitan en la película del agua con poca corriente. Está ampliamente distribuida en todos los continentes, excepto en la Antártida (Aristizábal, 2016). Constituyen la segunda familia más numerosa de los Gerromorpha, con 8 subfamilias, y 751 especies mundiales. Son inconfundibles por presentar el mesotórax muy prolongado, ojos grandes y globosos, y garras anteapicales (Domínguez et al., 2009).

Figura 32

Familia Gerridae, obj. 2x

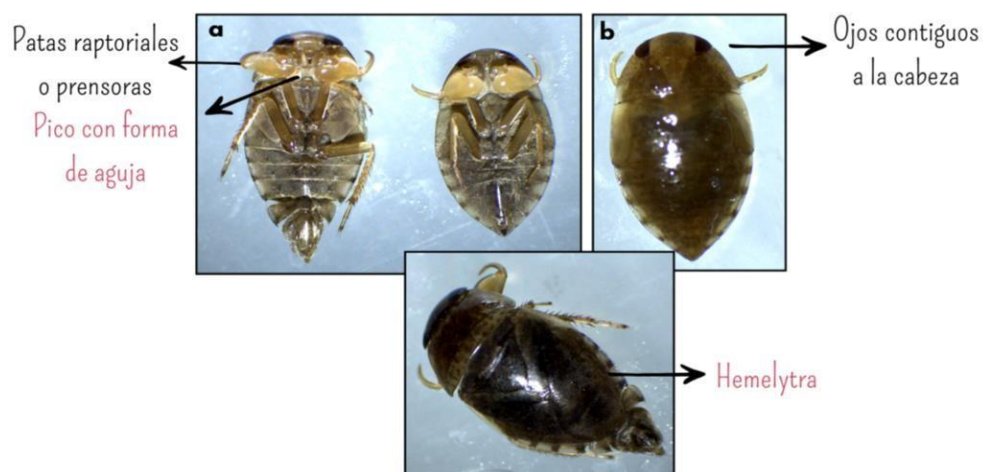


Familia Naucoridae. Los Naucoridae constituyen una de las familias más numerosas dentro de los Nepomorpha, con 37 géneros y 391 especies mundiales. Son insectos pequeños a

medianos, reconocibles por su cuerpo de forma ovalada y aplanado dorsalmente, sus patas anteriores raptorales, fémures ensanchados, ojos contiguos a la cabeza y patas posteriores nadadoras (Domínguez et al., 2009). Viven en aguas dulces y son depredadores de invertebrados acuáticos (Aristizábal, 2016).

Figura 33

Familia Naucoridae, a. Vista ventral, b. v. dorsal, obj. 2x



Familia Notonectidae. Es una de las familias más numerosas dentro de los Nepomorpha. Son de distribución mundial, con mayor diversidad en las zonas tropicales y templadas, y en América del Sur, los Notonectidae comprenden cerca de 70 especies (Domínguez et al., 2009) Son insectos de tamaño pequeño a mediano (4 a 20 mm), con antenas con 4 segmentos y ojos grandes. Comparte con Pleidae y Helotrephidae la característica de nadar con el vientre hacia arriba (Aristizábal, 2016). Las patas posteriores son similares a remos y están cubiertas de pelos natatorios, mientras que las medias son cortas, adaptadas para tomar presas y tomarse de objetos sumergidos (Álvarez, 2005).

