

**Estudio de los macroinvertebrados acuáticos asociados a macrófitas en la Ciénaga de Río**

**Viejo (Cimitarra, Santander)**

**Wilmer Daniel Calderón Buitrago**

**Trabajo de grado para optar al título de:**

**Biólogo**

**Tutora:**

**María Isabel Críales Hernández**

*Dr. rer. nat*

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ciencias**

**Escuela de Biología**

**Bucaramanga**

**2023**

**Dedicatoria**

*A mi mamá,  
por la vida,  
el amor,  
y el apoyo que me ha brindado...  
desde siempre  
...y para siempre.*

### **Agradecimientos**

A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Biología, por brindarme las herramientas y espacios para tener una excelente formación académica.

A la profesora María Isabel Críales Hernández por el conocimiento compartido, los consejos y apoyo, la confianza y paciencia conmigo para la realización de este proyecto; al laboratorio de Hidrobiología por las instalaciones y equipos brindados para el desarrollo de mi estudio, a la profesora Marisol Beltrán Gutiérrez por su acompañamiento inicial al proyecto y su entusiasmo constante, a Diana Lobo por el tiempo dedicado a resolver todas mis dudas en campo.

A mis padres, gracias su apoyo, espero se sientan orgullosos.

A Dani y Lau, por estos diez años de amistad inquebrantable, los viajes, las risas, las palabras de aliento en momentos difíciles y sobre todo por la lealtad, gracias por hacer parte de mi vida.

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Objetivos</b> .....	<b>13</b>
1.1 General.....	13
1.2 Específicos .....	13
<b>2. Marco teórico</b> .....	<b>14</b>
2.1 Humedales.....	14
2.2 Vegetación acuática .....	16
2.3 Macroinvertebrados acuáticos (MIA) .....	17
2.4 Grupos Funcionales Alimentarios (GFA).....	18
2.5 Hábitos de vida .....	18
2.6 Fotografía – focus stacking .....	19
<b>3. Metodología</b> .....	<b>20</b>
3.1 Área de estudio .....	20
3.2 Fase de muestreo .....	21
3.3 Análisis de muestras .....	22
3.4 Registro fotográfico de MIA .....	24
3.5 Factor de ampliación .....	25
<b>4. Resultados</b> .....	<b>25</b>
4.1 Caracterización del hábitat.....	25
4.2 Comunidad de MIA.....	27
4.3 Descripción morfológica de los MIA .....	30
4.4 Ecología de MIA .....	43
4.4.1 Grupos Funcionales Alimenticios de MIA .....	43
4.4.2 Hábitos de vida de MIA .....	44
4.5 Distribución geográfica de los MIA .....	47
4.6 Catálogo divulgativo.....	48
<b>5. Discusión</b> .....	<b>50</b>
<b>6. Conclusiones</b> .....	<b>54</b>
<b>7. Recomendaciones</b> .....	<b>55</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>57</b>
<b>Apéndices</b> .....	<b>84</b>

**Lista de Tablas**

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en la ciénaga Río Viejo (Santander).....	22
Tabla 2. Taxonomía de MIA encontrada durante el estudio en la ciénaga Río Viejo (Santander). .....	29
Tabla 3. Hábitos de vida de MIA encontrados durante el estudio en la ciénaga Río Viejo (Santander).....	46

### Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación espacial de la ciénaga Río Viejo (Cimitarra - Santander) con las estaciones de muestreo (Sandovala, Portugala y Cruce) .....	20
Figura 2. Fotografía panorámica de la ciénaga Río Viejo (Santander).....	21
Figura 3. Valores precipitación total (mms) para la estación pluviométrica MURILLO (Cod. 23090110) ubicada en Ciénaga Río Viejo (Santander) para período comprendido entre 2010-2016 .....	26
Figura 4. Representatividad de géneros de MIA presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander).....	28
Figura 5. Representatividad de géneros de MIA presentes según taxonomía en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander).....	28
Figura 6. Representatividad de GFA de los MIA presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander). C.Fr: Colector Fragmentador, Dt: Detritívoros, C.Rs: Colectores-Raspadores, C.Dt: Colector-Recolector, C.F: Colector-filtrador, Dep: Depredador.....	43
Figura 7. Representatividad del hábito de los MIA presentes. Exc: Excavadores, B.N: Buceador-Nadador, R.T.A: Reptador-Trepador-Agarrador presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander).....	44
Figura 8. Mapa de distribución geográfica de MIA encontrados durante el estudio en la ciénaga Río Viejo (Santander). .....	48
Figura 9. Descripción general de la página del catálogo fotográfico donde se consolida la información obtenida. Sección 1: Niveles taxonómicos superiores. Sección 2: fotografía del individuo. Sección 3: descripción de la morfología del individuo. Sección 4 distribución del individuo en Colombia. Sección 5: Ecología del MIA; con su clasificación de grupo funcional alimenticio (GFA), el hábito de vida y la estación en la que se encontró.....	49

## Resumen

**Título:** Estudio de los macroinvertebrados acuáticos asociados a macrofitas en la ciénaga de Río Viejo (Cimitarra, Santander).

**Autor:** Wilmer Daniel Calderon Buitrago\*\*

**Palabras claves:** Macroinvertebrados acuáticos, Ciénaga, Santander.

### Descripción

La ciénaga río Viejo hace parte del complejo cenagoso del Magdalena medio, influenciado por el ciclo hidrológico anual, el cual determina su forma, tamaño y condiciones tróficas. Este tipo de ecosistema presenta elevada biomasa de plantas acuáticas, las cuales son el hábitat temporal o permanente de diversas comunidades, como los macroinvertebrados acuáticos (MIA), uno de los grupos más diversos y abundantes dentro de ecosistemas dulceacuícolas estudiados como bioindicadores, su papel en la red trófica, ecológica y funcional, entre otros. Estos especímenes son depositados en colecciones biológicas sin catalogación o registro fotográfico. Razón por la cual en el presente trabajo se creó un inventario con los registros fotográficos de los MIA recolectados en tres diferentes estaciones (La Portugala, el Cruce y la Sandovala) en la ciénaga Río Viejo del Departamento de Santander, durante el mes de julio de 2018.

Los MIA asociados a las macrófitas se distribuyeron en (2) phylum, tres (3) clases, 6 (seis) órdenes, 20 familias, 28 géneros confirmados depositados en 94 viales dentro de la colección del MHN-UIS. La estación con mayor riqueza fue La Sandovala y la de menor Portugala. El orden con mayor variedad de géneros fue Diptera. El Grupo Funcional Alimentario (GFA) con mayor riqueza fue el de los depredadores y el menor los detritívoros. La riqueza de MIA fue mayor en la estación Sandovala y menor en el Cruce. El hábito de vida más representativo fue el de los Reptador-Trepador-Agarrador (R.T.A). Los caracteres morfológicos variaron entre los diversos géneros y fueron decisivos para diferenciar los individuos en las respectivas especies encontradas. La mayoría de MIA se distribuyeron en la zona Andina del país y en menor medida en la Amazonia. La taxonomía, caracteres ecológicos y de distribución se implementó en la construcción del catálogo fotográfico como apoyo didáctico y divulgativo acerca de la fauna de MIA en la ciénaga de Río Viejo (Cimitarra, Santander).

---

\*\*Pasantía de investigación

\*Facultad de Ciencias, Programa de Biología. Tutora: María Isabel Críales Hernández

### Abstract

**Title:** Study of the aquatic macroinvertebrates associated to macrophytes in the Río Viejo swamp (Cimitarra, Santander).

**Authors:** Wilmer Daniel Calderon Buitrago\*\*

**Key words:** Macroinvertebrates, Swamp, Santander.

#### Description:

The Río Viejo swamp is part of the Magdalena Medio swamp complex, influenced by the annual hydrological cycle, which determines its shape, size and trophic conditions. This type of ecosystem has a high biomass of aquatic plants, which are the temporary or permanent habitat of various communities, such as aquatic macroinvertebrates (AM), one of the most diverse and abundant groups within freshwater ecosystems studied as bioindicators, their role in the trophic, ecological and functional web, among others. These specimens are deposited in biological collections without being cataloged or with photographic records. For this reason, in the present work an inventory was created with the photographic records of the AM collected in three different stations (La Portugala, El Cruce and La Sandovala) in the Río Viejo swamp of the Department of Santander, during the month of July 2018.

The AM associated with macrophytes were distributed in (2) phylum, three (3) classes, 6 (six) orders, 20 families, 28 confirmed genera deposited in 94 vials within the MHN-UIS collection. The station with the greatest richness was La Sandovala and the lowest was Portugala. The order with the greatest variety of genera was Diptera. The functional feeding group (FFG) with the highest richness were the predators and the lowest was detritivores. AM richness was higher at the Sandovala station and lower at El Cruce. The most representative life habit were the Sprawler-Climbers-Clingers (S.C.C). The morphological characters varied among the different genera and were decisive to differentiate the individuals in the respective species. The majority of AM were distributed in the Andean zone of the country and to a lesser extent in the Amazon. The taxonomy, ecological and distribution characters were implemented in the construction of the photographic catalog as a didactic and informative support about the AM fauna in the Río Viejo swamp (Cimitarra, Santander).

---

\*Research internship

\*Faculty of Sciences, Program of Biology. Tutor: María Isabel Críaes Hernández

## Introducción

Las ciénagas en Colombia son planicies de inundación poco profundas que normalmente no sobrepasan los seis metros de profundidad, se localizan entre los 0 a 1000 msnm y presentan temperaturas cálidas (Arias, 1985; Benjumea Hoyos *et al.*, 2010). Estos ecosistemas son altamente dinámicos y están condicionados principalmente por la hidrología y los flujos de materiales (Mitsch y Gosselinks, 2000; Ramírez y Roldan, 2008). Las ciénagas ofrecen diferentes servicios ecosistémicos entre los que se encuentra el control de inundaciones, protección contra tormentas, recarga y descarga de acuíferos y la retención de sedimentos y nutrientes (Garzón y Gutiérrez, 2013). Además, representan un área de alta producción biológica que sustenta poblaciones de pescadores y sirven como escenarios turísticos y de transporte para sus habitantes (Arias, 1985; Rangel, 2007; Aguilera-Díaz, 2011).

La relación entre la estructura del ecosistema y la variedad de recursos disponibles es fundamental en la ecología y no es la excepción en cuerpos de agua que presentan vegetación acuática, como lo son las macrófitas, presentes en ciénagas, las cuales germinan y crecen en la superficie del agua (Fasset, 1940) y que funcionan como refugio, alimento y sitio de anidamiento para diversos organismos (Rennine y Jackson, 2005) como los macroinvertebrados acuáticos (MIA) que durante sus etapas iniciales se asocian a las raíces de estas plantas (Resh, 2008); los índices de biomasa y volumen de este tipo de vegetación se relaciona directamente con la riqueza y abundancia de MIA (Kouamé *et al.*, 2011).

Se entiende por divulgación científica, el proceso por el cual se hace llegar al público el saber producido por especialistas en una disciplina científica (Calsamiglia, 1997), en conjunto con las colecciones científicas que son esencialmente repositorios sistematizados y accesibles para la comunidad científica, más específicamente las colecciones biológicas, que albergan testimonios espacio temporales de la diversidad biológica en la tierra (Ellis, 2011). Se estima que solo entre el 5 y el 10% de estos ejemplares tiene datos asociados capturados en forma electrónica, este impedimento al acceso ágil a los datos existentes sobre biodiversidad causa que el avance de múltiples actividades que tienen que ver con el manejo de datos para efectos de esfuerzos científicos y de bioconservación, entre otros, sea poco eficiente, ya que sobre dichas colecciones se realizan y publican estudios posteriormente (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2003). Hoy en día las colecciones se enfocan en la recolección de especímenes de forma grupal, en donde se implementa un sistema de nomenclatura científica, que se basa en la clasificación de las especies. Este sistema data de 1758 con las iniciativas de Linnaeus y actualmente se logra una organización puntual y específica (Simmons y Muñoz, 2005).

Históricamente la comunidad científica ha difundido su mensaje mediante la expresión escrita, oral, visual, sonora y digital, esta información científica ha viajado a través de conferencias, congresos, enciclopedias, medios de comunicación social, revistas científicas, revistas comerciales y artículos científicos (Toledo y Sánchez, 2011). La divulgación científica por lo tanto se refiere a la habilidad de comunicar los avances científicos logrados, a la comunidad interesada en conocer determinada área o especialidad (De la O Fernández, 2017) mediante la conceptualización de ideas o datos de gran extensión en imágenes que se puedan apreciar e interpretar (Sorensen, 1989) mediante un amplio abanico de técnicas de representación gráfica

como ilustración tradicional (dibujo científico) y hoy en día la fotografía y el video, como nuevas tecnologías digitales que incrementan o amplían su potencialidad (Tsafrir y Ohry 2001; Hodges 2003; England *et al.* 2010; Blanco y Gaido, 2013).

Monje Arenas (2010) distingue dos grandes tipos de fotografía científica: ilustrativa y descriptiva. En el primer caso la fotografía tiene por objetivo ilustrar el texto y atraer fuertemente la atención del aficionado a la ciencia, del lector ocasional o del profano. Se buscan imágenes impactantes, sensacionalistas o magnificadoras de la realidad. Por ello para su creación se utiliza mucho el fotomontaje y las técnicas de edición de imágenes. En las fotografías descriptivas se procura evitar toda situación óptica o de montaje que distorsione la realidad. La foto debe ser lo más fiel posible al objeto. El fotógrafo y el científico que redacta el informe son la misma persona o coordinan las operaciones de producción fotográfica. Publicaciones, como la revista *Science*, utilizan principalmente este tipo de fotografía.

En Colombia los estudios sobre macroinvertebrados presentan un número considerable para los sistemas lóticos, desafortunadamente en sistemas lénticos las investigaciones son menores, como es el caso de las ciénagas (Montoya y Aguirre, 2009). Es por esto por lo que cualquier catálogo biológico, sin importar la región para la que fue desarrollado representa un valor para la comunidad científica o en general, ya sea que se encuentren organizados como listados de taxonomía o si ofrecen datos sobre su ecología, geografía u otro aspecto biológico de las especies. Estos catálogos son aún más útiles cuando proporcionan u organizan comparativamente la geografía, o presentan un recuento de la historia del grupo biológico particular en la región de estudio. (Correa-Sandoval, 2013).

Según Sánchez-Vigil (2012) un inventario fotográfico de las colecciones biológicas suma importancia a la documentación de la biodiversidad y aumenta la accesibilidad para otros investigadores e instancias. Aristizábal (2002) expone que las determinaciones de los macroinvertebrados acuáticos han caído en desuso, ya que los estudios de impacto ambiental han dejado de lado estos organismos debido al desconocimiento de su utilidad como bioindicadores de la calidad del agua, además que permiten la disminución de los costos en investigaciones ambientales y la conservación de las colecciones de organismos que se pueden obtener de dichos estudios significan un aprovechamiento significativo en el uso de estas muestras, por lo que los catálogos de especies como lo es *Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia*, representan un valor agregado que puede desarrollarse con otros grupos de organismos (Aristizábal, 2002).

Por lo anterior, presente trabajo constituye una herramienta útil para describir la comunidad de MIA y divulgar nuevo conocimiento acerca de su biodiversidad en una de las ciénagas del departamento de Santander produciendo un recurso ilustrativo de divulgación de las colecciones del Museo de Historia Natural de la UIS.

## 1. Objetivos

### 1.1 General

Describir la composición de macroinvertebrados acuáticos presentes en la Ciénaga de río Viejo a partir de los lotes depositados en la colección Hidrobiológica del Museo de Historia Natural UIS

### 1.2 Específicos

- Identificar y agrupar los macroinvertebrados acuáticos de acuerdo con los grupos funcionales alimenticios.
- Describir los macroinvertebrados acuáticos, sus hábitos, caracteres morfológicos y distribución geográfica a partir de información secundaria.
- Construir un inventario y catálogo divulgativo de los macroinvertebrados acuáticos presentes en la ciénaga de río Viejo.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Humedales

Los humedales, según la Convención de Ramsar en 1971, pueden ser entendidos como una extensión de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016). Estos cubren el 4 -6 % de la superficie de la tierra y se hallan en todos los continentes. Son ecosistemas con características estructurales y funcionales, tales como la hidrología y vegetación que influyen de manera directa en su comportamiento (Keddy, 2000), cambiando su ambiente físico-químico y que a vez restringen las comunidades de organismos que puedan sobrellevar condiciones fluctuantes específicas de estos sistemas (Collantes y Faggi, 1999).

Los humedales proporcionan diversos servicios ecosistémicos tales como mitigación de impactos, estabilización de ecosistemas, regulación hídrica, control de erosión y transporte de sedimentos, reciclaje de nutrientes, así mismo traen beneficios económicos, sociales, culturales y estéticos como la provisión de alimentos, recreación y turismo, conservación, investigación y educación ambiental, biodiversidad y patrimonio cultural; paisaje y belleza escénica. (Lasso *et al.*, 2014 y Flórez, 2015).

En Colombia se registran 30.781.149 hectáreas de humedales (Flórez-Ayala *et al.*, 2015) y más de 88 tipos diferentes, entre humedales marino-costeros, interiores y artificiales (Ricaurte *et al.*, 2015) y se manifiestan de diversas formas a lo largo de todo el territorio nacional. Según Benzaquén (*et al.*, 2013), presentan alta conectividad, dejando de ser sistemas ecotonos, es decir zonas de transición entre dos ecosistemas diferentes, para ser ecosistemas dinámicos, complejos y abiertos, integrados en un entorno del cual reciben la energía que la transfieren a otros compartimentos (Jorgensen, 2009), es decir, pueden ser estudiados como unidades ecológicas funcionales que intercambian materia (nutrientes) e incluyen gran variedad de ambientes con dinámica espacial y temporal particular o propia de cada macro unidad (Thieme *et al.*, 2007). Dentro de este sistema de conectividad se forman ambientes intermedios con un papel esencial en la productividad biótica y mantenimiento de la biodiversidad local y regional (Neiff, 1999), tales como planicies de inundación o complejos cenagosos y en cuyo interior se encuentran diferentes micro unidades como ciénagas, caños, pantanos; todos estos sometidos a diferentes regímenes de inundación (Montoya-Moreno y Aguirre, 2009) y que, por una u otra razón, tienen anegación periódica o parcial (Márquez, 2004).

En Colombia se considera que hay cerca de 1.900 ciénagas con un área total de 478.418 ha (Montoya-Moreno y Aguirre, 2009), siendo tipo de humedal más ampliamente representado en Colombia (Márquez, 2004). Las ciénagas son cuerpos de agua poco profundos que no superan los 10 m; presentan estratificación durante el día y mezcla e isoterminia en la noche, una temperatura que varía entre los 24 – 32°C, permitiendo clasificarlas como lagos tropicales polimicticos calientes (Lewis, 1983; Arias, 1985), tienden a sufrir períodos de escasez de oxígeno en sus partes profundas, son muy ricas en nutrientes, con elevada producción por el plancton (Márquez, 2004) y además, se caracterizan por presentar elevada biomasa de vegetación flotante y enraizada

(macrófitas o plantas acuáticas), propiciando un amplio desarrollo de microorganismos que interactúan en complejas relaciones para mantener un equilibrio ecológico de alta fragilidad (Roldán y Ramírez, 2008; Kouamé *et al.*, 2010).

## 2.2 Vegetación acuática

Las macrófitas acuáticas son un grupo de plantas cosmopolitas con mayor diversidad en el neotrópico que habitan en ambientes acuáticos e inundables, realizan diversas adaptaciones que permiten el desarrollo, crecimiento, e incluso la reproducción bajo condiciones de inundación permanente (Cook, 1996; Schmidt-Mumm, 1988, 1998; Cronk y Fennessy, 2001; Bornettey y Pujalon, 2011). Su distribución depende de factores como la topografía, geología y el clima, además de otros mecanismos que les permiten dispersar sus semillas o propágulos a grandes distancias, esto gracias a su tolerancia ecológica y la plasticidad ante diferentes condiciones. (Santamaria, 2002 y Les *et al.*, 2003).

Pueden clasificarse de forma taxonómica en cuatro divisiones: Charophyta, Bryophyta, Pteridophyta y Spermatophyta (Kiersch *et al.*, 2004; Padial *et al.*, 2008; Roldán y Ramírez, 2008; Chambers *et al.*, 2008, Schmidt-Mumm y Vargas-Rios, 2012) o de acuerdo con su hábito de crecimiento en cuatro grupos: sumergidas, flotantes enraizadas, emergentes y flotantes libres (Cronk y Fennessy, 2001; Thomaz, 2002; Chambers *et al.*, 2008 y Cárdenas-Avella, 2013). Este tipo de vegetación suele alcanzar su máximo desarrollo y diversidad en los trópicos y ser ampliamente distribuidas en Colombia en todos los climas (Roldán y Ruiz, 2001).

Se ha reportado frecuentemente que estas plantas se caracterizan por presentar complejas asociaciones con diversos grupos de organismos (Inger *et al.*, 2004), convirtiéndose en hábitat temporal o permanente de fitoplancton, zooplancton, anfibios, aves, mamíferos y MIA (Bayona-

Arenas y Rueda, 2008; Kouamé *et al.*, 2010), afectando su estructura poblacional y además su diversidad y composición (Bergström *et al.*, 2000; Lansac-Tôha *et al.*, 2003; Takeda *et al.*, 2003), siendo consideradas como uno de los sustratos y refugios más productivos (Pardue y Webb, 1985; Gleason *et al.*, 2008; Keddy, 2010) para los MIA.

