

El Mundo Oculto de los Habitantes Acuáticos

del Campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

Miguel Ángel Cortés-Hernández, Karen Lineke Álvarez-Álvarez y Jesús Manuel Vásquez-Ramos

Editorial Unillanos



Aerónica

El Mundo Oculto de los Habitantes Acuáticos

del Campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

El mundo oculto de los habitantes acuáticos del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos / Miguel Ángel Cortés Hernández, Karen Lineke Álvarez Álvarez, Jesús Manuel Vásquez Ramos, Erika Juliana Benito Gonzales, Ángela Natalia Torres Huertas, Jonathan Eduardo Zea Ladino, Manuel Mauricio Peñuela Díaz y Hernando Ramírez Gil. -Villavicencio: Editorial Universidad de los Llanos, 2024

226 páginas, ilustraciones, tablas y mapas a color

Incluye: Bibliografía

ISBN 978-628-7717-06-0 ISBN Digital: 978-628-7717-07-7

Biodiversidad 2. Biodiversidad acuática - Villavicencio (Colombia) 3. Biodiversidad de agua dulce - Villavicencio (Colombia)
4. Ecología acuática - Villavicencio (Colombia) 6. Fauna de suelos - Villavicencio (Colombia) 7. Animales acuáticos

CDD 577.6 ed. 23

Catalogación en la publicación - Sistema de bibliotecas de la Universidad de los Llanos

© Universidad de los Llanos

ISBN 978-628-7717-06-0

ISBN Digital: 978-628-7717-07-7

Miguel Ángel Cortés-Hernández,  <https://orcid.org/0000-0002-0219-4684>

Karen Lineke Álvarez-Álvarez,  <https://orcid.org/0000-0001-9911-5403>

Jesús Manuel Vásquez-Ramos,  <https://orcid.org/0000-0003-1465-9407>

Coordinación editorial: Ana María Lombana Gracia

Ilustraciones de portada e internas: Karen Lineke Álvarez Álvarez.

Diseño de cubierta y diagramación: Mario Calderón

Corrección de estilo: Metabiblioteca S.A.S.

Editorial Unillanos

Calle 37 No. 41-02, Barrio Barzal
+57 (608) 6611623 Opc. 2 Ext.212
editorialunillanos@unillanos.edu.co
<https://editorial.unillanos.edu.co>

Impresión

La Guía Impresiones JyM S.A.S
Carrera 33 No. 37-24 Centro
Celular: 320 814 5894 - 320 814 5894
Villavicencio - Meta

Descargo de responsabilidad: la información contenida en este libro es producto del autor y por consiguiente no compromete la posición de la Universidad de los Llanos. Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio, formato o propósito, sin la autorización escrita de la Editorial Unillanos.

El Mundo Oculto de los Habitantes Acuáticos del Campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

Compiladores

Miguel Ángel Cortés-Hernández, Karen Lineke Álvarez-Álvarez y Jesús Manuel Vásquez-Ramos

Coautores

Miguel Ángel Cortés-Hernández, Karen Lineke Álvarez-Álvarez, Jesús Manuel Vásquez-Ramos,
Erika Juliana Benito-Gonzales, Angela Natalia Torres-Huertas, Jonathan Eduardo Zea-Ladino,
Manuel Mauricio Peñuela-Díaz y Hernando Ramírez-Gil

Contenido

– Prólogo	_____	08
– Presentación	_____	11
– Introducción	_____	13
– Metodología	_____	17
– Área de estudio	_____	17
– Fase de campo	_____	20
– Microalgas	_____	20
– Macroinvertebrados acuáticos	_____	21
– Odonatos adultos	_____	22
– Peces	_____	24
– Iconografía	_____	25
– Microalgas	_____	25
– Macroinvertebrados acuáticos	_____	27
– Odonatos adultos	_____	28
– Peces	_____	29

– Cómo utilizar este libro	_____	30
– Resultados	_____	31
– Capítulo 1. Microalgas	_____	31
– Capítulo 2. Macroinvertebrados acuáticos	_____	65
– Capítulo 3. Odonatos adultos	_____	95
– Capítulo 4. Peces	_____	129
– Glosario	_____	159
– Referencias	_____	167