Figura 34

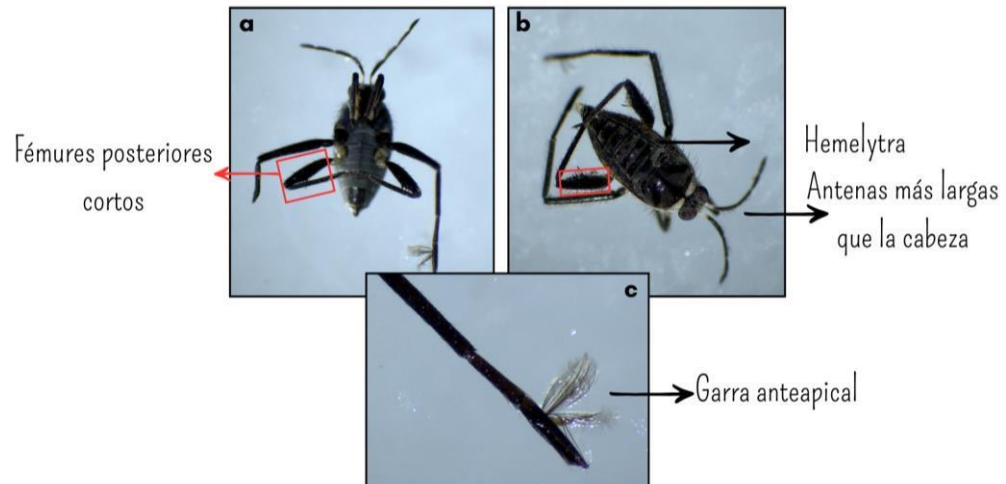
Familia Notonectidae, a. Vista dorsal, b. V. ventral, obj. 2x



Familia Veliidae. Veliidae es la familia más numerosa dentro de los Gerromorpha, con 6 subfamilias, 61 géneros y cerca de 962 especies mundiales (Domínguez et al., 2009), en las que podemos encontrar algunas especies marinas costeras que se alimentan de pequeños invertebrados (Aristizábal, 2016). Son insectos de aspecto variado, con el cuerpo cubierto por una densa pilosidad y de colores muy claros hasta casi negros (Domínguez et al., 2009). Taxonómicamente, la siguiente combinación de caracteres los distingue de otros Gerromorpha: Antenas largas, fémures posteriores cortos, garras anteapicales y patas medias más o menos equidistantes (Álvarez, 2005).

Figura 35

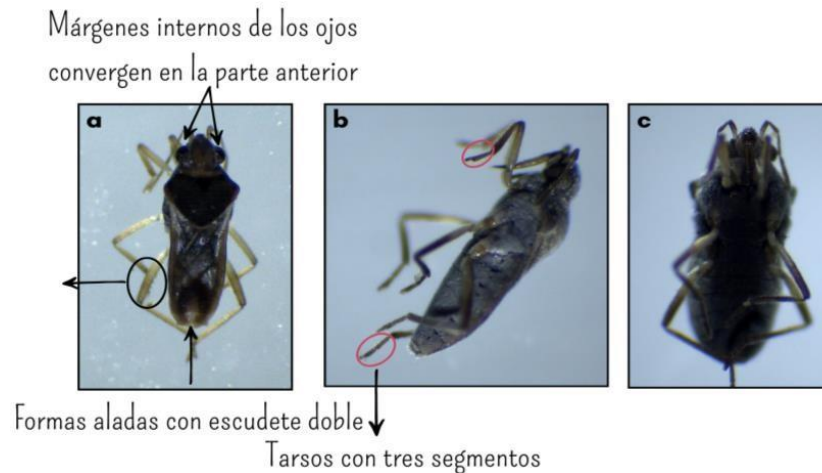
Familia Veliidae, a. Vista ventral, b. V. dorsal, c. Garra anteapical, obj. 4x



Familia Mesoveliidae. Los Mesoveliidae son una familia pequeña que incluye 2 subfamilias, 12 géneros y 46 especies mundiales. Viven en las márgenes de ambientes lénticos y lóticos (Domínguez et al., 2009). Son conocidos como “pisadores de agua” y cuentan con especies marinas costeras o de aguas salobres, donde se alimentan de pequeños invertebrados como microcrustáceos (Aristizábal, 2016). A nivel de familia, se caracterizan por presentar morfológicamente las siguientes condiciones: los márgenes internos de los ojos convergen en la parte anterior; sus formas aladas poseen escudete doble y tienen tarsos con tres segmentos (Álvarez, 2005).