### **2.3 Macroinvertebrados acuáticos (MIA)**

El término “macroinvertebrado acuático” no corresponde a algún concepto taxonómico, es una delimitación artificial en donde se agrupan animales invertebrados o todo tipo de organismo que puede observarse a simple vista y tamaños superiores a los 0,5 mm de largo (Roldán, 2016), con representantes de animales de diversos filos como: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha entre otros (Hanson *et al.*, 2010). Presentan adaptaciones en sus ciclos de vida y reproductivos, pasando todo o casi todo su ciclo de vida en el agua (González y García, 1995). Estos ciclos de vida se clasifican en multivoltinos, semivoltinos y univoltinos, haciendo referencia al número de generaciones que tienen (Vásquez *et al.*, 2009)

Los MIA son uno de los grupos más diversos y abundantes dentro de ecosistemas dulceacuícolas debido a la relación que mantienen con otros grupos biológicos, especialmente las macrófitas, quienes determinan la composición de su comunidad (Zimmer *et al.*, 2000, 2001; Gleason *et al.*, 2008), convirtiéndolos en una pieza fundamental para el entendimiento de la estructura, relaciones tróficas, flujo de la materia y energía (Domínguez y Fernández, 2009) debido a que son fuente directa e indirecta de alimento para otras comunidades dentro y fuera del ecosistema; el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Lampert y Sommer, 2007) y además, han sido ampliamente usados como indicadores de calidad ecológica en sistemas lóticos (Roldán, 2003; Roldán-Pérez, 2016) y lénticos (Castellanos *et al.*, 2017).

## 2.4 Grupos Funcionales Alimentarios (GFA)

Las interacciones en un ecosistema se entienden mejor mediante las relaciones entre sus organismos y por ende sus características más importantes, por ejemplo, los grupos funcionales alimentarios (GFA), descritos mediante una multitud de rasgos biológicos que reflejan la adaptación de las especies a las condiciones ambientales (Townsend y Hildrew, 1994).

Este término fue desarrollado por Cummins (1974), afirmando que era necesaria la identificación de grupos funcionales de organismos, independiente de las determinaciones taxonómicas. Combina características morfológicas (por ejemplo, especialización de la parte de la boca) y mecanismos de comportamiento (por ejemplo, mecanismo de alimentación) utilizados por los MIA al consumir recursos (Cummins y Klug, 1979). Su estudio permite ver atributos significativos, relacionados con los ensambles de la comunidad desde una perspectiva funcional (Rivera-Usme y Pinilla-Agudelo, 2013; Schmera *et al.*, 2017; Luiza- Andrade *et al.*, 2017).

## 2.5 Hábitos de vida

Los MIA son organismos que presentan una variedad de adaptaciones o rasgos morfológicos específicos a un tipo de hábitat en particular (microhábitat), dichas adaptaciones se relacionan con el espacio físico que ocupan y los ayudan a aprovechar los recursos del ambiente que habitan (Alonso y Camargo, 2005; Fernández, 2012). Por esta razón llegan a tener diferentes hábitos de vida para desarrollarse (Barbour *et al.*, 1999; Pérez-Munguía *et al.*, 2008; Hanson *et al.*, 2010; Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2014a). Cada especie pueden tener ciertos rasgos adaptativos comúnmente diferentes de sus relaciones taxonómicas (Torres y Torres, 2016), pues dichos rasgos

biológicos se refieren a las tácticas o combinaciones de adaptaciones de los organismos seleccionadas en correspondencia con los cambios que operan en el ambiente. Un rasgo puede mostrar diferentes expresiones o atributos, y estos pueden ser medidos en varios niveles de resolución y expresados en categorías o rangos (Reynaga y Dos Santos, 2012). Todas estas adaptaciones y los mecanismos que emplean ofrecen ventajas para diferenciar los distintos taxones en grupos, ya que brinda información más directa sobre los atributos que pueden encontrarse en un ambiente determinado (Southwood, 1977), además la interacción entre las especies (Violle *et al.*, 2007) y la contribución de la especie al funcionamiento del ecosistema (Cadotte *et al.*, 2011).

## 2.6 Fotografía – focus stacking

Hoy en día hay un número cada vez mayor de disciplinas científicas (biológicas, médicas y ciencias de los materiales) que requieren imágenes de alta resolución, pero sufren de un campo de visión insuficiente, afortunadamente el rápido avance en la tecnología y el software de imágenes en los últimos años ha dado como resultado sistemas de imágenes de alta calidad, fáciles de usar y más asequibles. La solución a esta problemática es el método de apilamiento de enfoque fotográfico o focus stacking. Esta es una técnica de apilamiento de enfoque útil al momento de hacer macrofotografía o acercamientos a objetos o sujetos pequeños, que permite una combinación de imágenes con múltiples profundidades de campo para enfocar todo el objeto manteniendo una alta resolución espacial (Logson *et al.*, 2010, Brecko *et al.*, 2014), ayudando a revelar los detalles que no se perciben a simple vista. Esta técnica o software es comúnmente destinada a digitalizar organismos pequeños como flores, insectos, plantas y otros pequeños objetos (Pratt, 2015).

Freitas (2017) definió la macrofotografía como la fotografía de un primer plano que genera imágenes de tamaño real o agrandado en comparación con el sensor de la cámara. Al usar esta

técnica fotográfica en la investigación se observan detalles que no son captados a simple vista por el ojo humano. La macrofotografía se caracteriza por tener en cuenta ciertos detalles a la hora de fotografiar como son la proximidad al objeto, la profundidad de campo, la iluminación, la estabilización, el apilado de las fotos, la composición y el post procesado de la imagen (Borlinghaus, 2021).

### 3. Metodología

#### 3.1 Área de estudio

La ciénaga Río Viejo se localiza en el Departamento de Santander (Municipio de Cimitarra), a 104 m.s.n.m, con una extensión aproximada de 129 km<sup>2</sup>, está ubicada geográficamente entre las coordenadas 6° 33' 37,4" de latitud norte y 74° 17' 34,6" de longitud oeste (Figuras 1 y 2), aledaña a una zona de bosque tropical seco y tierras que son aprovechadas para la ganadería y agricultura. Según la clasificación propuesta por Ricaurte y colaboradores (2019), hace parte del complejo cenagoso del Magdalena medio, correspondiendo así al suborden de humedales con pulsos de inundación bimodales de alta amplitud de Colombia. Según la clasificación de Arias (1985) la ciénaga río Viejo es una ciénaga tipo III debido a su conexión con el río Magdalena mediante el caño río Viejo. Su principal afluente es la quebrada La Sandovala y su efluente es la quebrada El Cruce.

*Figura 1. Mapa de ubicación espacial de la ciénaga Río Viejo (Cimitarra - Santander) con las estaciones de muestreo (Sandovala, Portugala y Cruce)*

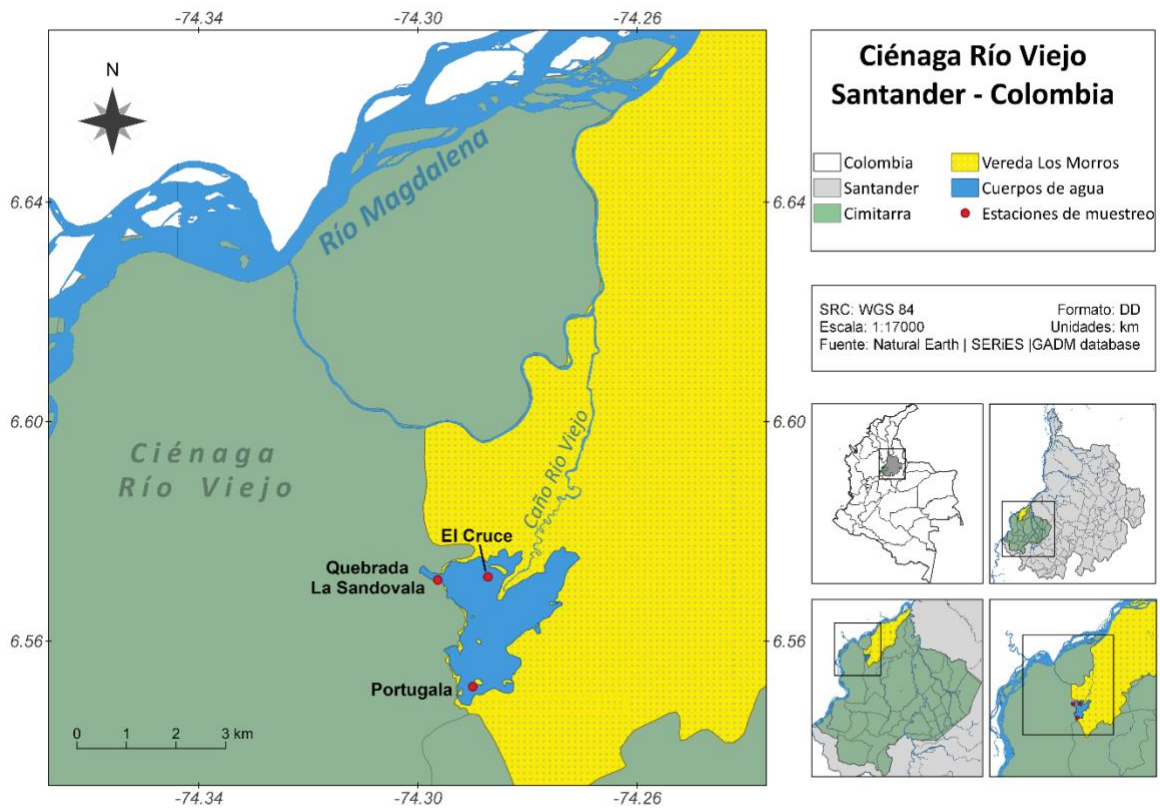
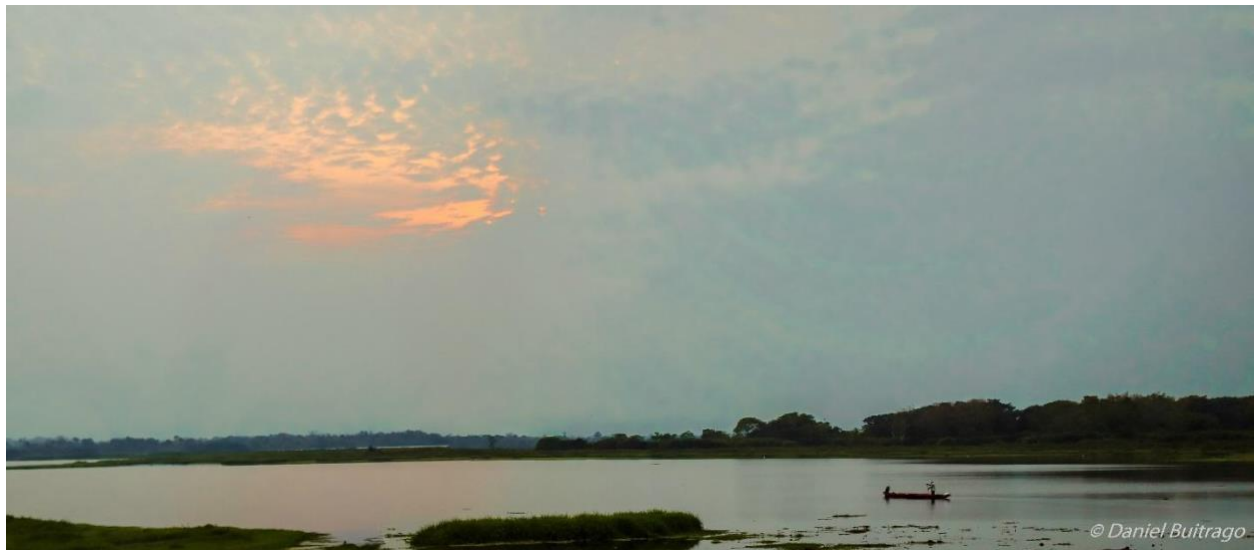


Figura 2. Fotografía panorámica de la ciénaga Río Viejo (Santander)



### 3.2 Fase de muestreo

Los 94 lotes de MIA fueron recolectados en tres puntos de estudio (estaciones La Portugala, el Cruce y la Sandovala) (Tabla 1) durante el mes de julio de 2018, en cada estación de muestreo se realizó la recolección del material biológico con una red de mano con una abertura de malla de 250  $\mu\text{m}$ , ubicada bajo las raíces de la vegetación flotante. Se registró en la bitácora de campo las especies de macrófitas presentes en cada estación de muestreo y el material desprendido de estas se dispuso en bolsas plásticas con alcohol al 96%. Posteriormente, en el laboratorio se procedió a limpiar las muestras con el fin de separar todos los MIA. Finalmente, se almacenaron con alcohol al 70% en viales de 60 ml previamente rotulados y posteriormente fueron ingresados a la colección de Hidrobiología de la Universidad Industrial de Santander (MHN-UIS) con códigos de colección para los lotes entre 2472-2497, 2499-2559, 2561-2562, 2672 y 2677-2682.

*Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en la ciénaga Río Viejo (Santander).*

Estación	Latitud (N)	Longitud (W)
Sandovala	6°34'22,2"	74°18'11,6"
Centro	6°34'21"	74°17'16,9"
Portugala	6°32'55"	74°17'44,4"

### 3.3 Análisis de muestras

El conteo de MIA se realizó mediante el uso del estereoscopio Olympus SZX9. Se identificaron taxonómicamente todos los individuos presentes en los lotes de las tres estaciones y el período hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante el uso de claves y literatura disponible (Roldán, 1988; Muñoz y Ospina, 1999; Merritt *et al.*, 2008; Domínguez y Fernández, 2009; Hanson *et al.*, 2010), la clasificación taxonómica de la familia Chironomidae se realizó siguiendo la clave para géneros de larvas de chironomidos australianos (Madden, 2010) y para el

género *Aedes* la metodología de extracción de piezas bucales de Huang, 2004 permitió la identificación de la especie *Aedes aegypti*. Una vez identificados se les asignó el GFA al cual pertenecían basados exclusivamente en la literatura según lo reportado para cada taxón (Stur *et al.*, 2019; Nelson, 1986; Talaga, 2017; Ohba, 2019; Thomas *et al.*, 1985; Ronderos *et al.*, 2003; Merrit *et al.*, 2008; Caleño-Ruiz *et al.*, 2018; Gilinsky, 2013; Hendrich *et al.*, 2004; Layton y Voshell, 1991; Patton, 2014; Syrovátka, 2018; Mosquera-Murillo, 2017; Peiró *et al.*, 2015; Mihuc, 1997; Faust, 2012; Rivera-Usme, 2013; Formanowicz y Brodie, 1988), empleando las siguientes categorías: i) Fragmentadores (C.Fr) que se alimentan de materia orgánica particulada gruesa (MOPG), ii) Detritívoros (Dt) que se alimentan de MOPG, microflora del sustrato y a veces macrofitas, iii) Colectores-Raspadores (C.Rs) que se alimentan de algas, iv) Colectores-Recolectores (C.Dt) que se alimentan de materia orgánica particulada fina (MOPF) en descomposición y bacterias asociadas, v) Colectores-Filtradores (C.F) los cuales filtran partículas de la columna de agua y vi) Depredadores (Dep) que se alimentan de tejido animal u otros organismos vivos; así mismo se les adjudicó el hábito basados en lo reportado por Cummins y Wilzbach (1985) y Hanson *et al.* (2010) clasificándolos en las siguientes categorías según su movilidad o locomoción: i) Buceadores – nadadores (swimmer - divers) (B.N) que obtienen su oxígeno de la superficie pero bucean y nadan para alimentarse o viven permanentemente sumergidos agarrados a rocas, tallos de plantas acuáticas u otros objetos sumergidos ii) Reptador – Trepadores - Agarrador (Sprawlers - climbers - clingers) (R.T.A) con adaptaciones para agarrarse del sustrato y iii) Excavadores (burrowers) (Exc) que excavan y se entierran en el sedimento. Se realizó la debida búsqueda bibliográfica de los caracteres morfológicos distintivos de los géneros identificados (Neubern de Oliveira *et al.*, 2013; Hilsenhoff, 2001; Whiteside y Lindegaard, 1980; Merrit *et al.*, 2008; Paraense *et al.*, 2008; Webb y Scholl, 1985; Epler, 2001; Martínez *et al.*, 2010;

Trapero-Quintana y Naranjo-López, 2009; Rincón-Ramírez *et al.*, 2016; Sundermann *et al.*, 2009; Pessaq *et al.*, 2011; Blakely *et al.*, 2014; Cranston y Dimitriadis, 2004; Garza *et al.*, 2020; Lancaster y Downes, 2013; Burch, 1988; Neiss y Hamada, 2012; Archangelsky y Branham, 1998; Torralba-Burrial y Iñaki Mezquita, 2010; Salom y Vega, 1990 y Roldan, 1996). Por último, se llevó a cabo la búsqueda de los géneros de MIA identificados en la base de datos del GBIF para conocer su distribución geográfica en el país, dichos datos se ingresaron al software QGIS v.3.32.

### **3.4 Registro fotográfico de MIA**

Una vez identificados los MIA fueron fotografiados con una cámara Canon EOS 77D y un lente Canon 65mm macro, en vista dorsal y ventral. Se utilizó la técnica de focus stacking (Tsujimoto, 2015), la cual consiste en tomar múltiples fotografías en diferentes enfoques para posteriormente unirlos en una sola fotografía mediante el proceso de edición, para esto se utilizó el software CombineZM especializado que permitió el desarrollo de esta técnica, así mismo se realizaron ajustes de parámetros básicos en la edición de fotografías (exposición, contraste, saturación entre otros) dependiendo de la imagen, los cuales ayudan a mejorar la calidad de la imagen. Este proceso se realizó mediante el uso del programa de edición Adobe Photoshop Lightroom Classic v.9.3.

Una vez finalizado el proceso de limpieza y mejora de las fotos se continuó con el proceso de estructuración y diseño del contenido gráfico del catálogo de la manera más armónica, ilustrativa y llamativa posible para todo tipo de espectador, con el fin de ayudar a los lectores a identificar los MIA de la manera más fácil; en cuanto al contenido teórico, se establecieron características que aportaran y complementaran a las fotografías, con una breve introducción de los MIA y su importancia, el área de muestreo e información taxonómica, ecológica, funcional y

detalles morfológicos que distinguen a cada uno de los géneros de MIA identificados. Adicionalmente se agregó un esquema donde se pueden apreciar las principales partes de los MIA acompañado de un glosario definiendo cada una.

### **3.5 Factor de ampliación**

Los lentes utilizados para la macrofotografía difieren de los normales principalmente en su factor de aumento, el cual representa el poder de aumento de la lente. El factor de ampliación se define como la relación entre el tamaño de un objeto en la imagen del plano focal de exposición y el tamaño de ese objeto en la realidad (Carrillo de Albornoz, 2012). Se logra un factor de aumento de 1:1 cuando un objeto se reproduce en su tamaño real en el sensor de imagen de la cámara, un factor de aumento de 2:1 el objeto luciría dos veces más grande que su tamaño real, significando que el factor de ampliación es dependiente de la distancia focal del lente y su distancia de enfoque (Harnischmacher, 2016).

Para obtener el factor de ampliación es necesario conocer una de las dimensiones del objeto a fotografiar y el tamaño del sensor de la cámara teniendo que:

$$fa = P/R$$

Donde  $P$  es el tamaño del objeto en la imagen del plano focal (tamaño del sensor) y  $R$  el tamaño del objeto en la realidad (Carrillo de Albornoz, 2012).

## **4. Resultados**

### **4.1 Caracterización del hábitat**

Los valores de precipitación total (mms) obtenidos del IDEAM de la estación pluviométrica MURILLO (Cod. 23090110) permitieron observar que los meses de abril y

septiembre fueron aguas altas; los meses de junio, diciembre y enero fueron aguas bajas; febrero, marzo, julio y agosto corresponden a un período de transición (aguas en ascenso) y los meses de mayo, octubre y noviembre a un período de transición (aguas en descenso) (Figura 3). De esta manera se infirió que el periodo de muestreo realizado en el mes de julio de 2018 correspondió a un período de aguas en ascenso.

La flora acuática encontrada en las tres estaciones de muestreo correspondió a *Eichhornia crassipes*, *Utricularia sp*, *Paspalum sp*, *Ludwigia cf. Helminthorrhiza*, *Salvinia sp* y *Azolla sp*.

Figura 3. Valores precipitación total (mms) para la estación pluviométrica MURILLO (Cod. 23090110) ubicada en Ciénaga Río Viejo (Santander) para período comprendido entre 2010-2016.



Nota: datos suministrados por el IDEAM.

## 4.2 Comunidad de MIA

Los MIA asociados a macrófitas se encontraron distribuidos en dos (2) phylum, tres (3) clases, seis (6) órdenes, veinte (20) familias y treinta (28) géneros y una (1) especie (*Aedes aegypti*), clasificación taxonómica a la que se llegó utilizando la clave para especies de Dípteros: Culicidae (Tabla 2). La estación de muestreo con mayor riqueza de géneros MIA fue La Sandovala con 22 géneros que representan el 36%, las estaciones Portugala y El Cruce obtuvieron la misma riqueza con 19 géneros que representa el 32% (Figura 4). El orden con mayor variedad de géneros fue Diptera (12) con 43%, seguido por Coleoptera (5) con un 18% y Hemiptera y Odonata (4) con un 14% (Figura 5).

Durante el muestreo efectuados se observó la presencia de los géneros *Physella sp*, *Pyractomena cf*, *Limnophora sp*, *Sympetrum sp*, *Dasyelleha sp* como únicos o raros en las estaciones de muestreo.

Figura 4. Representatividad de géneros de MIA presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander).