Prólogo —

Es un honor prologar este trabajo realizado por un equipo de profesores y estudiantes del Programa de Biología de la Universidad de los Llanos, programa que ha alcanzado la Acreditación de Alta Calidad, un reconocimiento muy merecido. Este libro se destaca por su espíritu investigativo, su compromiso con la generación de nuevo conocimiento aprovechando el entorno del campus universitario como área de estudio y su plena conciencia sobre la relevancia de comprender la biodiversidad para gestionar su conservación de manera efectiva.

El esfuerzo del equipo no solo se centró en explorar la biodiversidad acuática del campus Barcelona, sino también en comunicar sus hallazgos a la comunidad de una manera clara y visual mediante esta obra, que presenta una metodología comprensible y pertinente para cada grupo de interés. Por lo anterior, esta publicación se convierte en una herramienta valiosa para la comunidad al permitir que todos puedan familiarizarse con las especies que habitan en los ecosistemas del campus y que constituyen parte

del patrimonio natural regional. Este trabajo abarca una amplia variedad de organismos que habitan en los ecosistemas acuáticos estudiados. Además de la taxonomía, se abordan aspectos generales que permiten al lector adentrarse en este fascinante mundo biológico.

Por otro lado, las fotografías e ilustraciones incluidas en este trabajo representan un recurso visual invaluable que facilita el reconocimiento e identificación de las especies documentadas, además de comunicar eficazmente el espíritu de la investigación a propios y extraños. Esto es particularmente relevante para aquellos que pueden estar familiarizados con la presencia de estas especies en su entorno, pero desconocen aspectos importantes de su biología y ecología. Al proporcionar esta información visual, se fomenta un mayor interés en el conocimiento, y la conservación de estos ecosistemas, así como la importancia del hábitat preservado en el campus Barcelona, incluso para aquellos que no son biólogos de formación.

El primer capítulo nos introduce al mundo microscópico de las microalgas, donde se reportan 25 géneros distribuidos en los diversos ambientes acuáticos del área de estudio, tanto naturales como artificiales. El segundo capítulo se centra en los macroinvertebrados, organismos perceptibles a simple vista, con la identificación de 20 familias en los humedales del

campus. El siguiente capítulo está dedicado a los odonatos adultos o también conocidos como libélulas o caballitos del diablo, con un registro de 23 especies, cuyas etapas larvales fueron estudiadas en el capítulo anterior; las fotografías capturan la sorprendente diversidad de colores y formas de este grupo. Finalmente, se aborda la diversidad de peces con 10 especies en un sistema temporal, como es el canal artificial que recorre el campus, destacando la importancia de los pulsos de inundación durante la temporada de lluvias, que facilitan la conexión entre cuerpos de agua naturales y artificiales, permitiendo la colonización de peces en estos espacios temporales.

Es gratificante contar con una nueva generación de biólogos comprometidos y sensibles hacia el conocimiento y la conservación de nuestro patrimonio natural, que es nuestra biodiversidad. Mis felicitaciones a los autores por esta contribución significativa.

Rosa Elena Ajialo Martínez

Presidenta de la Asociación Colombiana de Ictiólogos

2023-2024.

Presentación –

Los ecosistemas acuáticos abarcan desde cuerpos de agua dulce como lagos, ríos, arroyos, lagunas y humedales, también ambientes marinos como océanos, mares, estuarios y arrecifes de coral; estos ambientes se caracterizan por su alta productividad biológica y funcionan como refugio para una amplia gama de organismos. Entre estos se encuentran las algas, larvas de insectos, crustáceos, moluscos, peces, anfibios, reptiles y mamíferos acuáticos; además, se pueden asociar algunas especies de aves y mamíferos terrestres que utilizan estos hábitats para la alimentación, reproducción y cría.