Figura 36

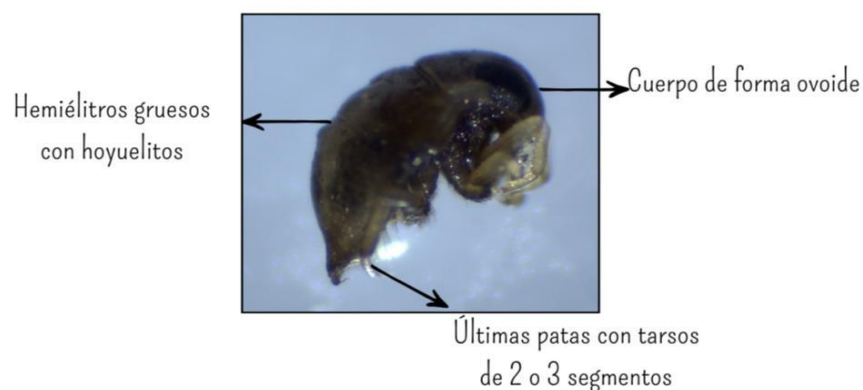
Familia Mesoveliidae, a. Vista dorsal, b. Vista lateral, c. Vista ventral



Familia Pleidae. Pleidae es una familia pequeña que incluye 3 géneros y cerca de 40 especies mundiales, de las cuales 14 son Neotropicales (Domínguez et al., 2009). Se trata de insectos semiglobulares, que raramente exceden los 3 mm de longitud (Aristizábal, 2016). Viven preferentemente en ambientes lénticos, en aguas someras y bien oxigenadas (Domínguez et al., 2009). Morfológicamente, se distinguen porque la forma de su cuerpo es ovoide, las últimas patas tienen tarsos con 2 o 3 segmentos y poseen hemielitros gruesos con hoyuelos (Álvarez, 2005)

Figura 37

Familia Pleidae, obj. 8x



Familia Nepidae. La familia Nepidae incluye 2 subfamilias, 15 géneros y cerca de 286 especies mundiales. En América del Sur, comprenden cerca de 65 especies, en 3 géneros y 2 subfamilias (Domínguez et al., 2009). Son, en general, insectos medianos a largos, elongados y de color pardusco, los cuales cuentan con ojos globulares, patas anteriores raptorias, un pico en forma de aguja y un tubo respiratorio simple no retráctil en el ápice del abdomen (Aristizábal, 2016). Los Nepidae se distinguen por su capacidad para capturar a sus presas con las patas anteriores dentro del agua y hasta en la película superficial. Se alimentan de insectos acuáticos, también de vertebrados como renacuajos y larvas de peces (Aristizábal, 2016).

Figura 38

Familia Nepidae, obj. 2x



4. Etiquetado y registro de especímenes

4.1. Etiquetado

4.1.1. Codificación

Una vez se determinaron los 711 especímenes, se les asignó un código en la colección asociado a la campaña de monitoreo de la que proceden (2). En este caso el código asignado fue “CBMUS”, y se usó con el objetivo, tanto de facilitar la búsqueda de los ejemplares como de mejorar la accesibilidad de la información.

4.1.2. Catalogación

Dado que el proceso de catalogación y codificación van de la mano, el número de catálogo asignado a cada uno de los especímenes estudiados se conformó por dos elementos, el primero fue el código otorgado a la campaña (CBMUS), y el segundo, el número del espécimen consecutivo dentro de la colección, de esta manera los nuevos registros ingresados comenzaron a contar desde el número 1558. Por tanto, el número de catálogo inició desde el “CBMUS-1558” hasta el “CBMUS-1720”.

4.1.3. Identificación del registro biológico

La codificación y catalogación de los especímenes anteriormente hecha, hizo posible que cada nuevo registro contara con una identificación única, evitando confusiones con otros ejemplares y preservando la información asociada a cada uno de ellos; y, además, estos elementos posteriormente hicieron parte de la matriz de datos del Darwin Core para su movilización.