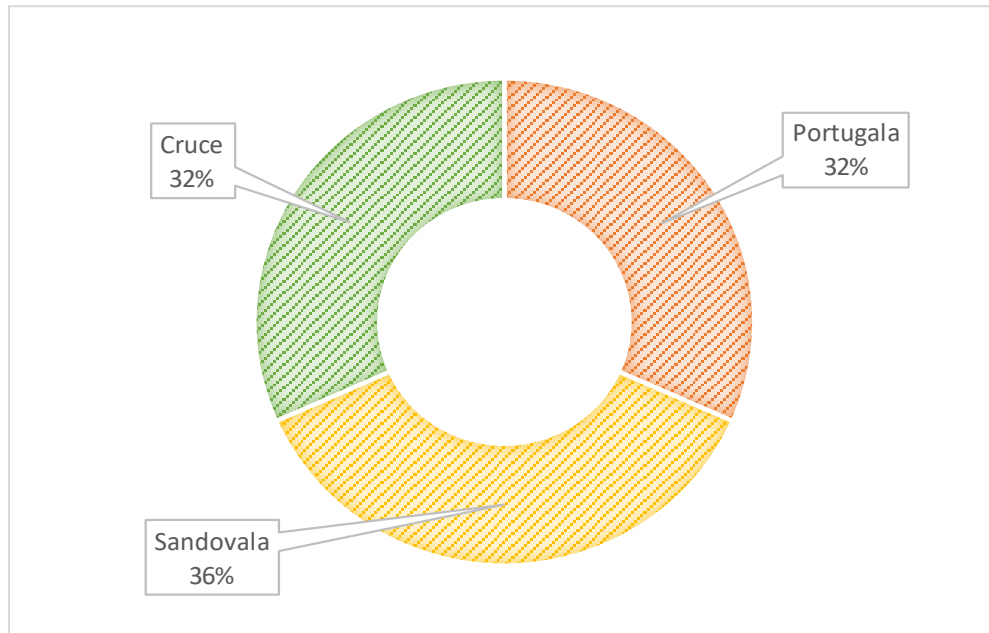


Figura 5. Representatividad de géneros de MIA presentes según taxonomía en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander)

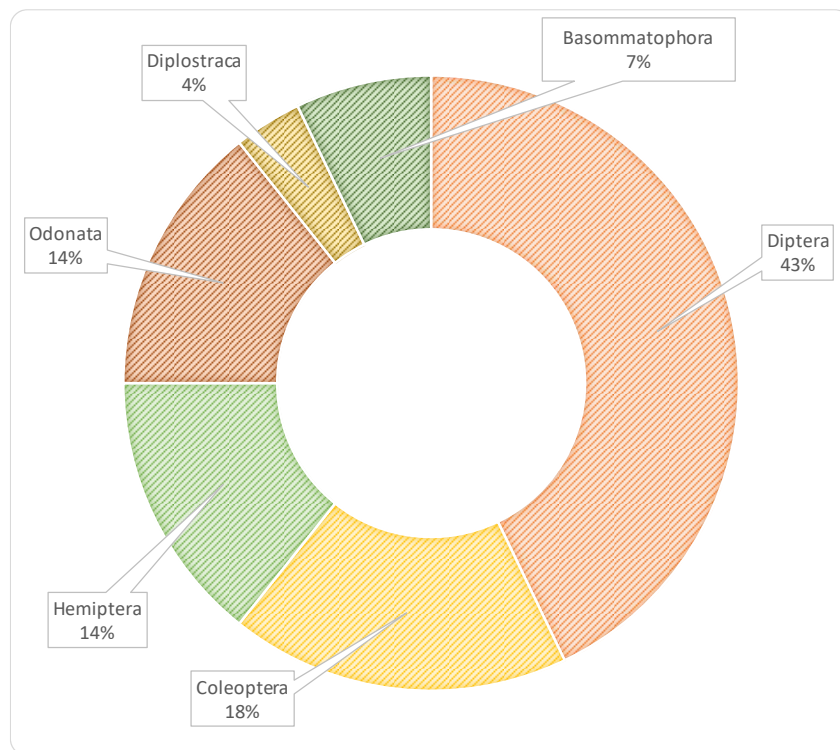


Tabla 2. Taxonomía de MIA encontrada durante el estudio en la ciénaga Río Viejo (Santander).

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Genero	GFA	
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Lynceidae	<i>Lynceus</i>	Dt	
			Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>	Dep	
	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	Dep	
				<i>Tropisternus</i>	Dep	
			Lampyridae	<i>Pyractomena</i>	Dep	
			Noteridae	<i>Hydrocanthus</i>	Dep	
			Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i>	Dep	
		Diptera	Chironomidae		<i>Dasyhelea</i>	C.Fr
					<i>Clinotanypus</i>	Dep
					<i>Ablabesmyia</i>	Dep
					<i>Chironomus</i>	C.Dt
					<i>Monopelopia</i>	Dep
				<i>Larsia</i>	C.F	
	Culicidae			<i>Aedes</i>	C.Dt	
				<i>Aedes aegypti</i>	C.Dt	
			Muscidae	<i>Limnophora</i>	Dep	
			Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i>	C.Dt	
			Tabanidae	<i>Tabanus</i>	Dep	
			Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	Dep
		Naucoridae		<i>Pelocoris</i>	Dep	
	Pleidae	<i>Neoplea</i>		Dep		
		<i>Paraplea</i>		Dep		
	Odonata	Aeshnidae	<i>Coryphaeschna</i>	Dep		
		Libellulidae	<i>Tramea</i>	Dep		
			<i>Sympetrum</i>	Dep		
			Protoneuridae	<i>Protoneura</i>	Dep	
		Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i>
Physidae	<i>Physella</i>				C.F	

### 4.3 Descripción morfológica de los MIA

#### 4.3.1 *Ablabesmyia*

Varían en coloración, a menudo adaptadas para mezclarse con su entorno. Tienen tamaño pequeño a mediano entre 1-6 mm de longitud, suelen tener una forma corporal cilíndrica con segmentos distintos. El cuerpo tiene un color amarillo a marrón, cubierto de finas setas (pelos) que proporcionan funciones sensoriales y ayudan en el movimiento. La cabeza es de color amarillo a marrón pálido, relativamente pequeña, a veces con manchas y tiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de materia orgánica. Las piezas bucales consisten en mandíbulas y maxilares que les permiten recolectar y procesar alimentos. Poseen seis patas torácicas, cada una con ganchos o garras en sus extremos. Estas patas se utilizan para la locomoción y para fijarse a superficies mientras se construyen redes o refugios. El segmento del palpo basal dividido y con una o dos garras del parápodo posterior oscurecidas. el abdomen suele tener branquias, que son estructuras filamentosas finas que ayudan en la respiración extrayendo oxígeno del agua. La disposición y el número de branquias varían según la especie. Tienen apéndices abdominales especializados que se utilizan para anclarse mientras construyen redes.

#### 4.3.2 *Aedes aegypti*

Las larvas se reconocen fácilmente por su área torácica inflamada, más ancha en la mitad y se estrecha hacia la cabeza y la cola, su cabeza es relativamente grande y sobresale al resto del cuerpo, presenta unas antenas que tienden a ser un poco más largas que su cabeza. Su boca está diseñada para filtrar por lo que poseen unas vellosidades a manera de cepillo, en el tórax poseen unas estructuras llamados cepillos sutoriales los cuales utiliza para anclarse a superficies. Su abdomen es segmentado y contiene espiráculos, que son estructuras especializadas desarrolladas para respirar en la superficie del agua, el número de espiráculos puede ayudar con su identificación.

Presentan un de un tubo respiratorio caudal (sifón) en su terminación posterior, el cual actúa como un snorkel que permite que obtenga aire de la superficie mientras está sumergido, su coloración puede variar de pálido a oscuro de la especie y su habitat. Tienen un movimiento característico de natación en flip-flop. Sus pupas también son nadadores activos y obtienen oxígeno en la superficie a través de los cuernos respiratorios torácicos.

#### **4.3.3 *Aedes***

Las pupas de *Aedes* son relativamente pequeñas y normalmente miden entre 4 y 6 milímetros de largo, con una forma distintiva caracterizada por una apariencia de coma o media luna. A menudo se les llama "pupas en forma de coma" debido a su forma única. El color puede variar, pero suele ser oscuro o pardusco. Son algo translúcidos, lo que permite a los observadores ver algunas estructuras internas. Tienen una cabeza y un tórax bien definidos, que están fusionados. El abdomen está claramente separado del tórax. Su cabeza alberga las piezas bucales en desarrollo. El abdomen es alargado y segmentado, y a menudo tiene cerdas y setas. Puede tener un par de trompetas respiratorias, que son estructuras especializadas que se utilizan para obtener oxígeno de la superficie del agua. Estas trompetas son visibles como dos pequeños tubos que se extienden desde el extremo posterior de la pupa, esta es una característica distintiva. La etapa de pupa es la cuarta etapa en el ciclo de vida del mosquito y precede a la aparición del mosquito adulto. Durante esta etapa, el mosquito sufre una metamorfosis dentro del exoesqueleto de la pupa.

#### **4.3.4 *Belostoma***

Los "chinchas de agua gigantes" se reconocen fácilmente por su gran tamaño 2,5 a 4 centímetros o más. La cabeza es distinta y de forma triangular. Tiene ojos grandes, prominentes y compuestos que le proporcionan una excelente visión para la caza. Tienen antenas relativamente

cortas ubicadas cerca de los ojos. Poseen un par de apéndices respiratorios posteriores cortos, en forma de cintas, que utilizan para obtener aire en la superficie del agua. Tienen piezas bucales perforadoras-succionadoras adaptadas para la depredación. Estas piezas bucales se utilizan para perforar a sus presas y alimentarse de los fluidos corporales de los organismos acuáticos. El tórax de los adultos de *Belostoma* es ancho y musculoso y alberga las poderosas patas que se utilizan para nadar y agarrar presas como las patas traseras. Tienen estructuras aplanadas y parecidas a paletas que permiten al insecto nadar de manera eficiente. Tienen alas funcionales y son capaces de volar, aunque se encuentran más comúnmente en su hábitat acuático.

#### **4.3.5 *Berosus***

Son escarabajos acuáticos relativamente pequeños, que normalmente miden entre 3 y 6 milímetros de largo, aunque el tamaño puede variar entre especies, tienen una forma corporal alargada y algo aplanada que brinda aerodinámica para una natación eficiente. La coloración de los adultos puede variar, pero a menudo son marrones o negros, lo que les ayuda a mezclarse con su hábitat acuático. Algunas especies pueden tener patrones moteados o marcas de color marrón rojizo. Tienen un par de alas anteriores llamadas élitros. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar equipadas con pelos.

#### **4.3.6 *Bezzia***

Las larvas acuáticas de los "mosquitos picadores" suelen ser pequeñas, alargadas, relativamente alargadas. Su cuerpo es segmentado y se estrecha hacia el extremo posterior, suelen ser translúcidos o de color pálido, lo que hace visibles sus estructuras internas. Su coloración les ayuda a mezclarse con su entorno acuático. La cabeza es distinta y alberga las piezas bucales que se utilizan para alimentarse, están adaptadas para perforar y succionar fluidos de sus presas. El

tórax está segmentado y lleva un par de pequeñas propatas o patas falsas en el extremo posterior. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas. Son capaces de nadar y se mueven con un movimiento de natación serpenteante gracias a las setas (pelos) que ayudan en la locomoción. Tienen sifones respiratorios especializados o "cuernos" ubicados en el extremo posterior del abdomen. Estos sifones permiten a las larvas acceder al aire atmosférico mientras están sumergidas. Las pupas cuelgan de la película superficial por sus cuernos respiratorios.

#### ***4.3.7 Biomphalaria***

Varían en tamaño y coloración, pero tienen una concha planiespiral distintiva que ayuda en la identificación, su caparazón proporciona protección y sirve como alojamiento para el cuerpo del caracol. El pie es un órgano muscular ubicado debajo del cuerpo y se utiliza para la locomoción. Su cabeza contiene órganos sensoriales como tentáculos filiformes y manchas oculares. Los tentáculos se utilizan para sentir su entorno y detectar partículas de comida. Tienen una rádula especializada, una estructura similar a una raspa con dientes diminutos, que se utiliza para raspar y consumir algas y detritos. Poseen un sistema respiratorio pulmonado con una cámara respiratoria especializada llamada cavidad palial, similar a un pulmón que absorbe oxígeno del agua. Esta adaptación les permite respirar mientras están sumergidos. Son ovíparos, hermafroditas y pueden reproducirse un año entero. Reproducción preferiblemente cruzada. Ponen en promedio 100 huevos por postura, que eclosionan siete días después de la postura. La variación fenotípica a distintas escalas generalmente se considera como un fenómeno adaptativo más que un fenómeno eco-fenotípico.

#### 4.3.8 *Chironomus*

Forma corporal distintiva parecida a la de un gusano, con una apariencia cilíndrica y segmentada. Su cuerpo es relativamente blando y carece de un exoesqueleto protector. Varían en coloración, a menudo aparecen rojizas o parduscas debido a la presencia de hemoglobina en sus cuerpos. Algunas especies también pueden ser translúcidas. Los taxones de larvas de *Chironomus* se distinguen principalmente de las larvas de otros géneros por la presencia de apéndices tubulares que nacen en uno o más de los segmentos abdominales posteriores. En la mayoría de las especies, ambos pares de estos túbulos ventrales son largos, con una longitud al menos igual a la longitud del segmento. Algunas especies los tienen de forma más redondeada y otros más puntuda. La cabeza es relativamente pequeña en comparación con el resto del cuerpo y varía su pigmentación. Contiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de detritos, algas y materia orgánica. El tórax es distinto y tiene una serie de patas carnosas y segmentadas a lo largo de la parte inferior del cuerpo. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas.

#### 4.3.9 *Clinotanypus*

Forma corporal distintiva, alargada y delgada a menudo son translúcidas, lo que les ayuda a mezclarse con su entorno acuático. su cuerpo está segmentado y se estrecha hacia el extremo posterior. Su cabeza está equipada con piezas bucales que las diferencian por la mandíbula con el diente apical fuertemente ganchudo y con el diente basal grande y puntiagudo. El tórax está bien segmentado y tiene una serie de patas carnosas y segmentadas en la parte inferior del cuerpo. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas. El abdomen es alargado y consta de varios segmentos.

#### ***4.3.10 Coryphaeschna***

Las larvas son relativamente grandes, a menudo alcanzan una longitud de 5 a 6 centímetros o más, su cuerpo es alargado y cilíndrica, con segmentos distintos. Tienen una forma relativamente aerodinámica en comparación con otras larvas de libélula, con una coloración marrón o gris moteada. Cabeza aplanada, subrectangular con antenas cortas cerca de sus piezas bucales, lóbulo del palpo labial terminado en punta. Tiene tres pares de patas segmentadas, que utilizan para arrastrarse por la vegetación acuática y otros sustratos. El abdomen es alargado y consta de varios segmentos distintos, algunos pueden tener pequeñas setas o espinas. Una de las características clave de las larvas de *Coryphaeschna* es la presencia de grandes branquias en forma de hojas a lo largo de los lados de su abdomen. Estas branquias se utilizan para respirar y pueden ser bastante llamativas.

#### ***4.3.11 Dasyhelea***

El género *Dasyhelea* incluye mosquitos mordedores de diversa morfología y biología. Las larvas son muy pequeñas y normalmente miden sólo unos pocos milímetros de largo, alargadas y delgadas, con forma de cuerpo cilíndrico, suelen ser translúcidas o pálidas, lo que las hace difíciles de ver en su hábitat acuático. Piezas bucales relativamente simples adaptadas para alimentarse de microorganismos, algas y partículas orgánicas en el agua. En el extremo posterior del abdomen suelen tener una estructura especializada llamada "sifón abdominal" o "tubo anal". Este sifón se utiliza para respirar accediendo al aire en la superficie del agua. Sus huevos son únicos por tener forma de herradura y se ponen en masas sueltas encerradas en una capa gelatinosa. Las hembras tienen mandíbulas y maxilares reducidos y vestigiales que carecen de dientes.

#### ***4.3.12 Hydrocanthus***

Llamados "escarabajos de agua de madriguera", los adultos son pequeños a medianos (5-15 mm de largo). Tienen una placa metaesternal plana en forma de V y una apófisis prosternal truncada, en lugar de forma de lanza o redondeada, cuerpo compacto, alargado y aplanado. Las larvas, que son poco conocidas, miden entre 1 y 5 mm. Cuerpo compacto. Tienen piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de detritos acuáticos, pequeños invertebrados y otra materia orgánica. El tórax se compone de tres segmentos distintos, cada uno con un par de patas cortas segmentadas adaptadas para gatear y nadar en el agua, tienen urogomphi cortos y segmentos corporales telescópicos. En el extremo posterior del abdomen, las larvas de *Hydrocanthus* suelen tener dos filamentos de cola largos en forma de hilos. Estos filamentos se utilizan para la locomoción en el agua y para el anclaje en el sustrato, ya que son organismos que necesitan respirar aire y necesitan acceder a la superficie del agua para obtener oxígeno. Utilizan los filamentos de su cola para crear un pequeño canal de aire mientras permanecen sumergidos. Tienen ciclos de vida son probablemente de un año.

#### ***4.3.13 Laccophilus***

Los "escarabajos buceadores depredadores" en estado adulto miden de 2 a 40 mm de longitud, pero puede variar entre especies, se caracterizan por su apariencia ovada, esternón y dorso redondeados, y por un proceso prosternal generalmente en forma de lanza que se proyecta hacia la mesocoxa, puede variar de color, pero a menudo son marrón oscuro o negro. Algunas especies pueden tener patrones moteados o marcas de color marrón rojizo. La cabeza es distinta y relativamente pequeña en comparación con el resto del cuerpo. Tienen ojos grandes y compuestos que proporcionan una buena visión tanto por encima como por debajo de la superficie del agua.

Tienen antenas relativamente cortas y un par de alas anteriores endurecidas llamadas élitros que cubren y protegen sus delicadas alas de vuelo. Estos élitros tienen finas estrías o surcos. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar equipadas con finas setas y bordeadas de pelos, que mejoran sus habilidades de nado.

#### ***4.3.14 Larsia***

Antena retráctil dentro de la cápsula cefálica. Cabeza oval, alargada. Dorsomentón sin hilera de dientes en placas dorsometales. Color del cuerpo característico con los segmentos abdominales angostos sin setas nadadoras y torácicos claros, y con la cápsula cefálica generalmente amarilla o sin color. Una mancha ocular única. Procercos anales 4 veces más largos que anchos. Los parápodos posteriores tienen uñas del mismo color, seta supraanal y túbulos anales tan largos como los parápodos posteriores. Mandíbula con diente basal no dirigido hacia adelante.

#### ***4.3.15 Limnophora***

Larvas relativamente pequeñas, y normalmente varían desde unos pocos milímetros hasta alrededor de 1 centímetro de longitud, según la especie y el estadio (etapa larvaria), cuerpo algo alargado y cilíndrico, relativamente blando. La coloración puede variar, pero a menudo es pálida a translúcida, a veces con marcas o pigmentación más oscuras. Pueden aparecer ligeramente segmentados debido a variaciones de color. La cabeza contiene las piezas bucales que usan para alimentarse. Estas piezas bucales suelen incluir pequeñas mandíbulas para procesar alimentos. El cuerpo se divide en tres segmentos principales: cabeza, tórax y abdomen. El tórax y el abdomen suelen aparecer como una estructura continua y segmentada. El último segmento abdominal tiene cuatro apéndices o “patas” divergentes. Los apéndices están dirigidos hacia adelante o hacia

afuera, rígidos y apenas móviles. Estas patas ayudan en la locomoción, pero no son patas verdaderas.

#### ***4.3.16 Lynceus***

Los individuos adultos miden entre 0,2 y 1 milímetro de largo, cuerpo ovalado aplanado de lado a lado. Su coloración puede variar entre especies y poblaciones, pero a menudo incluye tonos translúcidos o semitransparentes con tonos marrón pálido o verdosos. Tienen una cabeza distinta con grandes ojos compuestos, que son relativamente prominentes en comparación con el tamaño de su cuerpo. Estos ojos les proporcionan una buena percepción visual en su medio acuático. Poseen múltiples pares de apéndices conocidos como extremidades torácicas, que están adaptados para nadar y alimentarse por filtración. Estas extremidades suelen tener setas (pelos finos) que se utilizan para capturar pequeñas partículas de comida, el primer par de extremidades torácicas, llamados anténulas, se modifican en apéndices de natación especializados. Se utilizan para la locomoción y para crear corrientes de agua para la alimentación por filtración.

#### ***4.3.17 Monopelopia***

Las larvas de *Monopelopia* varían en tamaño, pero suelen ser pequeñas, su cuerpo carece de segmentación distinta y parecen algo parecidos a gusanos, se divide en cabeza, tórax y abdomen. Estos segmentos no están tan bien definidos. Tienen patas carnosas no segmentadas en el abdomen. Dientes mandibulares internos están bien desarrollados. Las 2/3 apicales del segmento antenal basal son oscuros y las setas cefálicas ventrales se alinean. Tienen estructuras especializadas llamadas branquias traqueales posteriores, que a menudo tienen forma de mechón y están ubicadas en el extremo posterior del abdomen. Estas branquias les permiten extraer oxígeno del agua.

#### ***4.3.18 Neoplea***

Género del viejo mundo. Los adultos generalmente menos de 3,5 milímetros de longitud. La coloración de los adultos de *Neoplea* puede variar, pero suele ser marrón o negra. Tienen ojos compuestos grandes y prominentes y antenas relativamente cortas, poseen dos pares de alas. Las alas anteriores son coriáceas y protegen las delicadas alas traseras. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar, tienen dos tarsos en cada pata metatorácica y tres tarsos en todas las demás patas, característica que las distingue de otros géneros de Pleidae.

#### ***4.3.19 Odontomyia***

Las larvas varían en tamaño, pero generalmente son alargadas y pueden variar desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros de largo. Cuerpo segmentado y plano, se reconocen fácilmente por su cabeza truncada, en su mayor parte visible. La cabeza tiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de materia orgánica y material vegetal en descomposición. Abdomen con segmentos definidos y el tórax a menudo presenta patas prolongadas distintas que se utilizan para la locomoción. Respiran a través de espiráculos, pequeñas aberturas ubicadas a los lados de los segmentos de su cuerpo. Estos espiráculos permiten el intercambio de gases con el aire circundante. Las larvas cuelgan suspendidas en la película superficial por los pelos hidrofuga que rodean el disco espiracular y usan sus palpos para moverse.