De la amplia diversidad que se puede encontrar en los ecosistemas acuáticos, este libro se centra únicamente en los grupos que pasan la mayor parte o la totalidad de su vida en el agua. Es por esto que se ha reunido información relevante sobre la biota acuática del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, como producto de un trabajo interdisciplinario entre egresados del programa de Biología y docentes, que resumen la información de inventarios rápidos, en cuatro capítulos descritos de forma

sencilla y rigurosa. Estos abarcan: microalgas, macroinvertebrados acuáticos, odonatos adultos y peces, que van acompañados de fotografías, ilustraciones inéditas e información científica, que resaltan la belleza de estos organismos, comunicando adecuadamente a propios y extraños el espíritu de investigación y la importancia del campus Barcelona como un reservorio de diversidad.

Esperamos que este libro sea motivo de orgullo Unillanista y que inspire un sentido de apropiación y pertenencia en la comunidad en general. Igualmente, esperamos que permita a futuro la realización de estudios a profundidad sobre los organismos incluidos en este documento y generar un sentido de responsabilidad referente a la conservación de los cuerpos de agua presentes en el campus universitario de la sede Barcelona de la Universidad de los Llanos.

Introducción —

La Orinoquia es reconocida por la gran variedad de ecosistemas naturales, la biodiversidad que alberga y por contener la mayoría de los humedales del mundo, por lo cual es considerada como un área estratégica para la humanidad (Castro-Lima et al., 2016; Bustamante, 2019). Sin embargo, la Orinoquia colombiana, especialmente la región de piedemonte, ha sufrido una gran transformación en las últimas décadas, producto de la ampliación de la frontera agropecuaria, el desarrollo de la infraestructura vial y la explotación petrolera (Correa-Ayram et al., 2020), que pueden generar reducción en la biodiversidad, así como la extinción local de algunas especies. Por tal motivo, surge la necesidad de que se lleven a cabo estudios que permitan identificar problemáticas ambientales. Para ello se utilizan grupos biológicos, denominados bioindicadores, que junto al monitoreo continuo de la calidad de los cuerpos de agua y las alteraciones permitan detectar y manejar malas prácticas a nivel local o regional; entre estos grupos bioindicadores se encuentran las algas microscópicas, los macroinvertebrados acuáticos en estado ninfal o adulto y los peces.

El departamento del Meta posee un potencial hidrobiológico relevante frente a otros departamentos de Colombia; sin embargo, es poco lo que se conoce y los esfuerzos por entender la diversidad que alberga han sido escasos. Algunos estudios relacionados con las microalgas (fitoperifiton o fitoplancton) se enfocan en la evaluación y composición de las comunidades (Lozada & Guillot, 1992; Camacho & Duque, 1998; Marciales-Caro et al., 2012; Duque et al., 2013), en la caracterización de dieta de especies de peces que se alimentan de perifiton (Galvis et al., 1989; Sánchez et al., 2003), en la identificación de impactos o detección de pesticidas en algas perifíticas (Donato, 1987; Vera-Parra et al., 2011), o en algunos aspectos taxonómicos relacionados con la distribución de las especies (Sala et al., 2015).

Los macroinvertebrados acuáticos son tal vez el grupo biológico más estudiado en el país (Moreno-Rodríguez et al., 2017), por lo que se han realizado algunos estudios particulares en el departamento del Meta sobre la taxonomía (p. ej. Rubiano, 1994; Arévalo & Gómez 1995; Zuñiga et al., 2004; Zuñiga et al., 2014; González-Córdoba et al., 2015; Zuñiga & Torres, 2015; Moreno-Rodríguez et al., 2017; Salinas-Jiménez et al., 2017;

Salinas-Jiménez et al., 2019; Valderrama Gómez et al., 2023), ecología (Medina, 1996; Camacho & Camacho, 2010; Moreno 2015; Aguilera-Giraldo & Vásquez-Ramos, 2019; Rojas-Peña et al., 2021; Hernández et al., 2023; Romero-Lizcano et al., 2023) y algunos aspectos de bioindicación. (Caro-Caro et al. 2011a,b; Dueñas, 2019)