4.1.4. Elaboración de etiquetas de localidad y de determinación

Para la elaboración de las etiquetas se descargó inicialmente la versión más reciente de la plataforma Java Runtime Environment (JRE) para Windows y luego, se instaló el software iReports 5.6.0. Este último permite crear de manera libre e independiente etiquetas con el estilo, caligrafía, tamaño y cantidad de información que las colecciones requieran. En el caso de la colección CBMUS, se emplean dos tipos de etiquetas: las de determinación y las de localidad; por lo tanto, se prepararon dos tipos de archivos .xls, cada uno con la información asociada a los tipos de etiqueta para cada registro. Por ejemplo, para las etiquetas de determinación se crearon 3 columnas, una con el nombre de las familias, otra con la cantidad de individuos y la última con el nombre del determinador de los taxones; mientras que para las de localidad se incluyeron columnas con secciones más específicas sobre los especímenes, como el número de catálogo, país, departamento,

municipio, hábitat, coordenadas, nombre del colector y determinador, así como datos de carácter taxonómico.

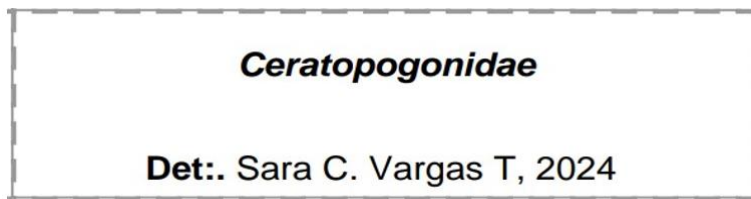
En segunda instancia, se prepararon los archivos. jrxml. En ellos, se consolidaron los códigos en formato HTML, que permiten configurar y personalizar la información de las etiquetas, y que favorece la lectura en el programa iReports. Ambos tipos de documentos, tanto los .xls como los. jrxml, se incluyeron en una carpeta.

Posteriormente, se ingresó a iReports y se procedió a crear la fuente de datos para las etiquetas de determinación y de localidad. Para esto se importó la información de los dos archivos .xls; se revisó que se hubiesen cargado correctamente los datos en ellos contenidos y se le dio aceptar (ver paso a paso del proceso de elaboración de etiquetas en la sección Apéndice II).

Una vez creadas las fuentes de datos, nombradas como “Etiquetas de determinación” y “Etiquetas de localidad”, se seleccionó una de ellas, por ejemplo, la de determinación, y seguidamente, se abrió el archivo. jrxml correspondiente con este tipo de etiqueta en específico. En dicho archivo fue posible observar el formato en el que iba a ser ejecutada y visualizada la información.

Una vez abierto, se oprimió la opción “preview” y como resultado se obtuvo el diseño completo de la etiqueta de determinación. Este mismo procedimiento se siguió para la fuente de datos que contenía la información de la etiqueta de localidad.

Finalmente, se imprimieron los dos tipos de etiquetas en papel “Rite in the rain”, el cual es un papel especial que garantiza que éstas se conserven durante mucho más tiempo y resistan a estar sumergidas dentro de cada uno de los viales en los que se encuentran los especímenes (fig. 39 y 40).

Figura 39*Ejemplo de etiquetas de localidad***Figura 40***Ejemplo de etiquetas de determinación***4.1.5. Asignación de etiquetas a los viales**

Luego de elaborar las etiquetas tanto de determinación como de localidad, se recortaron y se asignaron a cada uno de sus correspondientes viales, por los cuales habían sido marcados con anterioridad con su número de catálogo y código con el fin de evitar confusiones.

4.2. Registro**4.2.1. Asignación de datos a la base de datos CBMUS-Unisangil**

La base de datos de la colección del CBMUS, cuenta con paquetes de datos muy similares a los que están presentes en bases globales como la del Darwin Core. Por tanto, a cada uno de los registros nuevos se les asignó información como el ID de la colección, el nombre del dataset, el

número de registro, el número de organismos dentro de cada registro, el tipo de preservante en el que están contenidos los individuos, el método, fecha, hora y año de captura, datos del hábitat, país, departamento, localidad, elevación y coordenadas del sitio donde fueron capturados, e igualmente, información de corte taxonómico como el reino, filo, clase, orden y familia al que pertenecen los individuos. En total, se ingresaron 163 paquetes de datos para 163 registros nuevos.