#### ***4.3.20 Paraplea***

Género del nuevo mundo. Los adultos generalmente menos de 3,5 milímetros de longitud. Tienen ojos compuestos grandes y prominentes y antenas relativamente cortas, poseen dos pares de alas. Las alas anteriores son coriáceas y protegen las delicadas alas traseras. Tienen seis patas

bien desarrolladas que están adaptadas para nadar, se diferencia por tener dos tarsos en cada una de sus patas protorácicas y mesotorácicas y tres tarsos en sus patas metatorácicas.

#### ***4.3.21 Pelocoris***

Los adultos de *Pelocoris* son insectos acuáticos de tamaño relativamente pequeño a mediano, que generalmente miden entre 5 y 10 milímetros de largo, cuerpo con forma alargada y algo aplanada. Algunas de sus especies tienen hasta cuatro millones de pequeños pelos hidrofóbicos por mm cuadrado que ayudan a mantener una burbuja de aire (plastrón) contra los espiráculos ventrales mientras está bajo el agua, a veces también abanicar este plastrón con sus patas traseras, para aumentar la corriente que se mueve a través de él, y así aumentar la difusión de oxígeno del agua. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar. Sus patas están equipadas con finas setas (pelos).

#### ***4.3.22 Physella***

Concha enrollada hacia la izquierda (levógira), ovoide a fusiforme, fusiforme de pared delgada, generalmente lisa y brillante, de aspecto vítreo, espira generalmente alta y cónica con ápice agudo. Abertura usualmente angosta, pero puede ser amplia con labio expandido. Género bastante controversial no solo por su origen geográfico problemático sino también por su variabilidad y taxonomía confusa.

#### ***4.3.23 Protoneura***

Las larvas pequeñas con longitudes menores a 10 mm, forma corporal alargada y esbelta, aerodinámicas para una natación eficiente. La coloración puede variar, pero a menudo incluye tonos de marrón, verde o una combinación de estos colores. Pueden tener patrones o marcas

moteados. La cabeza de las larvas de *Protoneura* es distinta del resto del cuerpo y tiene grandes ojos compuestos, antenas cortas y piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse. Cabeza, tórax y abdomen bien definidos. Antenas de 7 segmentos, un par de setas prementales y de tres a cuatro setas palpaes. Palpo labial con cinco setas, tibias con dos o tres bandas transversales oscuras, su fémur posterior cuando está plegado alcanza o sobrepasa el margen anterior del segmento abdominal uno.

#### ***4.3.24 Pyractomena***

Las larvas de cuerpo elongado, fusiforme, ligeramente aplanado dorsoventralmente. Cutícula brillante en las áreas esclerotizadas. Color desde café claro a oscuro. Miden entre 17 y 22 mm. Cabeza dos veces más larga que ancha. Antena de 3 segmentos. Maxila elongada unida al labium formando una sola estructura conectada a la cabeza. Torax dividido en tres segmentos, Protorax subtriangular más ancho en la base con la cabeza retirable cuando la larva está en reposo, mesotorax y metatorax. Piernas con 5 segmentos, coxa larga y cilíndrica. Abdomen de 10 segmentos, 1-8 similares en forma, haciéndose angostos hacia el final. segmento 9 más pequeño y cuadrado y el 10 rodeando la región anal. El abdomen de las larvas de *Pyractomena* a menudo tiene estructuras especializadas llamadas "linternas", que son órganos bioluminiscentes. Estas linternas son utilizadas por las larvas de luciérnaga para producir luz.

#### ***4.3.25 Sympetrum***

Las larvas generalmente son relativamente pequeñas en comparación con los adultos, con longitudes que varían desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros. Libelúlidos de color amarillo o castaño en las hembras y machos inmaduros, mientras que son rojos los machos maduros. Abdomen con estructuras especializadas, conocidas como branquias o laminillas, que se

utilizan para la respiración. Estas branquias son esenciales para extraer oxígeno del agua. Constituye un grupo de especies de similar morfología. Hasta la introducción de la sistemática molecular el género había sido bastante controversial gracias a criterios morfológicos en su genitalia.

#### ***4.3.26 Tabanus***

Las larvas relativamente grandes en comparación con muchas otras larvas de mosca y, por lo general, miden varios centímetros de largo cuando están completamente desarrolladas, típicamente de color blanco o crema, con una apariencia algo translúcida. Carecen de patrones o marcas distintas. Tienen una forma corporal alargada y algo cilíndrica, fusiformes y en ellas se pueden diferenciar tres segmentos torácicos y ocho abdominales, el último con un sifón respiratorio. Los segmentos torácicos carecen de prolongaciones (pseudópodos). Los segmentos abdominales presentan pseudópodos dorsales, laterales y ventrales. El segmento anal carece de pseudópodos y presenta en su extremo posterior el sifón retráctil (a veces con una espina). En su parte dorsal aparece una pequeña ampolla que puede verse por transparencia, es el órgano de Graber. Esta estructura sirve para identificar las larvas de los tábanos ya que aparentemente sólo se encuentra en esta familia de dípteros.

#### ***4.3.27 Tramea***

Las larvas relativamente grandes con longitudes entre 24-27 mm, coloración de las larvas incluye tonos de marrones. La cabeza de las larvas de *Tramea* es distinta del resto del cuerpo y tiene grandes ojos compuestos, antenas cortas y piezas bucales masticadoras adaptadas para depredar. El abdomen carece de ganchos abdominales, posee setas palpales.

#### ***4.3.28 Tropisternus***

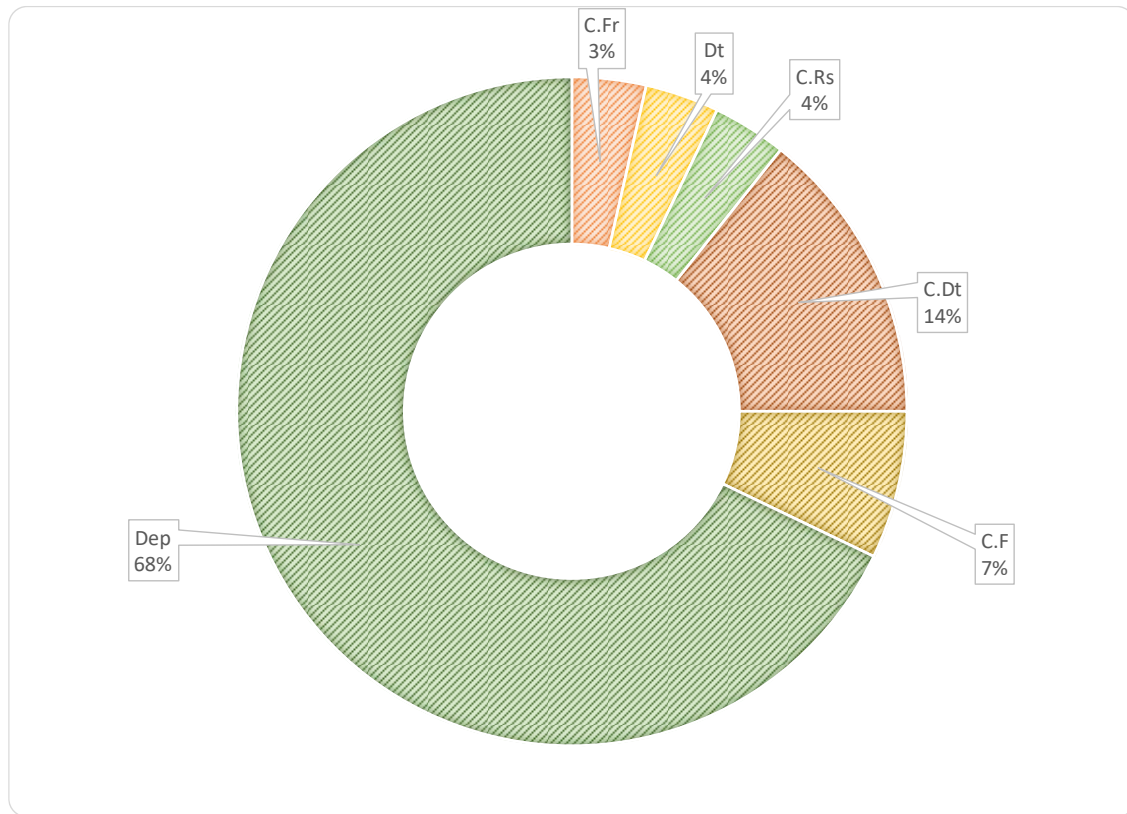
Los adultos varían en tamaño, pero generalmente son escarabajos de tamaño pequeño a mediano, que generalmente miden entre 4 y 10 milímetros de largo, nunca más de 20 mm. Tienen alas anteriores endurecidas llamadas élitros con un aspecto liso y brillante. Las antenas son relativamente cortas y tienen forma de maza en las puntas. Tienen ventritos abdominales completamente pubescentes. Escleritos mesotonal y metanotal reducidos. Márgenes posteriores muy estrechos, casi pendunculados. Apéndice de la ligula no bífida, branquias abdominales del segmento 9 muy largas, conspicuas, clipeo con varios dientes irregulares.

### **4.4 Ecología de MIA**

#### ***4.4.1 Grupos Funcionales Alimenticios de MIA***

De los MIA identificados, se hizo la clasificación de GFA donde 19 taxones corresponden a depredadores, un (1) colectores-raspadores, un (1) a fragmentadores, cuatro (4) a colectores-recolectores, uno (1) de detritívoros y dos (2) de colectores-filtradores. Los depredadores (Dep) fueron el grupo más importante, representando el 68% de la muestra con 20 taxones y los grupos de fragmentadores con el 3%, conformado por 1 taxones (Figura 6). El orden Diptera mostró una gran variación de los GFA y el orden Odonata y Hemiptera presentó todos sus géneros con el mismo GFA.

*Figura 6. Representatividad de GFA de los MIA presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga río Viejo (Santander). C.Fr: Colector Fragmentador, Dt: Detritívoros, C.Rs: Colectores-Raspadores, C.Dt: Colector-Recolector, C.F: Colector-filtrador, Dep: Depredador.*



#### 4.4.2 Hábitos de vida de MIA

De los MIA identificados, se hizo la clasificación de hábitos de vida, los cuales se agruparon de la siguiente forma, seis (6) Excavadores (Exc), ocho (8) Buceador-Nadador (B.N) y catorce (14) Reptador-Trepador-Agarrador (R.T.A) (Tabla 3). Los R.T.A fueron el grupo más importante, representando el 50% de la muestra (Figura 7). El orden Diptera tuvo representantes de los tres tipos de hábitos de vida mientras que el orden Odonata y Basommatophora solo presentó géneros con hábito de vida Reptador-Trepador-Agarrador. El orden Diplostraca con su único genero *Lynceus* perteneció al hábito de vida de los Excavadores.

*Figura 7. Representatividad del hábito de los MIA presentes. Exc: Excavadores, B.N: Buceador-Nadador, R.T.A: Reptador-Trepador-Agarrador presentes en las estaciones durante el período de muestreo de la ciénaga Río Viejo (Santander).*

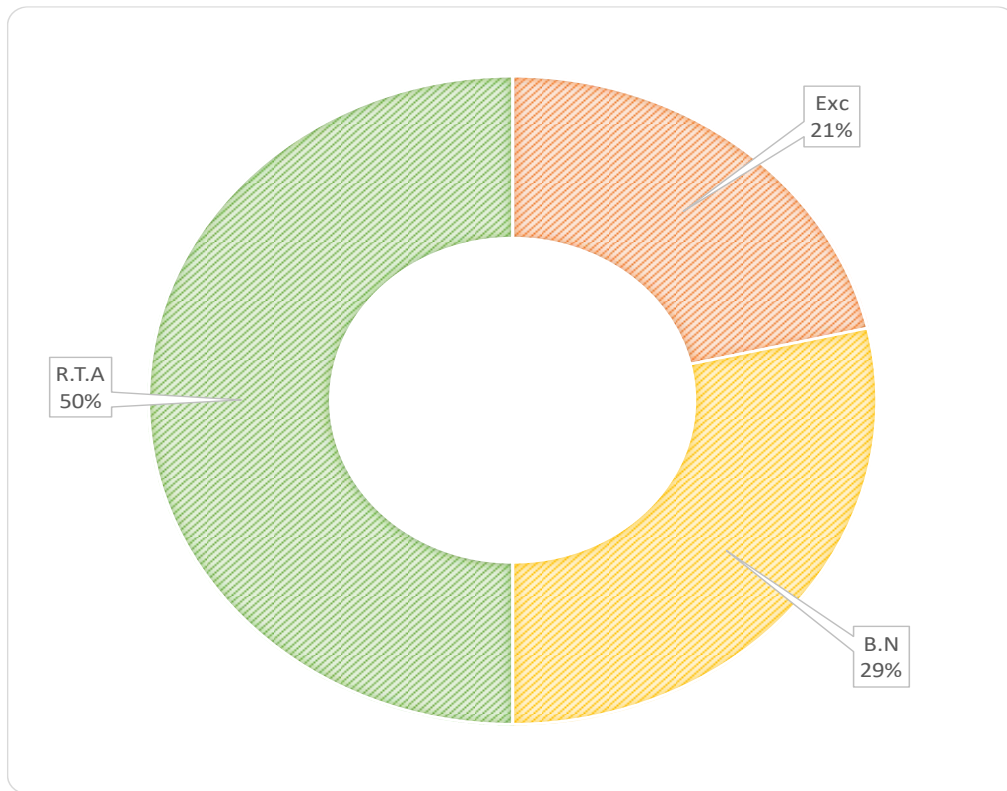


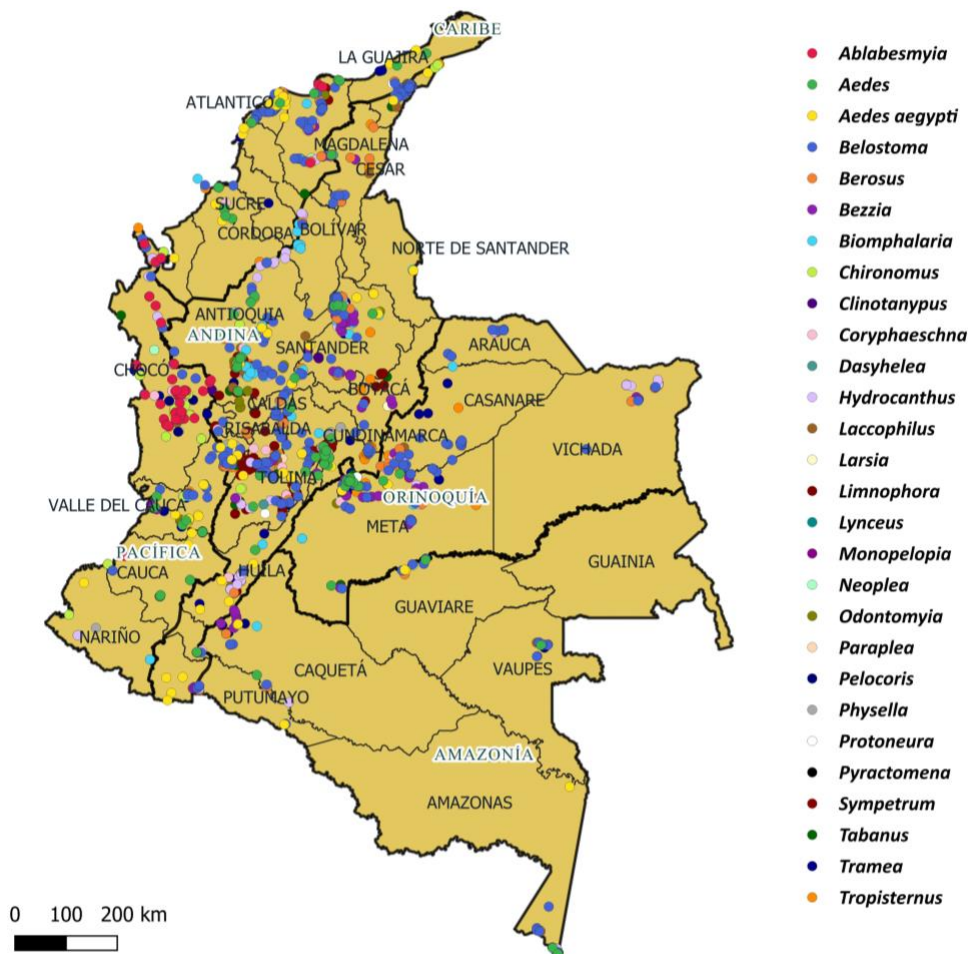
Tabla 3. Hábitos de vida de MIA encontrados durante el estudio en la ciénaga río Viejo (Santander).

Genero	Habitos	Biblio Habitos
<i>Ablabesmyia</i>	B.N. Especie nadadoras o de vida libre. Las especies de este género pueden ocupar una amplia variedad de hábitats acuáticos, desde ambientes lénticos hasta lóticos, incluidas larvas asociadas con esponjas de agua dulce (Fusari <i>et al.</i> , 2012), simbióticas con mejillones Unionidae (Roback, 1982) y reproducciones en estanques artificiales (Siri y Paggi, 2010).	Whiteside y Lindegaard, 1980
<i>Aedes</i>	B.N. Sus larvas se encuentran principalmente en aguas efímeras (latas vacías, llantas, canoas, etc)	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Aedes aegypti</i>	B.N. Se pueden encontrar en pozos, desagües, canalones de techos, tanques de agua elevados e incluso fosas sépticas .	Arana-Guardia <i>et al.</i> , 2014
<i>Belostoma</i>	B.N. Se encuentran más comúnmente en áreas con vegetación de aguas tranquilas en la que se esconden. A pesar de ser eminentemente acuáticos, suelen abandonar temporalmente su medio natural, fuera del cual manifiestan gran aptitud para el vuelo, esto generalmente ocurre cuando se extinguen los cuerpos de agua que habitan.	Schnack, 1976; Ohba, 2018
<i>Berosus</i>	B.N. Viven en aguas lénticas como charcas y lagunas poco profundas, con mucha materia orgánica.	Hilsenhoff, 1995; Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Bezzia</i>	Exc. Nadan cerca de la superficie del agua pero con mayor frecuencia se encuentran parcialmente incrustadas en el sedimento en el fondo.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Biomphalaria</i>	R.T.A. Viven en aguas con profundidades entre 1,5 y 2 metros, con velocidades lentas.	Jurberg, 1987
<i>Chironomus</i>	Exc. Pasan la mayor parte de su tiempo de desarrollo en la superficie de los sedimentos, ha sido considerado como uno de los indicadores biológicos más prometedores de la calidad del agua y los sedimentos.	Vermeulen, 1995; Lindegaard, 1995
<i>Clinotanypus</i>	Exc. Asociado al sustrato.	Al-Shami <i>et al.</i> , 2010
<i>Coryphaeschna</i>	R.T.A. Viven en aguas lénticas, asociada a <i>E. crassipes</i> cuyas raíces más voluminosas favorecen un mejor refugio y grandes cantidades de alimento.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Dasyhelea</i>	R.T.A. Las etapas inmaduras de muchas especies de <i>Dasyhelea</i> viven en algas, musgos o hepáticas y entre las plantas en los márgenes del agua. No pueden nadar, pero se mueven lentamente usando sus mandíbulas para jalar y ganchos posteriores para empujarse hacia adelante.	Wirth, 1978, Fürst Von Lieven, 1998
<i>Hydrocanthus</i>	R.T.A. Se encuentran en aguas estancadas, y someras, viven en la vegetación flotante y sumergida.	Fairchild, 2003; Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Laccophilus</i>	B.N. Los adultos y las larvas son lénticas, habitan todo tipo de hábitats permanentes y temporales y muestran preferencia por los márgenes poco profundos con vegetación de estanques, marismas, turberas y pantanos.	Hendrich <i>et al.</i> , 2004; Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Larsia</i>	R.T.A. Las larvas se pueden hallar sobre cualquier tipo de sustrato ya sea fangoso, arenoso o rocas; sobre vegetación sumergida o sobre otros organismos.	Rincon <i>et al.</i> , 2016
<i>Limnophora</i>	Exc. Sus larvas son acuáticas y semiacuáticas , optan por estar cerca de algas y musgos, ya que varias moscas ovipositan en estos sustratos, brindándoles alimento y refugio.	Merrit <i>et al.</i> , 2008; Pont e Ivković 2013; Glime, 2021
<i>Lynceus</i>	Exc. El género <i>Lynceus</i> se conoce de humedales, arroyos y lagos estacionalmente estáticos .	Rogers 2009; Patton, 2014
<i>Monopelopia</i>	R.T.A. Las larvas se encuentran principalmente en ambientes lénticos y en zonas estancadas de arroyos asociadas a la vegetación acuática de al menos tres especies en los fitotelmos de bromelias.	Mendes <i>et al.</i> , 2003; Sodré <i>et al.</i> , 2009. Dantas y Hamada, 2017.
<i>Neoplea</i>	B.N. Se encuentran más comúnmente en áreas con vegetación de aguas tranquilas en la que se esconden.	Christensen y Crumpton, 2010
<i>Odontomyia</i>	R.T.A. Las “mosca soldado” habitan en hábitats lénticos, poco profundos y con vegetación. A veces pueden salir del agua y habitar en escombros o plantas húmedas de la costa. Los huevos se depositan en masas, ya sea sobre plantas acuáticas sumergidas o emergentes, o sobre otros objetos en el agua.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Paraplea</i>	B.N. Se encuentran más comúnmente en áreas con vegetación de aguas tranquilas en la que se esconden.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Pelocoris</i>	R.T.A. Habitualmente se encuentra en estanques o aguas tranquilas con vegetación.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Physella</i>	R.T.A. Asociada a plantas acuáticas de las cuales obtiene su alimento.	Vasquez-Capote <i>et al.</i> , 2015
<i>Protoneura</i>	R.T.A. Comúnmente encontradas posandose sobre la vegetación acuática de los cuerpos de agua que habitan.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Pyraetomena</i>	B.N. Semiacuatico, se sumergen por periodos de tiempo mientras buscan alimento.	Buschman, 1984
<i>Sympetrum</i>	R.T.A. Ocupan preferentemente aguas lénticas, principalmente embalses, se anclan a las raíces de la vegetación presente.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Tabanus</i>	Exc. aparecen generalmente en zonas acuáticas o semiacuáticas, asociados a varios tipos de vegetacion en areas bajas y regularmente inundadas.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Tramea</i>	R.T.A. Habita aguas quietas con abundante vegetación y algas.	Merrit <i>et al.</i> , 2008
<i>Tropisternus</i>	R.T.A. Las larvas se encuentran en corrientes lentas y hábitats lénticos, son ubicuos, y habitan en muchos tipos de hábitats acuáticos, desde charcos de lluvia y pequeños limnotopos hasta grandes lagos y estanques, asociadas a vegetación.	Merrit <i>et al.</i> , 2008

#### 4.5 Distribución geográfica de los MIA

Tras haber geolocalizado a los géneros de MIA se observó que la gran mayoría se encontraban en la región Andina, agrupados en el centro del país entre los departamentos de Quindío, Huila y Cundinamarca. La región Caribe presentó aglomeraciones de MIA más sectorizadas en los departamentos de Atlántico y Magdalena y la región Pacífica en el departamento del Choco. La región Orinoquia tuvo aglomeración de MIA en el departamento del Meta y de manera más dispersa en los restantes; para la región de la Amazonia, el departamento del Amazonas tuvo la presencia del género *Aedes* y *A. aegypti*. El género *Belostoma* fue el de mayor distribución en el país estando en 24 de los 32 departamentos de Colombia. El género, *Pyractomena cf* reportado en este estudio como único o raro fue aquel con menor presencia en los departamentos, encontrándose tan solo en cuatro de ellos (Santander, Cundinamarca, Boyacá y Choco). El género *Monopelopia sp.* No tenía registro de ocurrencia en el GBIF, sin embargo, Ruiz-Moreno *et al.* (2000) lo reporta para la Sabana de Bogotá en su estudio e igualmente en el presente (Figura 8).