Directamente relacionados con este último se encuentran los odonatos, un grupo de insectos que pertenecen al orden Odonata, los cuales son comúnmente conocidos como libélulas o caballitos del diablo, caracterizados porque en su etapa adulta desarrollan estructuras alares que les permite colonizar hábitats terrestres circundantes a cuerpos de agua. Estas especies son fácilmente visibles por su tamaño y sus colores llamativos, por lo que son utilizados como organismo modelo de bioindicación de alteraciones ambientales en ecosistemas terrestres. La región de la Orinoquia se caracteriza por presentar una alta diversidad de odonatos. Se encuentran estudios principalmente en el departamento del Meta (Amaya-Perilla & Palacino-Rodríguez et al., 2012; Rache et al., 2013; Bota-Sierra, 2014; Rodríguez, 2015), en el que incluso existen guías de campo que permiten tener un conocimiento específico

de la diversidad de este orden en estado adulto (Palacino-Rodríguez et al., 2017); a pesar de ser un departamento ampliamente estudiado, hoy en día se siguen encontrando nuevos registros no solo para el departamento, sino también para el país (Álvarez-Álvarez et al., 2022a, b; Cano-Cabos et al., 2023), lo que lo convierte en un centro de interés potencial sobre odonatofauna.

En cuanto a los peces, para la cuenca del río Meta se estima una riqueza aproximada de 577 especies, que representan el 34.1 % de todas las especies registradas en el país (Usma-Oviedo et al., 2016; DoNascimento et al., 2023), donde se destacan algunos trabajos relacionados con listados taxonómicos para algunos ríos del departamento del Meta (Sánchez et al., 1999; Ramírez et al., 2011; Usma-Oviedo et al., 2016; Ramírez et al., 2023; Cortés-Hernández et al., 2023) o sobre la priorización de subcuencas para la conservación de los peces de agua dulce (Zamudio & Maldonado-Ocampo, 2021).

El campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, ubicado en el km 12 vía Puerto López, en la vereda Barcelona del municipio de Villavicencio (departamento del Meta) no es ni ha sido ajeno a las problemáticas ambientales de la región; sin embargo, desde su creación

en 1974, ha experimentado una serie de procesos de sucesión vegetal y reforestación con especies de flora nativa y exótica, cuya composición vegetal es la que encontramos en la actualidad (Suárez, L. y Quiñonez, L., comunicación personal, 15 de diciembre, 2021). En este sentido, el campus Barcelona se ha convertido en un museo viviente, compuesto por fragmentos de vegetación arbórea (p. ej. *Ochroma*, *Piptadenia*, *Cecropia*) y arbustiva, que dan estructura a un bosque secundario que rodea los canales de drenaje de aguas lluvias. También hay presencia de vegetación herbácea, arbustiva (*Lantana*, *Solanum*, etc.) y arbórea individualizada (Sapindaceae, Rubiaceae, Myristicaceae, Melastomataceae) que rodean las edificaciones académico – administrativas y los estanques piscícolas del Instituto de Acuicultura y Pesca de la Universidad de los Llanos (IALL). Esta asociación entre los cuerpos de agua artificiales (canal y estanques) y los fragmentos de vegetación boscosa, favorece el establecimiento de muchas especies de diferentes grupos biológicos. Hasta el momento, para el campus Barcelona se han registrado aproximadamente 61 especies de libélulas (Álvarez-Álvarez et al., 2023), 210 especies de aves (Avendaño et al., 2018) y 18 especies de mamíferos no voladores (Alfonso & Sánchez, 2019),

convirtiéndose en un referente importante de diversidad faunística y en uno de los campus universitarios más biodiversos del país.