5. Sistematización y publicación de nuevos registros

5.1. Sistematización de la información

5.1.1. Movilización de base de datos CBMUS a base de datos D. Core

La movilización es el proceso por el cual los paquetes de datos de los nuevos registros de especímenes se preparan para ser publicados: “en un repositorio”. Esta preparación requirió inicialmente de una revisión previa de los datos asociados a cada registro dentro de la base de la colección, es decir, se verificó su calidad. Para ello se tuvo en cuenta que la taxonomía estuviera correctamente escrita y actualizada; igualmente se revisaron las coordenadas, localidades, fechas y formato que poseía cada casilla. Posteriormente, la información se migró a la base global del sistema Darwin Core, el cual es el estándar internacional para compartir datos de la biodiversidad y que facilita la búsqueda y comparación de éstos. Una vez movilizada la información, se culminó esta fase para dar paso a su posterior publicación.

5.2. Publicación en el SiB

5.2.1. *Solicitud de publicación de nuevos registros*

Los 163 nuevos registros generados para la colección de referencia de macroinvertebrados acuáticos se encaminaron hacia el proceso de publicación para el sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB), ya que esta plataforma promueve la accesibilidad y visualización de los datos. Por tal motivo, se solicitó la publicación de los nuevos registros a través de la siguiente ruta:

1. **Preparación de los datos para la publicación:** este paso se hizo con anterioridad mediante el ingreso de los paquetes de información asociada a cada registro en las bases de datos de la colección y posteriormente, su migración a la base del Darwin Core.

2. **Validación de la calidad de los datos:** Para comenzar oficialmente el proceso de publicación, se revisó nuevamente que la calidad de los datos consolidados fuese la más óptima, que estuvieran libres de errores ortográficos, que la información taxonómica estuviera actualizada, y así mismo, que los datos de localidad correspondiera a los que se reportaron en los formatos de campaña para cada punto de monitoreo

3. **Solicitud de acompañamiento de publicación:** Luego de la validación, se solicitó al SiB Colombia el acompañamiento para comenzar con el proceso de publicación vía correo electrónico.

4. **Inicio del acompañamiento:** Como primer paso del acompañamiento, el SiB realizó una validación y evaluación de la estructura y calidad de los datos, mientras que en simultáneo se procedió a actualizar los metadatos.

5.2.2. Revisión y ajustes de los datos

Como producto de la evaluación del SiB, se recibió el reporte de calidad con los cambios sugeridos. Dicho reporte incluyó en primer lugar la revisión de los metadatos asociados a la colección, en donde se tuvieron en cuenta 12 secciones principales: los metadatos básicos, la cobertura geográfica, taxonómica y temporal, las palabras clave, las partes asociadas, los datos del proyecto, los métodos de muestreo, los datos de la colección, las referencias, los enlaces externos y los metadatos adicionales. Todas estas secciones fueron validadas y algunas de ellas ajustadas.

En segundo lugar, se llevó a cabo la revisión total de la base de datos en donde se evaluaron y posteriormente corrigieron diferentes aspectos de los registros. El primero de ellos se refirió a la sección “Mínima elevación en metros”, en donde se solicitaron los datos faltantes de la fila 1502 a la 1558, los cuales fueron incorporados. Para algunos registros se hicieron sugerencias según el árbol taxonómico de GBIF, específicamente en las casillas de orden, género y familia, éstas fueron aceptadas. Igualmente, en la sección “county”, se realizaron sugerencias para asegurar la coherencia de las coordenadas reportadas para 42 registros; por tal motivo, se verificaron dichas casillas y finalmente se aceptó lo sugerido en la validación.