Figura 8. Mapa de distribución geográfica de MIA encontrados durante el estudio en la ciénaga Río Viejo (Santander).



Nota: Datos obtenidos del GBIF.


#### 4.6 Catálogo divulgativo

El producto final de este estudio fue un inventario taxonómico, que incluye el registro fotográfico de los MIA presentes en la ciénaga de Río Viejo durante el mes de julio de 2018, cuya finalidad es servir de medio divulgativo amable para la comunidad no solo científica, como medio de difusión de la información para la comunidad científica, académica, gubernamental y comunidad en general, de modo que se dé a conocer la fauna presente en ecosistemas cenagosos del Departamento, su importancia y la necesidad de preservarlos. El inventario y registro


fotográfico servirá para conservar la colección Hidrobiológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander en forma física y de manera digital, para el cual se realizó un diseño sencillo dividido en cuatro secciones donde se muestran la fotografía, ecología, descripción morfológica y su distribución (Figura 9, Anexo 1).

*Figura 9. Descripción general de la página del catálogo fotográfico donde se consolida la información obtenida. Sección 1: Niveles taxonómicos superiores. Sección 2: fotografía del individuo. Sección 3: descripción de la morfología del individuo. Sección 4: distribución del individuo en Colombia. Sección 5: Ecología del MIA; con su clasificación de grupo funcional alimenticio (GFA), el hábito de vida y la estación en la que se encontró.*

**Orden:** Hemipter **Sección 1** **Familia:** Belostomatidae



**Sección 2**




### *Belostoma* sp

**Descripción:** Los "chinchos de agua agoreros" se reconocen fácilmente por su gran tamaño (2,5 a 4 centímetros a más), su coloración oscura y su forma triangular. Tienen ojos grandes, prominentes y convexos que le proporcionan una excelente visión para la caza. Tienen antenas relativamente cortas ubicadas cerca de los ojos. Poseen un par de apéndices respiratorios prominentes curvos, en forma de codos, que utilizan en la superficie del agua. Tienen patas bucales fuertes para morder y cortar para la depredación. Estos patos bucales se utilizan para perforar a sus presas y alimentarse de los fluidos contenidos de los organismos acuáticos. El torso de los adultos de *Belostoma* es ancho y muscular y alberga los poderosos patos que se utilizan para morder y agarrar presas como los peces muertos. Tienen estructuras apiladas y paralelas al abdomen que permiten el resaca nadar de manera eficiente. Tienen alas funcionales y son capaces de volar, aunque se encuentran más comúnmente en su hábitat acuático.

**Sección 3**

**Distribución:**



**Sección 4**

**GFA:** Depredador  
**Habito:** "Agoreros"  
**Estación donde se encontró:**  
 Sandovala, Cruz.

**Sección 5**

## 5. Discusión

Los valores de precipitación total (mms) para la ciénaga Rio Viejo describen un ciclo bimodal, característico de planos inundables del Magdalena Medio (Ricaurte *et al.*, 2019), parecido a los registros históricos para obtenidos la estación pluviométrica MURILLO (Gráfica 1) con aguas que probablemente cambian su dinámica a lo largo del pulso de inundación, por fenómenos naturales (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2020) o durante el transcurso del día como lo reporta Pava *et al.* (2006) para la ciénaga San Silvestre. Otros estudios realizados en ciénagas del Magdalena Medio como Reyes-Ballesteros y Críales-Hernández (2019) y Ruiz-Jiménez *et al.* (2020) que estudiaron a los MIA obtuvieron especies de vegetación acuática similares a los encontrados en este estudio.

Los MIA han sido ampliamente aceptados como excelentes indicadores biológicos de las condiciones de calidad de un determinado recurso hídrico, siendo uno de los componentes más adecuados para el monitoreo biológico en ecosistemas acuáticos (Roldán, 2016). Aguilar-Baldosea y Cordoba-Mosquera (2016) utilizaron específicamente los MIA para evaluar el estado de las aguas de dos complejos cenagosos en los corregimientos de Pune y Sanceno, al igual que en nuestro estudio hubo representación de la familia Chironomidae, asociada a bajos niveles de oxígeno, algo común en los sistemas lénticos tropicales (Lewis, 2000) y como lo reporta Ruiz-Jiménez *et al.* (2020) y Quiros-Rodríguez *et al.*, 2010, para el mismo periodo hidrológico, la presencia de este grupo se relaciona a altas concentraciones de materia orgánica (Batzer y Ruhí,

2013) como se evidenció en la ciénaga Rio Viejo, donde el tapete de vegetación acuática era amplio.

La riqueza de MIA para la ciénaga Rio Viejo estuvo entre 19 y 22 géneros, valores esperados para este tipo de ecosistema acuático y el tipo de sustrato al cual estaban asociados; la vegetación acuática en los complejos de ciénagas brinda heterogeneidad de microhábitats donde se pueden desarrollar los MIA lo que podría explicar el incremento en la riqueza de taxones (Poi de Neiff y Neiff, 2006; Ali *et al.*, 2007; Thomaz *et al.*, 2008; Kouamé *et al.*, 2010; Fontanarrosa *et al.*, 2013 y Martínez- Rodríguez y Pinilla, 2014). Este valor fue mayor al obtenido por Mosquera-Murillo y Cordoba-Aragón (2017) para tres ciénagas de la cuenca media del río Atrato con 15 géneros y menor al reportado por Quirós-Rodríguez *et al.* (2010) con 52 géneros para el complejo cenagoso del Bajo Sinú y Martínez-Rodríguez y Pinilla (2014) con 87 taxones para tres ciénagas del Cesar, todos estudios sobre MIA asociados a macrofitas.

La diversidad de géneros del grupo Diptera fue la más alta en la ciénaga Rio Viejo con 12 taxones representativos; varios estudios reportan altas diversidades para los dípteros como Mosquera-Murillo y Sánchez-Vásquez (2019) con valores superiores al resultado obtenido en este estudio, con 30 géneros en sistemas lénticos, mientras que Rúa-García (2015) en su estudio obtuvo una diversidad de 7 géneros, que igualmente fue la más alta comparada con los otros grupos que reportaban allí. Esta alta diversidad ecológica en los Dípteros se debe a su adaptación a los diversos microambientes y recursos que emplean para su reproducción en masa, crecimiento y alimentación (Mosquera *et al.*, 2008). Otras razones que explican la alta diversidad de estos organismos, está dada por las altas concentraciones de materia orgánica.

El grupo de Coleoptera a pesar de ser reportado en la literatura en diversas ocasiones como altamente diverso respecto a otros grupos de MIA (Montaño *et al.*, 2012; Martínez-Rodríguez y Pinilla, 2014 y Mosquera-Murillo y Córdoba-Aragón, 2017) en el presente estudio ocurrió lo contrario, posiblemente se deba a la dominancia de la macrófita invasora *Eichhornia crassipes*, cuya cobertura genera una mayor acumulación de sedimentos, disminuyendo el oxígeno disponible, aspecto que contribuye a reducir la biodiversidad (Marçal y Callil, 2008).

El GFA con mayor abundancia en el periodo de estudio fueron los depredadores, Rivera-Usme *et al.* (2013) también reportó altos valores de abundancia para este grupo funcional en la época de alta precipitación comparado al de baja precipitación, exponiendo que se debía a los cambios temporales, esto gracias a la influencia que tiene el pulso de inundación al ser uno de los factores principales que regula la biota en las ciénagas influenciando eventos como su permanencia, productividad e interacción de las especies en su ambiente (Budke, 2007), otra explicación a la alta abundancia de depredadores se debe a la estrategia de alimentación generalista que tienen algunos MIA según cambian las condiciones ambientales, creando en los organismos estrategias de supervivencia (Rodríguez-Barrios *et al.*, 2011) y la correlación positiva entre la vegetación acuática que conduce a un aumento en los microhábitats y en los alimentos, sustratos y/o refugios adecuados para depredadores.

El hábito más abundante fue el de Reptador-Trepador-Agarrador (R.T.A), Bazzanti y Bella (2011) para un estanque encontraron el mismo resultado para su estudio, esto se debe a que reptadores y escaladores (R.T.A), MIA con adaptaciones como ventosas, uñas o ganchos y sedas (Hanson *et al.*, 2010) que se relacionan positivamente con la cubierta de macrófitas debido a su dependencia como sustrato, mientras que otros tipos de hábitos están asociados a sustratos en la profundidad (Exc) o al espacio disponible para moverse en el agua (B.N) (Resh, 2008).

La región Andina fue el área de distribución geográfica con mayor presencia de MIA, esta parte del país tiene un papel fundamental como hábitat pues permite el ensamblaje y establecimiento de biota acuática (Ríos-Touma *et al.*, 2011) brindando heterogeneidad de entornos para la composición de la comunidad de MIA (González-Trujillo, 2016; Silva *et al.*, 2014). Barrera-Herrera *et al.* (2022) y Gonzáles *et al.* (2020) reportan los grupos de Hemiptera, Odonata, Coleoptera y Diptera con representantes de varias de las familias encontradas en este estudio, lo que también concuerda con la fauna citada para cuerpos de agua lénticos y lóticos del país y cuerpos de agua neotropicales.

Se reportó el género *Pyractomena cf* para el departamento de Santander, Ladino-Peñuela *et al.* (2022) lo reporta para Colombia, con registro en varias colecciones entomológicas del país e individuos colectados en su estudio para la región Andina, pero con menor distribución, al ser una zona catalogada por ellos como zona en peligro (EN) bajo la metodología de lista roja de ecosistemas de Colombia, a pesar de ser una de las regiones más ricas en lampiridos (Gil-Leguizamón *et al.*, 2020), posiblemente debido a los pocos estudios realizados sobre este grupo para la zona andina (Myers *et al.*, 2000).

El museo Entomológico Francisco Luis Gallego (MEFLG, 2019) de la universidad Nacional de Colombia en su boletín trimestral informa acerca de los nuevos reportes de sus investigaciones sobre las colecciones de las familias Lampyridae como parte de un esfuerzo por mejorar la accesibilidad de las colecciones entomológicas, al igual que MEFLG en este estudio, por medio del catálogo fotográfico se informa a la comunidad en general del género *Pyractomena cf* de como una de las especies únicas o raras reportada con el fin de romper la barrera investigador-comunidad y enseñar a todo tipo de público sobre los MIA.

En Latinoamérica se han publicado diversos catálogos o guías fotográficas sobre MIA que comprueban la importancia y gran valor de la fotografía como herramienta de divulgación científica (Lara, 2005) para acercar a la comunidad científica y la sociedad (Reynoso *et al.*, 2013). En Colombia, la guía para el estudio de los MIA de Antioquia, donde se muestran los principales grupos de presentes en ríos, quebradas y lagunas (Roldán, 1996; 2000), para Puerto Rico realizaron una guía fotográfica para la identificación de las familias de MIA de la zona (Gutiérrez *et al.*, 2016), en México, la Comisión Nacional del Agua, en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó una guía de los MIA como bioindicadores de la calidad del agua (De la Lanza *et al.*, 2004) y en el estado de Morelos, se realizó una guía de odonatos con fotos de las especies de las familias: Coenagrionidae, Gomphidae, Aeshnidae, Calopterygidae, Lestidae y Libellulidae y ciertas características morfológicas (Aréchaga *et al.*, 2013), similar al aparatado de descripción morfológica que contiene nuestro catálogo, confirmando una vez más que la investigación científica no tiene razón de ser si no se divulga de manera correcta la información obtenida en los estudios estudio (Álvarez y Fernández, 2012; Sempere y Rocha, 2007).

## 6. Conclusiones

Los MIA encontrados durante el presente estudio realizado para la ciénaga Rio Viejo, contribuyen y complementan estudios anteriores, proporcionando conocimiento nuevo acerca de la biota que habita en los cuerpos de agua lénticos del Magdalena medio y en específico del departamento de Santander.

Los grupos funcionales alimentarios encontrados en la ciénaga Rio Viejo no fueron diversos, los depredadores predominaron frente a los demás con una gran diferencia, sin embargo, si hubo variación en los taxones a los cuales se adjudicó este grupo funcional alimentario.

Los hábitos de vida y caracteres morfológicos permitieron entender la clase de hábitat que se presentaba en la ciénaga Rio Viejo, siendo los Reptador-Trepador-Agarrador (R.T.A) representantes de un sistema con alta cantidad de vegetación acuática acorde a sus adaptaciones morfológicas.

La geográfica de los MIA brindó una visión conjunta e integrada del territorio por el cual optan estos organismos según las diversas características del ambiente o si por el contrario fueron taxones que se distribuyeron en las diversas regiones del país.

El catálogo fotográfico de los MIA pertenecientes a la colección biológica de MHN-UIS en el marco de la línea de investigación de Biodiversidad sobre los sistemas cenagosos del Magdalena medio como producto final de este estudio es una herramienta de transferencia de información tanto en el ámbito académico como el social.

## **7. Recomendaciones**

Fomentar más estudios de MIA en los cuales se investigue acerca de sus hábitos de vida y caracteres morfológicos en conjunto como una herramienta para entender cómo por medio de su morfología adquieren su alimento.

Fomentar más estudios de distribución geográfica de MIA en Colombia con el fin de aportar conocimiento acerca de sus preferencias de hábitat y la interacción/dinámica entre ellos en el territorio Colombiano, integrando variables como la altitud para precisar el tipo de ecosistema escogido por los MIA.

Realizar estudios en periodos contrastantes los cuales brindarían mayor información del estado de este cuerpo de agua y así mismo de los cambios en la comunidad de MIA.

Fomentar las herramientas de divulgación visual ante la situación tan cambiante de los medios clásicos de transmisión del conocimiento (libros, folletos, revistas, artículos) con el fin de permitir que el conocimiento llegue a un público más amplio que el de la comunidad científica.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar-Baldosea, W y Cordoba-Mosquera, E. 2016. Macroinvertebrados acuaticos como indicadores de calidad de agua en dos complejos cenagosos en los corregimientos de Pune y Sanceno. Grupo de Investigación en Biodiversidad, Innovación Tecnológica y Sostenibilidad Ambiental” Centro de Recursos Naturales, Industria y Biodiversidad – Sena Chocó.
- Aguilera-Diaz, M. 2011. Habitantes del agua: El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Centro de estudios económicos regionales (CEER). Banco de la República. N. 144.
- Ali, M. M; Mageed, A. A y Heikal, M. 2007. Importance of aquatic macrophyte for invertebrate diversity in large subtropical reservoir. *Limnologica*, 37(2), 155-169.
- Alonso, A. y J. A. Camargo. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14 (3), 87—99 pp.
- Álvarez, J. y Fernández, R. 2012. Difusión y divulgación científica en internet. *Adama Web*. S, L. 7-114

- Archangelsky, M y Branham, M.A. 1998. Description of the preimaginal stages of *Pyrractomena borealis* (Randall, 1838) (Coleoptera: Lampyridae) and notes on its biology. *proceedings of the Entomological Society of Washington* 100:421-430.
- Aréchaga, S; Sandoval, J; Efrén, E; Montealbán, C; López, S y Neri, E. 2013. Odonatos
- Arias, P. 1985. Las ciénagas de Colombia. *Divulgación Pesquera INDERENA* 22(3-5):38- 70.
- Aristizábal, H. 2002. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. Parte 1. Familia Gerridae. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. Editora Guadalupe, Bogotá. Colombia. 239 p.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, Zinder B. D. y J. B. Stribling. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Second Edition. EPA 841 – B41-99-002. U. S. Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, D.C., 336 pp.
- Barrera-Herrera, J.A; Díaz-Rojas, C.A; Prat, N y Roa-Fuentes, C.A. 2022. Macroinvertebrados acuáticos en un gradiente altitudinal del río Garagoa, Andes orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, ISSN: 2215-2075, Vol. 71: e51538.
- Batzer, D.P y Ruhi, A. 2013. Is there a core set of organisms that structure macroinvertebrate assemblages in freshwater wetlands? *Freshwater Biology*. 58
- Bayona-Arenas, M.R. y Rueda, G. 2008. Caracterización de la fauna asociada a raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms- Laubach en diferentes provincias limnológicas de Colombia. VIII Seminario Colombiano de Limnología. Cali.

- Bazzanti, M y Bella, V.D. 2011. Functional Feeding and Habit Organization of Macroinvertebrate Communities in Permanent and Temporary Ponds in Central Italy. *Journal of Freshwater Ecology*, Volume 19, Number 3
- Benjumea Hoyos, C; Wills Toro, Á y Aguirre, N. 2010. Principales aspectos morfométricos de la ciénaga de Cachimbero, Santander - Colombia. *Gestión y Ambiente* 11(2): I-VIII.
- Benzaquén, L; Blanco, D.E; Bó, R.F; Kandus, P; Lingua, G.F; Minotti, P; Quintana, R.D; Sverlij, S y Vidal, L. 2013. Inventario de los humedales de Argentina: Sistemas de paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Primera edición. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 376 pp.
- Bergström, S.E; Svensson, J.E y Westberg, E. 2000. Habitat distribution of zooplankton in relation to macrophytes in an eutrophic lake, *SIL Proceedings*, 1922-2010, 27:5, 2861-2864.
- Blakely, T.J; Cranston, P.S y Winterbourn, M.J. 2014. Container-inhabiting *Monopelopia* larvae (Diptera: Chironomidae: Tanypodinae) newly recorded in New Zealand. *New Zealand Entomologist* Vol. 33: 38-42
- Blanco, L y Gaido, V. 2013. ¿Qué es la Ilustración Científica? *Mito. Revista Cultural*.
- Borlinghaus, R. 2021. *The Light-Sheet Microscopy: Biological Structural Research in a Lateral View*. Springer Wiesbaden ed.1, 38 pp.
- Bornette, G., & Puijalón, S. (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic sciences*, 73, 1-14. Brecko, J; Mathys, A; Dekoninck, W; Leponce, M; VandenSpiegel, D y Semal,

P. 2014. Focus stacking: Comparing commercial top-end set-ups with a semi-automatic low budget approach. A possible solution for mass digitization of type specimens. *ZooKeys* 464: 1–23.

Budke, J. 2007. Pulso de inundação, padrões de diversidade e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. Tesis (Doutorado). Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Burch, J. B. 1988. North American freshwater snails: introduction, systematics, nomenclature, identification, morphology, habitats, distribution. *Walkerana* 2(6):1-80.

Cadotte, M; Carscadden, K y Mirotchnick, N. 2011. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of applied ecology*, 48(5), 1079-1087.

Caleño-Ruiz, Y; Rivera-Rondon, C.A y Ovalle, H. 2018. Hábitos alimentarios de quironómidos (Diptera: Chironomidae) en lagos del páramo de Chingaza, Colombia. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 66(1): 136-148,

Calsamiglia, H. 1997. *Divulgar: itinerarios discursivos del saber*, Quark, núm. 7.

Cárdenas-Avella, N.M. 2013. Ecofisiología de macrófitas acuáticas en lagunas de alta montaña del departamento de Boyacá: una aproximación a la productividad primaria. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.

Carrillo de Albornoz R. 2012. “Diafragma”, from <http://todo-fotografia.com/2012/el-diafragma/>

- Castellanos, K; Pizarro, J; Cuentas, K; Costa, J; Pino, Z; Gutiérrez, L y Arboleda J. 2017. Lentic water quality characterization using macroinvertebrates as bioindicators: An adapted BMWP index. *Ecological Indicators*,72,53–66
- Chambers, P; Lacoul, P; Murphy, K.J y Thomaz, S.M. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, no. 1, pp. 9-26.
- Collantes, M. B; Faggi, A.M y Malvárez, A.I. 1999. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica.14-24.
- Correa-Sandoval, A. 2013. Catálogo de los moluscos continentales de Colombia. *Acta zoológica Mexicana*, 29(3), 701-704.
- Cranston, P.S y Dimitriadis, S. 2004. The Chironomidae (Diptera) larvae of Atherton Tableland Lakes, north Queensland. *Memoirs of the Queensland Museum* 49(2): xxx-xxx. Brisbane.
- Cronk, K y Fennessy, M.S. 2001. *Wetland plants: biology and ecology*. Washington, D.C: Lewis Publishers.
- Cummins K.W. y Klug M.J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annu. Rev. Ecol. Syst* 10:147 – 172.
- Cummins KW y Wilzbach MA. 1985. Field procedures for analysis of functional feeding groups of stream invertebrates, Appalachian Environmental Laboratory, Maryland, Frostburg, Contr. N° 1611
- Cummins, K.W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *BioScience* 24:631 – 641.

- De la Lanza, G; Moreno, J; Godines, J; Hudobro, L; Hernández, J; Sandoval, J; Moreno, D., y Hernández, S. 2004. Guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua. Comisión Nacional del Agua. Universidad Autónoma Nacional de México.
- De la O Fernández, E.A y Gil, J.A. 2017. Estrategia de negocios para la industria de divulgación científica en medios digitales. Tesis pregrado. Universidad de Chile.
- Diaz, A; Corredor, L; Fernández, Y Riaño, N. 2016. Functional Feeding Groups of Aquatic Macroinvertebrates in a Tropical Stream (Colombia). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(2): 425-433
- Domínguez, E y Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados sudamericanos: sistemática y biología. Tucumán. Fundación Miguel Lillo. 654p.
- Ellis, E.C. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 2011, 369, 1010–1035.
- England, E., Hinojosa, D y Romero, M. 2010. Ilustración científica en el IES Antonio de Mendoza. *Revista Pasaje a la Ciencia (Edición digital)* 13, 111-115.
- Epler, JH. 2001. Identification manual for the larval chironomidae (Diptera) of North and South Carolina: a guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. North Carolina: Department of Environment and Natural Resources and St. Johns River Water Management District.
- Fassett, NC. 1940. A manual of Aquatic Plants. New York: Mc- Graw-Hill.

- Faust, L. 2012. Fireflies in the snow: observations on two early-season arboreal fireflies *Ellychnia corrusca* and *Pyroctomena borealis*. *Lampyrid*, 2, 48-71.
- Fernández, R. L. 2012. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, 39, 24- 29 pp.
- Flórez, G. 2015. Servicios ecosistémicos y variables socioambientales determinantes en ecosistemas de humedales altoandinos. Sector el ocho y paramo de letras Manizales Colombia. Redalyc. Recuperado en <http://www.redalyc.org/html/2631/263139243024>.
- Flórez-Ayala, C; Estupiñán, L; Rojas, S; Aponte, C; Quiñones, M; Acevedo, O; Vilardy, S y Jaramillo, U. 2015. El entramado anfibio.” En *Colombia anfibia: un país de humedales*. 54- 115. Vol. 1 de la serie *Colombia anfibia: un país de humedales*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (iavh).
- Fontanarrosa, M.S; Chaparro, G.N y O’Farell, I. 2013. Temporal and Spatial Patterns of Macroinvertebrates Associated with Small and Medium-Sized Free-Floating Plants. *Wetlands*. 33:47–63
- Formanowicz, D.R. Jr y Brodie, E.D, Jr. 1988. Prey density and ambush site changes in *Tropisternus lateralis* larvae (Coleoptera: Hydrophilidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 61, 420-427.
- Freitas, A. C. .2017. Macro fotografía, o mundo a partir de outro ponto de vista. *Ciência Ambiental*, No.1. Pp. 14,19.

- Galeano-Rondón, E y Mancera-Rodríguez, N-J. 2018. Efectos de la deforestación sobre la diversidad y la estructura del ensamblaje de macroinvertebrados en cuatro quebradas Andinas en Colombia. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 66(4): 1721-1740.
- García Álvarez de Toledo, J y Fernández Sánchez, R. 2011. Difusión y divulgación científica en internet. Gobierno del Principado de Asturias.
- Garza, C; Ramos, D y Cook, J.L. 2020. Comparative morphology of antennae in the family Pleidae (Hemiptera: Heteroptera). *Zoomorphology*
- Garzón, N.V y Gutiérrez, J.C. 2013. Deterioro de humedales en el Magdalena medio: un llamado para su conservación. Fundación Alma – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. P. 145.
- Gilinsky, E. 2013. The Role of Fish Predation and Spatial Heterogeneity in Determining Benthic Community Structure. *Ecology*, 65(2), 1984, pp. 455-468
- Gil-Leguizamón, P; Morales-Puentes, M y Jácome, J. 2020. Estructura del bosque altoandino y páramo en el Macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765-776.
- Gleason, R.A; Laubhan, M.K y Euliss, N.H. 2008. Ecosystem Services Derived from Wetland Conservation Practices in the United States Prairie Pothole Region with an Emphasis on the U.S. Department of Agriculture Conservation Reserve and Wetlands Reserve Programs: U.S.
- González, I.G; Nuñez-Avellaneda, M y Zuñiga, M.C. 2020. *Revista Colombia Amazónica* no. 12.

- González, M y García, D. 1995. Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- González-Trujillo, J. D. 2016. Trait-based responses of caddisfly assemblages to the partial channelization of a High-Andean stream. *Hydrobiologia*, 766(1), 381–392.
- Gutiérrez, P., Alonso, A y Ramírez, A. 2016. Evaluación de la calidad ecológica de los ríos en Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica*. 26 (3) 433-441.
- Hanson, P; Springer, M y Ramírez, A. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. En: *Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. P.* (Eds). *Rev. Biol. Trop.* 58 (Suppl. 4): 3-37.
- Harnischmacher, C. 2016. *The Complete Guide to Macro and Close-Up Photography*. Rocky Nook, Inc.
- Hendrich, L; Shaverdo, H; Hájek, J y Balke, M. 2019. Taxonomic revision of Australian *Copelatus* Erichson, 1832 (Coleoptera, Dytiscidae, Copelatinae), *ZooKeys*, 889: 81–152.
- Hilsenhoff, W. L. 2001. Aquatic orders of insects. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, San Diego, California, 664-680.
- Hodges, E. 2003. *The guild handbook of scientific illustration*. 2nd ed. Nueva York. John Wiley & Sons.
- Huang, Y. M. 2004. The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in the Afrotropical Region with keys to the species (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 700(1), 1-120.

Inger, D; Deluque, J; Reyes, S y Sierra, T. 2004. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a las macrófitas de la Ciénaga del cerro San Antonio. VI Seminario Colombiano de Limnología, Montería, Colombia.

Introducción a la Convención sobre los Humedales, Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza, 2016.

Jørgensen, S. E. 2009. Fundamental laws in ecology. Pp. 33-38. En: Jørgensen, S. e. (ed.), Ecosystem Ecology. First edition. elsevier B.V, Amsterdam, Netherlands.

Keddy, P.A. 2000. Wetland Ecology. Principles and Conservation. Cambridge University Press. Cambridge.

Keddy, P.A. 2010. Wetland ecology: principles and conservation. 2nd ed. Cambridge (UK): Cambridge University Press.

Kiersch, B; Mühleck, R y Gunkel, G. 2004. Las macrófitas de algunos lagos alto-andinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. Revista de Biología Tropical, vol. 52, no. 4, pp. 829-837.

Kouamé, M.K; Diétoa, M.Y; Da Costa, S.K; Edia, E.O; Ouattara, A y Gourène, G. 2010. Aquatic macroinvertebrate assemblages associated with root masses of water hyacinths, Eichhornia

crassipes (Mart.) Solms-Laubach, 1883 (Commelinales: Pontederiaceae) in Taabo Lake, Ivory Coast. *Journal of Natural History* 44(5–6): 257-278.

Ladino-Peñuela, A.G; Zaragoza-Caballero, S y Uribe-Soto, S.I. 2022. Luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae): Registro y distribución de escarabajos luminiscentes.

Lampert, W y Sommer, U. 2007. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. 2 Ed. Oxford University Street. Nueva York.

Lancaster, J y Downes, B.R. *Aquatic entomology*. First Edition. 2013.

Lansac-Tôha, F; Velho, L.F.M y Bonecker, C. 2003. Influencia de macrófitas acuáticas sobre a estrutura da comunidade zooplanctónica, p. 231-242.

Lara, E. 2005. La fotografía como documento histórico, artístico y etnográfico: una epistemología. *Revista de antropología experimental*. 10 (5). 1-28

Lasso, C. A; Gutiérrez, F de P y Morales-B, D. 2014. *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 255 pp.

- Layton, R.J y Voshell, JR. 1991. Colonization of New Experimental Ponds by Benthic Macroinvertebrates. Entomological Society of America
- Les, D. H; Crawford, D.J; Kimball, R.T; Moody, M.L y Landolt, E. 2003. Biogeography of discontinuously distributed hydrophytes: a molecular appraisal of intercontinental disjunctions. International Journal of Plant Sciences 164:917–932.
- Lewis, J. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. Can. J. Fish Aquat. Sci. 40:1779-1787.
- Lewis, W. Jr. 2000. Basic for the protection and management of tropical lakes. Lakes & Reservoirs. 5: 35-48.
- Logson, J; Gibson, R; Rawlins, J; Cooper, G; Gibson, M y Sargent, R. 2010. Adapting traditional Macro and Micro photography for scientific gigapixel imaging. Proceedings of the Fine International Conference on Gigapixel Imaging for Science.
- Luiza-Andrade, A; de Assis Montag, L.F y Juen, L. 2017. Functional diversity in studies of aquatic macroinvertebrates community. Scientometrics, 111 (3): 1643-1656.
- Madden, C. P. 2010. Key to genera of larvae of Australian Chironomidae (Diptera). Museum Victoria Science Reports, (13).

- Marçal, S.F y Callil, C.T., 2008. Structure of invertebrates community associated with *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms-Laubach) after the introduction of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (*Bivalvia*, *Mytilidae*) in the Upper Paraguay River, MT, Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, 20, 359–371.
- Marquez, G. 2004. Ecosistemas de Colombia: Aspectos Ecológicos y Sociales. Universidad Nacional de Colombia, IDEA-U.N., Departamento de Biología, Facultad de Ciencias.
- Martínez, M., Canneva, B y Ronderos, M. M. 2010. Diptera, Ceratopogonidae, *Dasyhelea necrophila* Spinelli and Rodriguez, 1999: Detection of eggs in ovitraps, in Uruguay. *Check List*, 6.
- Martínez-Rodríguez, M.A y Pinilla, G.A. 2014. Valoración de la calidad del agua de tres ciénagas del departamento de Cesar mediante macroinvertebrados asociados a *Eichhornia crassipes* (*Pontederiaceae*). *Caldasia* 36(2): 305-321.
- Merrit, R. W; Cummins, K. W. y Berg, M. B. 2008. An introduction to the Aquatic Insects of North America. 4 ed. Iowa, IA: Kendall.
- Mihuc, T. B. 1997. The functional trophic role of lotic primary consumers: generalist versus specialist strategies. *Freshwater biology*, 37(2), 455-462.
- Mitsch, W y Gosselinks, J. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*. Volume 35, Issue 1, Pages 25-33

Monje Arenas L. 2010. La fotografía científica, o el arte de captar lo invisible.

Montaño M; Meza A.M y Diaz L.G. 2012. La colección entomológica CEBUC y su potencial como colección de referencia de insectos acuáticos. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 16, 173–184.

Montoya-Moreno, Y Aguirre, N. 2009. Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (Ciénagas) en Colombia. Gestión y Ambiente. Vol. 12:3. Universidad Nacional de Colombia.

Moreno-Hernández, I.E; Mercado-Silva, N y Wehncke, E. 2019. Análisis espacio temporal de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el arroyo agua salada, Morelos, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Mosquera, D.R; Palacios, M.L; Muñoz, E; Soto, A y Peña, E.J. 2008. Diversidad de los macroinvertebrados de la laguna de Sonso, Valle del Cauca, Colombia, Revista de Ciencias, 12, 45-56

Mosquera-Murillo, Z y Córdoba-Aragón, K. 2017. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en tres ciénagas de la cuenca media del río Atrato, Chocó, Colombia. Investigación, Biodiversidad y Desarrollo 2015; 34 (1): 22-35.

- Mosquera-Murillo, Z y Córdoba-Aragón, K. E. 2017. Primer registro del género *tikuna savage*, flowers y porras (ephemeroptera: leptophlebiidae) para el chocó, Colombia. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 21(1), 157-161.
- Mosquera-Murillo, Z y Sánchez-Vásquez, S.P. 2019. Dípteros acuáticos del departamento del Chocó, Colombia. Biota Colombiana 20 (2).
- Muñoz, D y Ospina, R. 1999. Guía para la identificación genérica de los ephemeroptera de la Sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos. Actual. Biol 21:47-60.
- Museo Entomológico Francisco Luis Gallego. 2019. Boletín del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego V 11. No3.
- Myers, N; Mittermeier, R; Mittermeier, C; Fonseca, G y Kent, J. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. Nature, 403, 853-858.
- Navarro-Sigüenza, A; Peterson, A; Nakazawa, Y Liebig-Fossas, I. 2003. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad.
- Neiff, J.J. 1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Suramérica. Malvárez AI (ed.). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. Vol. 1, primera edición. Orcyt Mab UNESCO. Montevideo, Uruguay. Pp. 99-150.

- Neiss, U.G y Hamada, N. 2012. Larvae of *Epipleoneura manauensis* Santos and *Roppaneura beckeri* Santos with a key to the genera of known Neotropical Protoneuridae larvae (Odonata: Zygoptera). *International Journal of Odonatology*. Vol. 15, No. 1, March 2012, 31–43
- Nelson, M. J. 1986. *Aedes aegypti*: biology and ecology.
- Neubern de Oliveira, C.S; Navarro da Silva, M.A y Fonseca Gessner, A.A. 2013. Neotropical *Ablabesmyia* Johannsen (Diptera: Chironomidae, Tanypodinae)–Part I. *Zootaxa* 3733 (1): 001–123
- Ohba, S. 2019. Ecology of giant water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae). *Entomological Science*, 22: 6-20.
- Padial, A; Bini, L.M y Thomaz, S.M. 2008. The study of aquatic macrophytes in Neotropics: a scientometrical view of the main trends and gaps. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, no. 4, pp. 1051-1059.
- Paraense, W. L; Carvalho, O. S; Coelho, P. M. Z y Lenzi, H. L. 2008. Histórico do gênero *Biomphalaria*, morfologia e sistemática morfológica. Carvalho OS, Coelho PMZ, Lenzi H L. *Schistosoma mansoni*: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 285-308.

- Pardue, J.W y Webb, D.H. 1985. A comparison of aquatic macroinvertebrates occurring in association with Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*, L) with those found in the open littoral zone. *J. Freshwater Ecol*, 3 (1): 69-79.
- Patton, W. K. 2014. On the natural history and functional morphology of the clam shrimp, *Lynceus brachyurus* Müller (Branchiopoda: Laevicaudata). *Journal of Crustacean Biology*, 34(6), 677-703.
- Pava, E; Carrasquilla, J y López, W. 2006. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica de un plano de inundación del río Sogamoso en la cuenca media del río Magdalena (ciénaga de San Silvestre, Colombia). *Rev. Intropica*. 3: 43-57.
- Peiró, D.G; Do Amaral, G.F y Saulino, H.H. 2015. Structure community of aquatic insects associated with different macrophytes in ornamental lakes in a savanna region, Southeastern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciencies*. 10(4): 273-282.
- Pérez, R. M., Torres, U., y M. A. Piñón. 2008. Estructura funcional de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos en arroyos y ríos del sur del municipio de Morelia, Michoacán. *Sociedad Mexicana de Entomología*. ISBN 968-839-357-6, 391–396 pp.
- Pessacq, P; Epele, L.N y Christopher-Rogers, D. 2011. A new species of *Lynceus* (Crustacea: Branchiopoda: Laevicaudata) from Patagonia, with comments on laevicaudatan systematics. *Zootaxa* 3043: 25–32

- Poi De Neiff, A y Neiff, J.J. 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia*. 31(3):220-225.
- Pratt, S. 2015. Mirrorless, DSLR or Point and Shoot: Which Camera is Best for Macro Photography?
- Quirós, J.A, Ariás, J.E y Rodríguez, E.R. 2010. Gastrópodos asociados a *Eichhornia crassipes* en el complejo cenagoso del Bajo Sinú (Córdoba, Colombia). *Temas Agrarios* 15:(1) 84-95.
- Quirós-Rodríguez, J; Dueñas-Ramírez, P y Ballesteros-Correa, J. 2010. Macroinvertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en dos sectores del sistema cenagoso del Bajo Sinú, departamento de Córdoba Colombia. *Rev Asoc Col Cien*, 22, 147–157.
- Ramírez, A., y P. Gutiérrez-Fonseca. 2014a. Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. *Revista Biología Tropical*, 62 (2), 9–20 pp.
- Rangel, J.O. 2007. Informe final de actividades. Estudio de inventario de fauna, flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea de base ambiental Ciénaga de Zapatosa, Bogotá, Corpocesar-Universidad Nacional de Colombia, p. 378.
- Rennie MD, Jackson LJ (2005) The influence of habitat complexity on littoral invertebrate distributions: patterns differ in shallow prairie lakes with and without fish. *Can J Fish Aquat Sci* 62:2088–2099

- Resh, V. H. 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environ. Monit. Assess.* 138: 131–138.
- Reyes-Ballesteros, S.D y Críales-Hernández, M.I. 2019. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a macrofitas en la Ciénaga San Silvestre (Santander). Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Reyes-Morales, F y Springer, M. 2014. Efecto del esfuerzo de muestreo en la riqueza de táxones de macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP/Atitlán. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 291-301.
- Reynaga, M. y Dos Santos, D. 2012. Rasgos biológicos de macroinvertebrados de ríos subtropicales: patrones de variación a lo largo de gradientes ambientales espacio- temporales. *Ecología Austral*. 22(2), 112-120
- Reynoso, E; Patiño, L; Luz, C; Nájera, F; Sánchez, C; Francisco, G; Nepote, A; Magaña, P; Gonzales, J; Patiño, M; Salazar, H; Genis, M; Rojas, C; Burgos, E; Tonda, J y Cruz, L. 2013. La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: visiones, retos y oportunidades. *Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica*, A. C. 15-25
- Ricaurte, L. F; Patiño, J. E; Zambrano, D. F; Arias-G, J. C; Acevedo, O; Aponte, C y Estupiñán-Suarez, L. M. 2019. A Classification System for Colombian Wetlands: An Essential Step Forward in Open Environmental Policy-Making. *Wetlands*, 1-2.

- Ricaurte, L.F; Patiño, J.E; Arias, J.C; Acevedo, O; Restrepo, D; Jaramillo, U; Flórez- Ayala, C, Estupiñán-Suárez, L; Aponte, C; Rojas, S; Vélez, J.I; Duque, S; Núñez, M; Lasso, C; Correa, I;
- Rodríguez, A; Duque, A; Restrepo, S; Cleef, A; Manrique, O; Moreno, E; Vilarly, S; Finlayson, M y Junk, W. 2015. La pluralidad del agua: tipos de humedales de Colombia; sistema de clasificación de humedales. En Colombia anfibia: un país de humedales, editado por Úrsula Jaramillo, Jimena Cortes-Duque y Carlos Flórez-Ayala, 116-133. Vol. 1 de la serie Colombia anfibia: un país de humedales. Bogotá: IAVH.
- Rincón-Ramírez, J; Andrade, D.M; Rojas-López, D; Sparer-Larriva, A y Zárate-Hugo, E. 2016. Macroinvertebrados de los ríos del parque Nacional Cajas. Universidad del Azuay. Cuencia
- Ríos-Touma, B; Encalada, A. C y Prat, N. 2011. Macroinvertebrate assemblages of an Andean high-altitude tropical stream: The importance of season and flow. *International Review of Hydrobiology*, 96(6), 667–685.
- Rivera-Usme, J.J y Pinilla-Agudelo, G. 2013. Ensamble de Macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables físicas químicas en el humedal de Jacobe-Colombia. *Caldasia*. Vol. 35. No. 2.
- Rivera-Usme, J.J; Pinilla-Agudelo, G y Camacho-Pinzón, D.L. 2013. Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2), 279-292.

- Rodríguez-Barrios, J; Ospina-Tórres, R y Turizo-Correa, R. 2011. Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista Biología Tropical*, 59, pp. 1537-1552
- Roldán, G y Ramírez, J. 2008. *Fundamentos de limnología Neotropical*. 2da. Ed. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias– ACCEFYN. p. 440.
- Roldán, G y Ruiz, E. 2001. Development of Limnology in Colombia. Ed. Wetzel, R.G. and Gopal, B. *Limnology in Developing Countries* 3: 69-199p.
- Roldán, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia*. Bogotá: Colciencias - Fondo FEN Colombia.
- Roldán, G. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Roldán, G. 2000. *Guía de Identificación de Macroinvertebrados en Agua Dulce*. Asociación Anai.
- Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

- Roldán, G. 2016. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 40(155):254-274
- Ronderos, M y Villalobos de, C. 2003. *Dasyhelea necrophila* Spinelli et Rodriguez, 1999 (Diptera, Ceratopogonidae) a new potential paratenic host of *Paragordius varius* (Leidy, 1851)(Gordiida, Nematomorpha). *Acta Parasitologica*, 48(3), 218-221.
- Rosenberg, D.M y Resh, V.H . 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, London, p 488
- Rúa-García, G. 2015. Macroinvertebrados acuáticos asociados a raíces de *Eichhornia crassipes* (mart) solms, en la ciénaga de Zapayán, Magdalena-Colombia. *Rev. Intropica*. 10, 52-59.
- Ruiz-Jiménez, J.A; Críales-Hernández, M.I y Cohuo-Duran, S. 2020. Efecto del pulso de inundación sobre el ensamble de ostrácodos (Crustacea: Ostracoda) asociados a las plantas acuáticas presentes en la Ciénaga Río Viejo, Santander, Colombia. Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Ruiz-Moreno, J.L; Ospina-Torres, R y Riss, W. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae. *Caldasia* Vol. 22, No. 1.