Por otro lado, dado que el SiB Colombia adiciona 3 columnas con información relacionada a la extensión de permisos de colecta, se incluyeron las secciones permitType (en donde se documenta el tipo de permiso con el que se tomaron los datos), permitStatus (en donde se informa del estado del permiso) y permitText (corresponde a el acrónimo de la autoridad ambiental que otorgó el permiso). Así mismo, se adjuntó los archivos de los permisos de colecta reportados con el fin tanto de publicar los nuevos registros, como de actualizar la base de datos completa de la colección

5.2.3. Envío de los datos finales para publicación y evidencia de publicación

Para terminar el proceso de publicación, se enviaron los archivos con los ajustes propuestos para que fuesen publicados semanas posteriores. Finalmente, la plataforma del SiB Colombia informó que el conjunto de datos de la “Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-Unisangil”, de la fundación Universitaria de San Gil fue actualizado exitosamente a través del SiB Colombia y del GBIF (fig. 40). Por tanto, estos registros junto con los 163 nuevos pueden ser actualmente visualizados en los siguientes enlaces:

SiB Colombia: <https://biodiversidad.co/data/?datasetKey=e6ba4cec-27df-4a1c-9dadfd99e248d52a>

GBIF: <https://www.gbif.org/dataset/e6ba4cec-27df-4a1c-9dad-fd99e248d52a>

DOI: <https://doi.org/10.15472/lt8uof>

Figura 41

Evidencia de la publicación de los registros biológicos

The screenshot shows the GBIF dataset page for the 'Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-Unisangil'. The page is titled 'OCCURRENCE DATASET | REGISTERED NOVEMBER 23, 2021'. The main title is 'Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-Unisangil', published by 'Fundación Universitaria de San Gil'. The authors listed are 'Vargas Tangua F C • Quintero Díaz S L • Guerrero Vargas L • Vargas Tarazona S C'. The page features a navigation bar with 'DATASET', 'PROJECT', 'METRICS', 'ACTIVITY', and 'DOWNLOAD' tabs. On the right, there are two buttons: '1,720 OCCURRENCES' and '29 CITATIONS'. The main content area contains a paragraph describing the dataset's purpose: 'La Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-Unisangil tiene como propósito obtener, preservar y mantener ejemplares de macroinvertebrados acuáticos de los ecosistemas hídricos dulceacuicolas del país, con su información asociada, difundiendo la representatividad de estos a la comunidad científica y al público en general, con el fin de mostrar un archivo histórico natural que contribuirá a la conservación del patrimonio biológico del país. La colección tiene como vi... More'. On the right side, there is a 'UNISANGIL' logo and the following information: 'Publication date: October 31, 2024', 'Metadata last modified: October 31, 2024', 'Hosted by: Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia -SIB', and 'Licence: CC BY-NC 4.0'. At the bottom right, there are links for 'How to cite' and 'DOI: 10.15472/lt8uof'.

6. Conclusiones

A través del cumplimiento de los objetivos propuestos en esta pasantía de investigación, fue posible gestionar la información biológica de la colección de macroinvertebrados acuáticos CBMUS-UNISANGIL y por lo tanto, profundizar en el desarrollo de las habilidades fundamentales de un curador dentro de una colección biológica de principio a fin. Esto abarca desde llevar a cabo el proceso de montaje de los especímenes hasta la movilización de los datos, con la finalidad de hacerlos disponibles tanto nacional como internacionalmente en los principales sistemas de información del país como lo son el SiB Colombia y el GBIF. Al mismo tiempo se contribuyó al cumplimiento de los objetivos del proyecto “Línea base para el ordenamiento de las quebradas: La Gómez y sus tributarias” al curar y determinar los especímenes provenientes de los 12 puntos de monitoreo de la parte alta de la quebrada La Gómez y generar 163 nuevos registros de especímenes biológicos de macroinvertebrados acuáticos para la colección CBMUS y para los investigadores que la consultan y citan.

A partir de la gestión realizada, la colección podrá hacer uso de esta información durante los siguientes años para la publicación de nuevos registros científicos, dentro de artículos científicos y en revistas especializadas. Así mismo, podrá implementar los procedimientos realizados para continuar con la tarea de curaduría, determinación y movilización de los cientos de especímenes que aún quedan por procesar en la Colección CBMUS.

El total de 1720 registros que corresponden tanto a la información digitalizada y actualizada durante esta pasantía, como a la que ya hacía parte de la colección CBMUS y que en esta oportunidad también fue renovada, podrán ser incorporados a la plataforma desarrollada por UNISANGIL para la visibilización e internacionalización de la información de los especímenes,

aspecto relevante y determinante para facilitar en el futuro los estudios de patrones de distribución, y útiles para evaluar el estado ecosistémico de las corrientes hídricas.

Finalmente, la realización de este proyecto contribuye a ampliar el conocimiento de la biodiversidad acuática local, proporciona información valiosa para la toma de decisiones en cuestiones de ordenamiento territorial, de gestión de los recursos hídricos y de definición de estrategias de conservación. Igualmente, la actualización y enriquecimiento de la colección biológica CBMUS a través del desarrollo de la presente pasantía de investigación apoya al cumplimiento de las metas de la COP 16 que promueven el uso sostenible de la biodiversidad y fortalece la base de conocimiento científico.

Referencias Bibliográficas

- Alvarez-Arango, L. (2005). Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Andrade, M.G., E.R. Henao & P. Triviño. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidóptera: Hesperoidea – Papilionoidea). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 37(144): 311-325.
- Aristizábal – García, H. (2016). Hemípteros acuáticos y semiacuáticos del neotrópico. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editorial Gente Nueva. Bogotá.
- Barreto, M., M.E. Burbano & P. Barreto. 2010. Lutzomya (Diptera: Psychodidae) en la colección de la Universidad del Valle, Facultad de Salud, Cali. Revista Colombiana de Entomología 36(2): 264-268.
- Carrera, C. y Fierro, C. 2001. Manual de Monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia, Quito.
- Cazorla-Perfetti, Dalmiro. (2014). Catálogo de las especies de ceratopogonidae (diptera: nematocera) registradas para Venezuela y su importancia agro-ecológica y sanitaria. Saber, 26(4), 395-408. Recuperado en 21 de noviembre de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622014000400005&lng=es&tlng=es.
- Correa, M., Machado, T., & Roldán, G. (2017). Taxonomía y ecología del orden

- Trichoptera* en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 10(36), 35–48. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330364>
- Domínguez, E. & Molineri, C. Nieto, C. (2009). Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. *Sistemática y Biología*.
- Fundación universitaria de San Gil (2020). Procedimiento para la preservación y manejo de la colección biológica de macroinvertebrados.
- Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2010). Capítulo 6: Plecoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 139-148. Retrieved October 29, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800006&lng=en&tlng=es.
- Hanson, Paul, Springer, Monika, & Ramirez, Alonso. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 3-37. Retrieved January 21, 2025, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001&lng=en&tlng=es.
- Instituto Alexander von Humboldt, 2016. Las Colecciones Biológicas, ¡fundamentales para la conservación de la Biodiversidad! <https://www.humboldt.org.co/noticias/las-coleccionesbiologicas-fundamentales-para-la-conservacion-de-la-biodiversidad>
- Mora, L y Fuentes, H. 2006. El laboratorio de colecciones biológicas de la Universidad del Mar: perspectivas de una colección regional. *Ciencia y Mar*, 28: 34-37.
- National Science Board. 2018. Science and Engineering Indicators 2018. NSB-2018-1.

Alexandria, VA: National Science Foundation. Available at <https://www.nsf.gov/statistics/indicators/>.

Oosterbroek, P. (1989). Family Tipulidae. In: Evenhuis, N.L. (ed.), Catalog of the Diptera of Australasian and Oceanian Regions Bishop Museum Special Publication 86: 53-116

Perez, G. A. R., & de Antioquia, C. U. (1986). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=JEoGmgEACAAJ>

Ramírez, A. (2010). Capítulo 5: Odonata. Revista de Biología Tropical, 58(Suppl. 4), 97-136.

Retrieved November 21, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800005&lng=en&tlng=es.

Registro Nacional de Colecciones [RNC]. (2024, 17 de diciembre). <http://rnc.humboldt.org.co/wp/>

Springer, M. (2010). Capítulo 7: Trichoptera. Revista de Biología Tropical, 58(Suppl. 4), 151-198.

Retrieved October 28, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000800007&lng=en&tlng=es.

Universidad de Antioquía. (2018, 16 de mayo). “Biología”. Taxonomía, el arte de la clasificación biológica. [Video]. You Tube.