- Ruiz-Moreno, J; Ospina-Torres, R y Riss, W. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II Subfamilia. *Caldasia*, 22(1), 15-33.
- Salom, F y Vega, I. 1990. Formas juveniles de los Tábanos de España (Diptera: Tabanidae). *Anales de Biología*, 16 (Biología Animal, 5) 1990: 37-48
- Sánchez-Vigil, J.M. 2012. La fotografía: patrimonio e investigación. *Artigrama*, núm. 27, 2012, pp. 25-35
- Santamaría L. 2002. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*: 23: 137-154.
- Schmera, D; Heino, J; Podani, J; Ers, T y Dolédec, S. 2017. Functional diversity: a review of methodology and current knowledge in freshwater macroinvertebrate research. *Hydrobiologia*, 787 (1): 27-44.
- Schmidt-Mumm, U y Vargas-Ríos, O. 2012. Comunidades vegetales de las transiciones terrestre-acuáticas del páramo de Chingaza, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, vol. 60, no. 1, pp. 35-64.
- Schmidt-Mumm, U. 1998. Vegetación acuática y palustre de la sabana de Bogotá y plano del río Ubaté: ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática. Tesis de maestría, Departamento De Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Schmidt-Numm, U. 1988. Notas sobre la vegetación acuática de Colombia. I: Estructura, 7Rev. Fac. Cienc. Univ. Jav. 1(2): 107-122.
- Sempere, M y Rocha, R. 2007. El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología a la sociedad: actitudes, aptitudes e implicación. Madrid, España. La suma de todos. 11-25
- Silva, D. R; Ligeiro, R; Hughes, R. M y Callisto, M. 2014. Visually determined stream mesohabitats influence benthic macroinvertebrate assessments in headwater streams. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(9), 5479–5488.
- Simmons, John E, and Janeth Muñoz - Saba. 2005. Cuidado y Manejo de Las Colecciones. Biológicas.[http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/cervantes/clases/sistem/Cuidado\\_Manejo\\_y\\_Conservacion\\_de\\_las\\_Colecciones\\_Biologicas.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/cervantes/clases/sistem/Cuidado_Manejo_y_Conservacion_de_las_Colecciones_Biologicas.pdf).
- Stur, E; Laurindo da Silva, F y Ekrem, T. 2019. Back from the Past: DNA Barcodes and Morphology Support *Ablabesmyia americana* Fittkau as a Valid Species (Diptera: Chironomidae). *Diversity*, 11, 173
- Sundermann, A; Lohse, S; Beck, L.A y Haase, P. 2009. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 2007, 43 (1), 61-74
- Syrovátka, V. 2018. The predatory behavior of *Monopelopia tenuicalcar* (Kieffer, 1918) larvae in a laboratory experiment. *Journal of Limnology*, 77.

- Takeda, A. M; Souza-Franco, G. M; Melo, S. M y Monkolski, A. Invertebrados asociados a macrófitas acuáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brazil).
- Talaga, S; Dézerald, O; Carteron, A; Leroy, C; Carrias, J. F; Céréghino, R y Dejean, A. 2017. Urbanization impacts the taxonomic and functional structure of aquatic macroinvertebrate communities in a small Neotropical city. *Urban Ecosystems*, 20, 1001-1009.
- Tamaris-Turizo, C. E; Pinilla, G. A y Muñoz, I. 2018. Trophic network of aquatic macroinvertebrates along an altitudinal gradient in a Neotropical mountain river. *Revista Brasileira de Entomologia*, 62(3), 180–187.
- Thieme, M; Lehner, B; Abell, R; Hamilton, SK; Kellndorfer, J; Powell, G y Riveros JC. 2007. Freshwater conservation planning in data-poor areas: An example from a remote Amazonian basin (Madre de Dios River, Peru and Bolivia). *Biol. Conserv.* 135:500–517.
- Thomas, J. D; Nwanko, D. I y Sterry, P. R. 1985. The feeding strategies of juvenile and adult *Biomphalaria glabrata* (Say) under simulated natural conditions and their relevance to ecological theory and snail control. *Proceedings of the Royal society of London. Series B. Biological sciences*, 226(1243), 177-209.
- Thomaz, S. M; Dibble, E. D; Evangelista, L. R; Higuti, J y Bini, L. M. 2008. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshwater biology*, 53(2), 358-367.

- Thomaz, S.M. 2002. Factores ecológicos asociados a colonización e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo, *Planta Daninha*, vol. 20, no. 1, pp. 21-33.
- Tomanova, S; Goitia, E y Helesic, J. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia* 556:251-264.
- Torralba-Burrial, A y Mezquita, I. 2010. Teratologías alares en *Sympetrum Newman*, 1833 (Odonata: Libellulidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 47, 463-466.
- Torres, N. y Torres, D. 2016. Macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Los Alisos, Firavitoba - Boyacá. *Intropica*, 11, 47.
- Townsend, C. R y Hildrew, A.G. 1994. Species traits in relation to habitat templet for river systems. *Freshwater Biology* 31: 265–275.
- Trapero-Quintana, A y Naranjo, C. 2009. Clave para la identificación de especies de Odonata en estado larval de Cuba. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 44, 459-467.
- Tsafrir, J y Ohry, A. 2001. Medical illustration: from caves to cyberspace. *Health Information and Libraries Journal* 18, 99-109.

- Tsujimoto, T. 2015. Focus Stacking Image Processing Apparatus, Imaging System, and Image Processing System. 25.
- Vásquez, D; Flowers, R.W y Springer, M. 2009. Life history of five small minnow mayflies (Ephemeroptera: Baetidae) in a small tropical stream on the Caribbean slope of Costa Rica. *Aquat. Insect.* 31: 319-332.
- Violle, C; Navas, M; Vile, D; Kazakou, E; Fortunel, C; Hummel, I y Garnier, E. 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), 882-892.
- Webb, C.J y Scholl, A. 1985. Identification of larvae of European species of *Chironomus* Meigen (Diptera: Chironomidae) by morphological characters. *Systematic Entomology* (1985) 10,353-372
- Whiteside, M.C y Lindegaard, C. 1980. Complementary Procedures for Sampling Small Benthic Invertebrates. *Oikos*, Vol. 35, No. 3 (Nov. 1980), pp. 317-320.
- Zimmer, K.D; Hanson, M.A y Butler, M.G. 2000. Factors influencing invertebrate communities in prairie wetlands: a multivariate approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:76-85.
- Zimmer, K.D; Hanson, M.A; Butler, M.G y Duffy, W.G. 2001. Influences of fathead minnows and aquatic macrophytes on nutrient partitioning and ecosystem structure in two prairie wetlands. *Archiv für Hydrobiologie* 150:411-433.

# Apéndices

**Apéndice 1. Catálogo fotográfico macroinvertebrados acuáticos “Guía de identificación de los macroinvertebrados acuáticos asociados a macrófitas presentes en la ciénaga de Río Viejo (Cimitarra – Santander).**



# CATÁLOGO FOTOGRAFICO

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

WILMER DANIEL  
CALDERON BUITRAGO



**GUIA DE IDENTIFICACION DE  
LOS MACROINVERTEBRADOS  
ACUÁTICOS ASOCIADOS A  
MACROFITAS PRESENTES EN  
LA CIÉNAGA DE RÍO VIEJO  
(CIMITARRA, SANTANDER)**

## Introducción

Las ciénagas en Colombia son planicies de inundación poco profundas que normalmente no sobrepasan los seis metros de profundidad, se localizan entre los 0 a 1000 msnm y presentan temperaturas cálidas (Arias, 1985; Benjumea Hoyos et al., 2010). Estos ecosistemas son altamente dinámicos y están condicionados principalmente por la hidrología y los flujos de materiales (Mitsch y Gosselinks, 2000; Ramírez y Roldan, 2008). Las ciénagas ofrecen diferentes servicios ecosistémicos entre los que se encuentra el control de inundaciones, protección contra tormentas, recarga y descarga de acuíferos y la retención de sedimentos y nutrientes (Garzón y Gutierrez, 2013). Además, representan un área de alta producción biológica que sustenta poblaciones de pescadores y sirven como escenarios turísticos y de transporte para sus habitantes (Arias, 1985; Rangel, 2007; Aguilera-Díaz, 2011).

La relación entre la estructura del ecosistema y la variedad de recursos disponibles es fundamental en la ecología y no es la excepción en cuerpos de agua que presentan vegetación acuática, como lo son las macrófitas, presentes en ciénagas, las cuales germinan y crecen en la superficie del agua (Fasset, 1940) y que funcionan como refugio, alimento y sitio de anidamiento para diversos organismos (Rennine y Jackson, 2005) como los macroinvertebrados acuáticos (MIA) que durante sus etapas iniciales se asocian a las raíces de estas plantas (Resh, 2008); los índices de biomasa y volumen de este tipo de vegetación se relaciona directamente con la riqueza y abundancia de MIA (Kouamé et al., 2011).

En Colombia los estudios sobre macroinvertebrados presentan un número considerable para los sistemas loticos, desafortunadamente en sistemas lenticos las investigaciones son menores, como es el caso de las ciénagas (Montoya y Aguirre, 2009). Es por esto que cualquier catálogo biológico, sin importar la región para la que fue desarrollado representa un valor para la comunidad científica o en general, ya sea que se encuentren organizados como listados de taxonomía o si ofrecen datos sobre su ecología, geografía u otro aspecto biológico de las especies. Estos catálogos son aún más útiles cuando proporcionan u organizan comparativamente la geografía, o presentan un recuento de la historia del grupo biológico particular en la región de estudio. (Correa-Sandoval, 2013).

Por lo anterior, presente trabajo constituye una herramienta útil para describir la comunidad de MIA y divulgar nuevo conocimiento acerca de su biodiversidad en una de las ciénagas del departamento de Santander produciendo un recurso ilustrativo de divulgación de las colecciones del Museo de Historia Natural de la UIS.



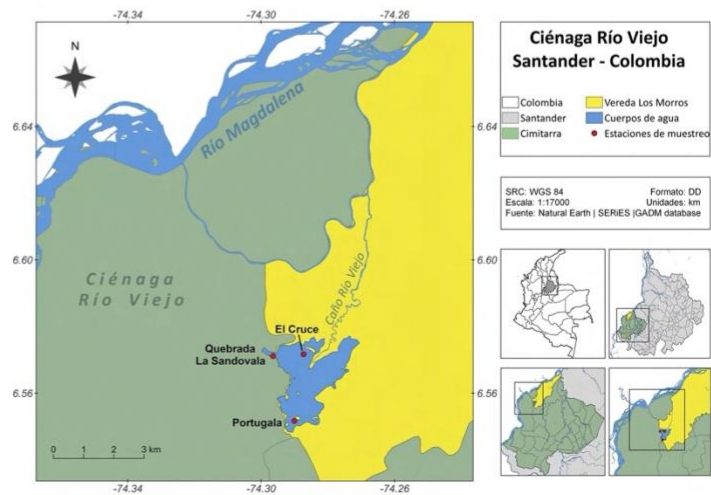
## ***Area de estudio***

La ciénaga Río Viejo se localiza en el Departamento de Santander (Municipio de Cimitarra), a 104 m.s.n.m, con una extensión aproximada de 129 km<sup>2</sup>, está ubicada geográficamente entre las coordenadas 6° 33' 37,4" de latitud norte y 74° 17' 34,6" de longitud oeste (Figura 1, Ilustración 1), aledaña a una zona de bosque tropical seco y tierras que son aprovechadas para la ganadería y agricultura. Según la clasificación propuesta por Ricaurte y colaboradores (2019), hace parte del complejo cenagoso del Magdalena medio, correspondiendo así al suborden de humedales con pulsos de inundación bimodales de alta amplitud de Colombia. Según la clasificación de Arias (1985) la ciénaga río Viejo es una ciénaga tipo III debido a su conexión con el río Magdalena mediante el caño río Viejo. Su principal afluente es la quebrada La Sandovala y su efluente es la quebrada El Cruce.



Figura 1. Mapa de ubicación espacial de la ciénaga Río Viejo (Cimitarra - Santander) con las estaciones de muestreo (Sandovala, Portugala y Cruce)

Estación	Latitud (N)	Longitud (W)
Sandovala	6°34'22,2"	74°18'11,6"
Centro	6°34'21"	74°17'16,9"
Portugala	6°32'55"	74°17'44,4"



# Cómo leer el catálogo

Sección 1: Niveles taxonómicos superiores.

**Orden: Hemiptera** Sección 1: **Familia: Belostomatidae**

Sección 2

**Belostoma sp**

**Descripción:** Los "bichos de agua gigante" se reconocen fácilmente por su gran tamaño (2.5 a 4 centímetros o más), su coloración oscura y de forma irregular. Tienen una gran cabeza, prominentes antenas y compuestas que le proporcionan una excelente visión para la caza. Tienen antenas relativamente cortas ubicadas cerca de los ojos. Poseen un par de apéndices respiratorios prominentes cortos, en forma de codos que sobresalen por encima del agua. Tienen un gran cuerpo, particularmente ancho para la distribución. Este grupo incluye al menos una especie de gran tamaño y abundancia en los Andes occidentales de los departamentos de Cauca y Valle de los ríos de Belostoma en aguas y macroinvertebrados. Aunque las descripciones sobre que se utilizan para medir y registrar, como los patrones de vida, tienen características similares a otros bichos de agua, que permiten al lector medir de manera efectiva. Tienen un cuerpo ancho y un cuerpo de agua, aunque se encuentran más comúnmente en el interior acuático.

**Distribución:**

Sección 4

**GFA: Depredador**  
**Hábito: Estación acuática**  
**Estación: Sandoval, Chile**

Sección 2: Fotografía del individuo.

Sección 4 distribución del individuo en Colombia.

Sección 3: descripción de la morfología del individuo.

Sección 5: Ecología del MIA; con su clasificación de grupo funcional alimenticio (GFA), el hábito de vida y la estación en la que se encontró

**Orden:** Diptera**Familia:** Chironomidae

## *Ablabesmyia* sp

**Descripción:** Varían en coloración, a menudo adaptadas para mezclarse con su entorno. Tienen tamaño pequeño a mediano entre 1-6 mm de longitud, suelen tener una forma corporal cilíndrica con segmentos distintos. El cuerpo tiene un color amarillo a marrón, cubierto de finas setas (pelos) que proporcionan funciones sensoriales y ayudan en el movimiento. La cabeza es de color amarillo a marrón pálido, relativamente pequeña, a veces con manchas y tiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de materia orgánica. Las piezas bucales consisten en mandíbulas y maxilares que les permiten recolectar y procesar alimentos. Poseen seis patas torácicas, cada una con ganchos o garras en sus extremos. Estas patas se utilizan para la locomoción y para fijarse a superficies mientras se construyen redes o refugios. El segmento del palpo basal dividido y con una o dos garras del parápodo posterior oscurecidas. el abdomen suele tener branquias, que son estructuras filamentosas finas que ayudan en la respiración extrayendo oxígeno del agua. La disposición y el número de branquias varían según la especie. Tienen apéndices abdominales especializados que se utilizan para anclarse mientras construyen redes.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



**Orden:** Diptera**Familia:** Culicidae

## Aedes sp

**Descripción:** Varían en coloración, a menudo adaptadas para mezclarse con su entorno. Tienen tamaño pequeño a mediano entre 1-6 mm de longitud, suelen tener una forma corporal cilíndrica con segmentos distintos. El cuerpo tiene un color amarillo a marrón, cubierto de finas setas (pelos) que proporcionan funciones sensoriales y ayudan en el movimiento. La cabeza es de color amarillo a marrón pálido, relativamente pequeña, a veces con manchas y tiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de materia orgánica. Las piezas bucales consisten en mandíbulas y maxilares que les permiten recolectar y procesar alimentos. Poseen seis patas torácicas, cada una con ganchos o garras en sus extremos. Estas patas se utilizan para la locomoción y para fijarse a superficies mientras se construyen redes o refugios. El segmento del palpo basal dividido y con una o dos garras del parápodo posterior oscurecidas. el abdomen suele tener branquias, que son estructuras filamentosas finas que ayudan en la respiración extrayendo oxígeno del agua. La disposición y el número de branquias varían según la especie. Tienen apéndices abdominales especializados que se utilizan para anclarse mientras construyen redes.

**GFA:** Colector - Recolector

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Culicidae

## *Aedes aegypti*

**Descripción:** Las larvas se reconocen fácilmente por su área torácica inflamada, más ancha en la mitad y se estrecha hacia la cabeza y la cola, su cabeza es relativamente grande y sobresale al resto del cuerpo, presenta unas antenas que tienden a ser un poco más largas que su cabeza. Su boca está diseñada para filtrar por lo que poseen unas vellosidades a manera de cepillo, en el tórax poseen unas estructuras llamados cepillos succionales los cuales utiliza para anclarse a superficies. Su abdomen es segmentado y contiene espiráculos, que son estructuras especializadas desarrolladas para respirar en la superficie del agua, el número de espiráculos puede ayudar con su identificación. Presentan un tubo respiratorio caudal (sifón) en su terminación posterior, el cual actúa como un snorkel que permite que obtenga aire de la superficie mientras está sumergido, su coloración puede variar de pálido a oscuro de la especie y su habitat. Tienen un movimiento característico de natación en flip-flop. Sus pupas también son nadadores activos y obtienen oxígeno en la superficie a través de los cuernos respiratorios torácicos.

**GFA:** Colector - Recolector

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



**Orden:** Hemiptera**Familia:** Belostomatidae

## *Belostoma* sp

**Descripción:** Los "chinchas de agua gigantes" se reconocen fácilmente por su gran tamaño 2,5 a 4 centímetros o más. La cabeza es distinta y de forma triangular. Tiene ojos grandes, prominentes y compuestos que le proporcionan una excelente visión para la caza. Tienen antenas relativamente cortas ubicadas cerca de los ojos. Poseen un par de apéndices respiratorios posteriores cortos, en forma de cintas, que utilizan para obtener aire en la superficie del agua. Tienen piezas bucales perforadoras-succionadoras adaptadas para la depredación. Estas piezas bucales se utilizan para perforar a sus presas y alimentarse de los fluidos corporales de los organismos acuáticos. El tórax de los adultos de *Belostoma* es ancho y musculoso y alberga las poderosas patas que se utilizan para nadar y agarrar presas como las patas traseras. Tienen estructuras aplanadas y parecidas a paletas que permiten al insecto nadar de manera eficiente. Tienen alas funcionales y son capaces de volar, aunque se encuentran más comúnmente en su hábitat acuático.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Hydrophilidae



## Berosus sp

**Descripción:** Son escarabajos acuáticos relativamente pequeños, que normalmente miden entre 3 y 6 milímetros de largo, aunque el tamaño puede variar entre especies, tienen una forma corporal alargada y algo aplanada que brinda aerodinámica para una natación eficiente. La coloración de los adultos puede variar, pero a menudo son marrones o negros, lo que les ayuda a mezclarse con su hábitat acuático. Algunas especies pueden tener patrones moteados o marcas de color marrón rojizo. Tienen un par de alas anteriores llamadas élitros. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar equipadas con pelos.

### Distribución:



**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Cruce.

**Orden:** Diptera

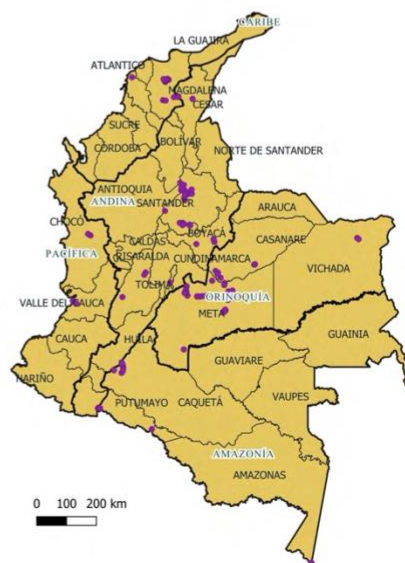
**Familia:** Ceratopogonidae



## Bezzia sp

**Descripción:** Las larvas acuáticas de los "mosquitos picadores" suelen ser pequeñas, alargadas, relativamente alargadas. Su cuerpo es segmentado y se estrecha hacia el extremo posterior, suelen ser translúcidos o de color pálido, lo que hace visibles sus estructuras internas. Su coloración les ayuda a mezclarse con su entorno acuático. La cabeza es distinta y alberga las piezas bucales que se utilizan para alimentarse, están adaptadas para perforar y succionar fluidos de sus presas. El tórax está segmentado y lleva un par de pequeñas propatas o patas falsas en el extremo posterior. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas. Son capaces de nadar y se mueven con un movimiento de natación serpenteante gracias a las setas (pelos) que ayudan en la locomoción. Tienen sifones respiratorios especializados o "cuernos" ubicados en el extremo posterior del abdomen. Estos sifones permiten a las larvas acceder al aire atmosférico mientras están sumergidas. Las pupas cuelgan de la película superficial por sus cuernos respiratorios.

### Distribución:



**GFA:** Depredador

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

**Orden:** Basommatophora    **Familia:** Planorbidae



## *Biomphalaria* sp

**Descripción:** Varían en tamaño y coloración, pero tienen una concha planispiral distintiva que ayuda en la identificación, su caparazón proporciona protección y sirve como alojamiento para el cuerpo del caracol. El pie es un órgano muscular ubicado debajo del cuerpo y se utiliza para la locomoción. Su cabeza contiene órganos sensoriales como tentáculos filiformes y manchas oculares. Los tentáculos se utilizan para sentir su entorno y detectar partículas de comida. Tienen una rádula especializada, una estructura similar a una raspa con dientes diminutos, que se utiliza para raspar y consumir algas y detritos. Poseen un sistema respiratorio pulmonado con una cámara respiratoria especializada llamada cavidad palial, similar a un pulmón que absorbe oxígeno del agua. Esta adaptación les permite respirar mientras están sumergidos. Son ovíparos, hermafroditas y pueden reproducirse un año entero. Reproducción preferiblemente cruzada. Ponen en promedio 100 huevos por postura, que eclosionan siete días después de la postura. La variación fenotípica a distintas escalas generalmente se considera como un fenómeno adaptativo más que un fenómeno eco-fenotípico.

**GFA:** Colector - Raspador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Chironomidae

## Chironomus sp

**Descripción:** Forma corporal distintiva parecida a la de un gusano, con una apariencia cilíndrica y segmentada. Su cuerpo es relativamente blando y carece de un exoesqueleto protector. Varían en coloración, a menudo aparecen rojizas o parduscas debido a la presencia de hemoglobina en sus cuerpos. Algunas especies también pueden ser translúcidas. Los taxones de larvas de Chironomus se distinguen principalmente de las larvas de otros géneros por la presencia de apéndices tubulares que nacen en uno o más de los segmentos abdominales posteriores. En la mayoría de las especies, ambos pares de estos túbulos ventrales son largos, con una longitud al menos igual a la longitud del segmento. Algunas especies los tienen de forma más redondeada y otros más puntuda. La cabeza es relativamente pequeña en comparación con el resto del cuerpo y varía su pigmentación. Contiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de detritos, algas y materia orgánica. El tórax es distinto y tiene una serie de patas carnosas y segmentadas a lo largo de la parte inferior del cuerpo. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas.

**GFA:** Colector - Recolector

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Chironomidae

## Clinotanypus sp

**Descripción:** Forma corporal distintiva, alargada y delgada a menudo son translúcidas, lo que les ayuda a mezclarse con su entorno acuático. su cuerpo está segmentado y se estrecha hacia el extremo posterior. Su cabeza está equipada con piezas bucales que las diferencian por la mandíbula con el diente apical fuertemente ganchudo y con el diente basal grande y puntiagudo. El tórax está bien segmentado y tiene una serie de patas carnosas y segmentadas en la parte inferior del cuerpo. Estas patas ayudan en el movimiento en superficies sumergidas. El abdomen es alargado y consta de varios segmentos.

### Distribución:



**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala

**Orden:** Odonata

**Familia:** Aeshnidae



## Coryphaeschna sp

**Descripción:** Las larvas son relativamente grandes, a menudo alcanzan una longitud de 5 a 6 centímetros o más, su cuerpo es alargado y cilíndrico, con segmentos distintos. Tienen una forma relativamente aerodinámica en comparación con otras larvas de libélula, con una coloración marrón o gris moteada. Cabeza aplanada, subrectangular con antenas cortas cerca de sus piezas bucales, lóbulo del palpo labial terminado en punta. Tiene tres pares de patas segmentadas, que utilizan para arrastrarse por la vegetación acuática y otros sustratos. El abdomen es alargado y consta de varios segmentos distintos, algunos pueden tener pequeñas setas o espinas. Una de las características clave de las larvas de *Coryphaeschna* es la presencia de grandes branquias en forma de hojas a lo largo de los lados de su abdomen. Estas branquias se utilizan para respirar y pueden ser bastante llamativas..

**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Ceratopogonidae

## *Dasyhelea* sp

**Descripción:** El género *Dasyhelea* incluye mosquitos mordedores de diversa morfología y biología. Las larvas son muy pequeñas y normalmente miden sólo unos pocos milímetros de largo, alargadas y delgadas, con forma de cuerpo cilíndrico, suelen ser translúcidas o pálidas, lo que las hace difíciles de ver en su hábitat acuático. Piezas bucales relativamente simples adaptadas para alimentarse de microorganismos, algas y partículas orgánicas en el agua. En el extremo posterior del abdomen suelen tener una estructura especializada llamada "sifón abdominal" o "tubo anal". Este sifón se utiliza para respirar accediendo al aire en la superficie del agua. Sus huevos son únicos por tener forma de herradura y se ponen en masas sueltas encerradas en una capa gelatinosa. Las hembras tienen mandíbulas y maxilares reducidos y vestigiales que carecen de dientes.

**GFA:** Fragmentador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala

### Distribución:



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Noteridae



## Hydrocanthus

**Descripción:** Llamados "escarabajos de agua de madriguera", los adultos son pequeños a medianos (5-15 mm de largo). Tienen una placa metaesternal plana en forma de V y una apófisis prosternal truncada, en lugar de forma de lanza o redondeada, cuerpo compacto, alargado y aplanado. Las larvas, que son poco conocidas, miden entre 1 y 5 mm. Cuerpo compacto. Tienen piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de detritos acuáticos, pequeños invertebrados y otra materia orgánica. El tórax se compone de tres segmentos distintos, cada uno con un par de patas cortas segmentadas adaptadas para gatear y nadar en el agua, tienen urogomphi cortos y segmentos corporales telescópicos. En el extremo posterior del abdomen, las larvas de *Hydrocanthus* suelen tener dos filamentos de cola largos en forma de hilos. Estos filamentos se utilizan para la locomoción en el agua y para el anclaje en el sustrato, ya que son organismos que necesitan respirar aire y necesitan acceder a la superficie del agua para obtener oxígeno. Utilizan los filamentos de su cola para crear un pequeño canal de aire mientras permanecen sumergidos. Tienen ciclos de vida son probablemente de un año.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Dytiscidae



## Laccophilus

**Descripción:** Los "escarabajos buceadores depredadores" en estado adulto miden de 2 a 40 mm de longitud, pero puede variar entre especies, se caracterizan por su apariencia ovada, esternón y dorso redondeados, y por un proceso prosternal generalmente en forma de lanza que se proyecta hacia la mesocoxa, puede variar de color, pero a menudo son marrón oscuro o negro. Algunas especies pueden tener patrones moteados o marcas de color marrón rojizo. La cabeza es distinta y relativamente pequeña en comparación con el resto del cuerpo. Tienen ojos grandes y compuestos que proporcionan una buena visión tanto por encima como por debajo de la superficie del agua. Tienen antenas relativamente cortas y un par de alas anteriores endurecidas llamadas élitros que cubren y protegen sus delicadas alas de vuelo. Estos élitros tienen finas estriaciones o surcos. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar equipadas con finas setas y bordeadas de pelos, que mejoran sus habilidades de natación.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Chironomidae

## Larsia sp

**Descripción:** Antena retractil dentro de la capsula cefalica. Cabeza oval, alargada. Dorsomenton sin hilera de dientes en placas dorsometales. Color del cuerpo caracteristico con los segmentos abdominales angostos sin setas nadadoras y toracicos claros, y con la capsula cefalica generalmente amarilla o sin color. Una mancha ocular unica. Procercos anales 4 veces mas largos que anchos. Los parapodos posteriores tienen unas del mismo color, seta supraanal y tubulos anales tan largos como los parapodos posteriores. Mandibula con diente basal no dirigido hacia adelante.

**GFA:** Colector - Filtrador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala

## Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Muscidae

## Limnophora

**Descripción:** Larvas relativamente pequeñas, y normalmente varían desde unos pocos milímetros hasta alrededor de 1 centímetro de longitud, según la especie y el estadio (etapa larvaria), cuerpo algo alargado y cilíndrico, relativamente blando. La coloración puede variar, pero a menudo es pálida a translúcida, a veces con marcas o pigmentación más oscuras. Pueden aparecer ligeramente segmentados debido a variaciones de color. La cabeza contiene las piezas bucales que usan para alimentarse. Estas piezas bucales suelen incluir pequeñas mandíbulas para procesar alimentos. El cuerpo se divide en tres segmentos principales: cabeza, tórax y abdomen. El tórax y el abdomen suelen aparecer como una estructura continua y segmentada. El último segmento abdominal tiene cuatro apéndices o "patas" divergentes. Los apéndices están dirigidos hacia adelante o hacia afuera, rígidos y apenas móviles. Estas patas ayudan en la locomoción, pero no son patas verdaderas.

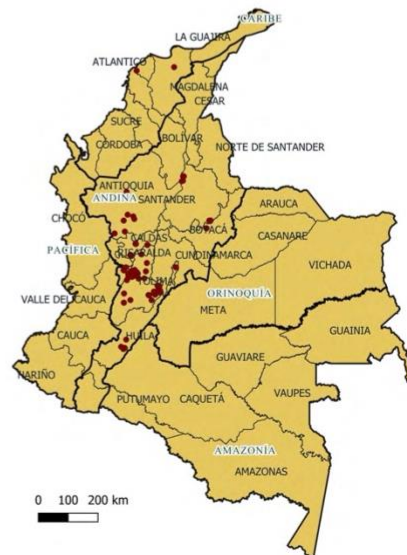
**GFA:** Depredador

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diplostraca**Familia:** Lynceidae

## Lynceus

**Descripción:** Los individuos adultos miden entre 0,2 y 1 milímetro de largo, cuerpo ovalado aplanado de lado a lado. Su coloración puede variar entre especies y poblaciones, pero a menudo incluye tonos translúcidos o semitransparentes con tonos marrón pálido o verdosos. Tienen una cabeza distinta con grandes ojos compuestos, que son relativamente prominentes en comparación con el tamaño de su cuerpo. Estos ojos les proporcionan una buena percepción visual en su medio acuático. Poseen múltiples pares de apéndices conocidos como extremidades torácicas, que están adaptados para nadar y alimentarse por filtración. Estas extremidades suelen tener setas (pelos finos) que se utilizan para capturar pequeñas partículas de comida, el primer par de extremidades torácicas, llamados antenas, se modifican en apéndices de natación especializados. Se utilizan para la locomoción y para crear corrientes de agua para la alimentación por filtración.

**GFA:** Detritivoro

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Chironomidae

## *Monopelopia sp*

**Descripción:** Las larvas de *Monopelopia* varían en tamaño, pero suelen ser pequeñas, su cuerpo carece de segmentación distinta y parecen algo parecidos a gusanos, se divide en cabeza, tórax y abdomen. Estos segmentos no están tan bien definidos. Tienen patas carnosas no segmentadas en el abdomen. Dientes mandibulares internos están bien desarrollados. Los 2/3 apicales del segmento antenal basal son oscuros y las setas cefálicas ventrales se alinean. Tienen estructuras especializadas llamadas branquias traqueales posteriores, que a menudo tienen forma de mechón y están ubicadas en el extremo posterior del abdomen. Estas branquias les permiten extraer oxígeno del agua.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



**Orden:** Hemiptera**Familia:** Pleidae

## *Neoplea sp*

**Descripción:** Género del viejo mundo. Los adultos generalmente menos de 3,5 milímetros de longitud. La coloración de los adultos de *Neoplea* puede variar, pero suele ser marrón o negra. Tienen ojos compuestos grandes y prominentes y antenas relativamente cortas, poseen dos pares de alas. Las alas anteriores son coriáceas y protegen las delicadas alas traseras. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar, tienen dos tarsos en cada pata metatorácica y tres tarsos en todas las demás patas, característica que las distingue de otros géneros de Pleidae.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala.

### **Distribución:**



**Orden:** Diptera**Familia:** Stratiomyidae

## *Odontomya* sp

**Descripción:** Las larvas varían en tamaño, pero generalmente son alargadas y pueden variar desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros de largo. Cuerpo segmentado y plano, se reconocen fácilmente por su cabeza truncada, en su mayor parte visible. La cabeza tiene piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse de materia orgánica y material vegetal en descomposición. Abdomen con segmentos definidos y el tórax a menudo presenta patas prolongadas distintas que se utilizan para la locomoción. Respiran a través de espiráculos, pequeñas aberturas ubicadas a los lados de los segmentos de su cuerpo. Estos espiráculos permiten el intercambio de gases con el aire circundante. Las larvas cuelgan suspendidas en la película superficial por los pelos hidrofuga que rodean el disco espiracular y usan sus palpos para moverse.

**GFA:** Colector-Recolector

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala.

### Distribución:



**Orden:** Hemiptera**Familia:** Pleidae

## *Paraplelea sp*

**Descripción:** Género del nuevo mundo. Los adultos generalmente menos de 3,5 milímetros de longitud. Tienen ojos compuestos grandes y prominentes y antenas relativamente cortas, poseen dos pares de alas. Las alas anteriores son coriáceas y protegen las delicadas alas traseras. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar, se diferencian por tener dos tarsos en cada una de sus patas protorácicas y mesotorácicas y tres tarsos en sus patas metatorácicas.

### **Distribución:**



**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala, Cruce.

**Orden:** Hemiptera

**Familia:** Naucoridae



## *Pelocoris* sp

**Descripción:** Los adultos de *Pelocoris* son insectos acuáticos de tamaño relativamente pequeño a mediano, que generalmente miden entre 5 y 10 milímetros de largo, cuerpo con forma alargada y algo aplanada. Algunas de sus especies tienen hasta cuatro millones de pequeños pelos hidrofóbicos por mm cuadrado que ayudan a mantener una burbuja de aire (plastrón) contra los espiráculos ventrales mientras está bajo el agua, a veces también abanicar este plastrón con sus patas traseras, para aumentar la corriente que se mueve a través de él, y así aumentar la difusión de oxígeno del agua. Tienen seis patas bien desarrolladas que están adaptadas para nadar. Sus patas están equipadas con finas setas (pelos).

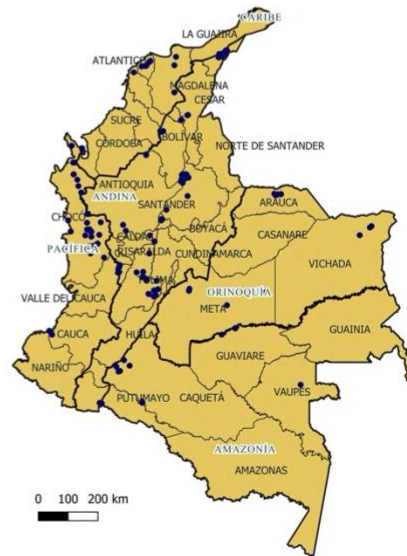
**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Basommatophora    **Familia:** Physidae



## *Physella* sp

**Descripción:** Concha enrollada hacia la izquierda (levogira), ovoide a fusiforme, fusiforme de pared delgada, generalmente lisa y brillante, de aspecto vitreo, espira generalmente alta y conica con apice agudo. Abertura usualmente angosta pero puede ser amplia con labio expandido. Género bastante controversial no solo por su origen geográfico problemático sino también por su variabilidad y taxonomía confusa.

### **Distribución:**



**GFA:** Colector - Filtrador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala.

**Orden:** Odonata**Familia:** Protoneuridae

## *Protoneura sp*

**Descripción:** Las larvas pequeñas con longitudes menores a 10 mm, forma corporal alargada y esbelta, aerodinámicas para una natación eficiente. La coloración puede variar pero a menudo incluye tonos de marrón, verde o una combinación de estos colores. Pueden tener patrones o marcas moteados. La cabeza de las larvas de *Protoneura* es distinta del resto del cuerpo y tiene grandes ojos compuestos, antenas cortas y piezas bucales masticadoras adaptadas para alimentarse. Cabeza, tórax y abdomen bien definidos. Antenas de 7 segmentos, un par de setas prementales y de tres a cuatro setas palpales. Palpo labial con cinco setas, tibias con dos o tres bandas transversales oscuras, su fémur posterior cuando está plegado alcanza o sobrepasa el margen anterior del segmento abdominal uno.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



**Orden:** Coleoptera**Familia:** Lampyridae

## *Pyractomena* sp

**Descripción:** Las larvas de cuerpo elongado, fusiforme, ligeramente aplanado dorsoventralmente. Cutícula brillante en las áreas esclerotizadas. Color desde café claro a oscuro. Miden entre 17 y 22 mm. Cabeza dos veces más larga que ancha. Antena de 3 segmentos. Maxila elongada unida al labium formando una sola estructura conectada a la cabeza. Torax dividido en tres segmentos, Protorax subtriangular más ancho en la base con la cabeza retirable cuando la larva está en reposo, mesotorax y metatorax. Piernas con 5 segmentos, coxa larga y cilíndrica. Abdomen de 10 segmentos, 1-8 similares en forma, haciéndose angostos hacia el final, segmento 9 más pequeño y cuadrado y el 10 rodeando la región anal. El abdomen de las larvas de *Pyractomena* a menudo tiene estructuras especializadas llamadas "linternas", que son órganos bioluminiscentes. Estas linternas son utilizadas por las larvas de luciérnaga para producir luz.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Buceador - Nadador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala.

### **Distribución:**



**Orden:** Odonata

**Familia:** Libellulidae



## *Sympetrum* sp

**Descripción:** Las larvas generalmente son relativamente pequeñas en comparación con los adultos, con longitudes que varían desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros. Libelúlidos de color amarillo o castaño en las hembras y machos inmaduros, mientras que son rojos los machos maduros. Abdomen con estructuras especializadas, conocidas como branquias o laminillas, que se utilizan para la respiración. Estas branquias son esenciales para extraer oxígeno del agua. Constituye un grupo de especies de similar morfología. Hasta la introducción de la sistemática molecular el género había sido bastante controversial gracias a criterios morfológicos en su genitalia.

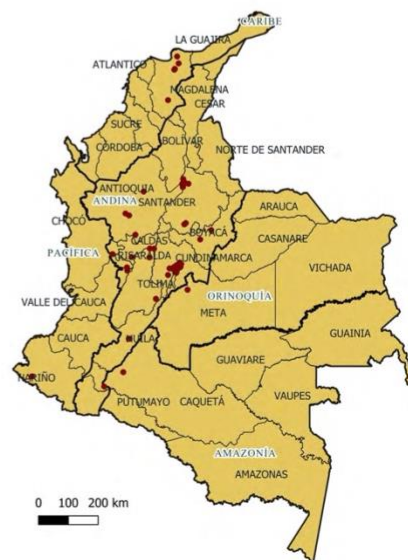
**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala.

### Distribución:



**Orden:** Diptera**Familia:** Tabanidae

## Tabanus sp

**Descripción:** Las larvas relativamente grandes en comparación con muchas otras larvas de mosca y, por lo general, miden varios centímetros de largo cuando están completamente desarrolladas, típicamente de color blanco o crema, con una apariencia algo translúcida. Carecen de patrones o marcas distintas. Tienen una forma corporal alargada y algo cilíndrica, fusiformes y en ellas se pueden diferenciar tres segmentos torácicos y ocho abdominales, el último con un sifón respiratorio. Los segmentos torácicos carecen de prolongaciones (pseudópodos). Los segmentos abdominales presentan pseudópodos dorsales, laterales y ventrales. El segmento anal carece de pseudópodos y presenta en su extremo posterior el sifón retráctil (a veces con una espina). En su parte dorsal aparece una pequeña ampolla que puede verse por transparencia, es el órgano de Graber. Esta estructura sirve para identificar las larvas de los tábanos ya que aparentemente sólo se encuentra en esta familia de dípteros.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Excavador

**Estación donde se encontró:**

Sandovala, Cruce.

### Distribución:



**Orden:** Odonata**Familia:** Libellulidae*Tramea sp*

**Descripción:** Las larvas relativamente grandes con longitudes entre 24-27 mm, coloración de las larvas incluye tonos de marrones. La cabeza de las larvas de *Tramea* es distinta del resto del cuerpo y tiene grandes ojos compuestos, antenas cortas y piezas bucales masticadoras adaptadas para depredar. El abdomen carece de ganchos abdominales, posee setas palpales.

**Distribución:****GFA:** Depredador**Habito:** Reptador - Trepador**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

**Orden:** Coleoptera**Familia:** Hydrophilidae

## *Tropisternus sp*

**Descripción:** Los adultos varían en tamaño, pero generalmente son escarabajos de tamaño pequeño a mediano, que generalmente miden entre 4 y 10 milímetros de largo, nunca más de 20 mm. Tienen alas anteriores endurecidas llamadas élitros con un aspecto liso y brillante. Las antenas son relativamente cortas y tienen forma de maza en las puntas. Tienen ventritos abdominales completamente pubescentes. Escleritos mesonotal y metanotal reducidos. Márgenes posteriores muy estrechos, casi pendunculados. Apéndice de la ligula no bifida, branquias abdominales del segmento 9 muy largas, conspicuas, clipeo con varios dientes irregulares.

**GFA:** Depredador

**Habito:** Reptador - Trepador

**Estación donde se encontró:**

Portugala, Sandovala, Cruce.

### **Distribución:**



### ***Agradecimientos***

***A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Biología, por ser brindarme las herramientas y espacios para tener una excelente formación académica.***

***A la profesora Maria Isabel Criales Hernandez por el conocimiento compartido, los consejos y apoyo, la confianza y paciencia conmigo para la realización de este proyecto; al laboratorio de Hidrobiología por las instalaciones y equipos brindados para el desarrollo de mi estudio, a la profesora Marisol Beltran Gutierrez por su acompañamiento inicial al proyecto y su entusiasmo constante, a Diana Lobo por el tiempo dedicado a resolver todas mis dudas en campo.***

***A mis padres su apoyo, espero se sientan orgullosos.***

***A Dani y Lau, por estos diez años de amistad inquebrantable, los viajes, las risas, las palabras de aliento en momentos difíciles y sobre todo por la lealtad, gracias por hacer parte de mi vida.***