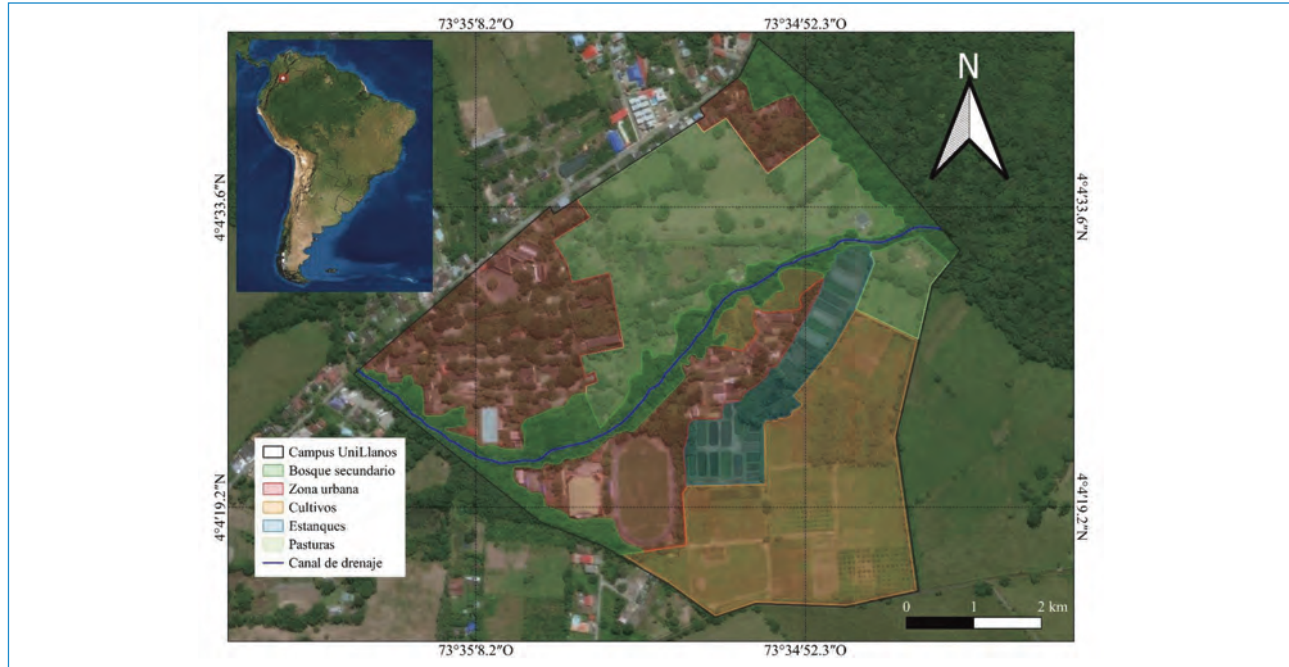
Este documento tiene como objetivo mostrar la diversidad de organismos acuáticos presentes en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, y así reducir la brecha de conocimiento sobre la biodiversidad en la comunidad académica, local y regional, a partir de herramientas que sirvan de insumo para la toma de decisiones en lo que respecta a la conservación de la diversidad acuática. Por ende, el presente libro recoge los resultados de la evaluación rápida de cuatro grupos biológicos, los cuales se encuentran organizados en capítulos (microalgas, macroinvertebrados acuáticos, odonatos adultos y peces), representados a través de una colección de fotografías e ilustraciones inéditas, meticulosamente elaboradas para ofrecer una inmersión profunda en la biodiversidad del campus universitario. La guía está orientada principalmente a estudiantes, docentes, administrativos y población veredal asociada al campus Barcelona, por lo que esperamos que este trabajo motive la valoración de la diversidad biológica y, a nivel institucional, propicie estrategias y acciones de conservación y manejo.

Metodología –

– Área de estudio

El campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, se encuentra ubicado en la zona de piedemonte de la cordillera oriental del departamento del Meta, específicamente en el kilómetro 12 de la vía que conduce a Puerto López, en la vereda Barcelona del municipio de Villavicencio (4.07672 N; -73.58234 W, 418 m.s.n.m.). Esta zona se caracteriza por presentar un periodo climático unimodal, con una estación lluviosa que comprende los meses de abril a noviembre y una estación seca de diciembre a marzo (Minorta-Cely & Rangel-Ch, 2014). La precipitación media anual es de 2.600 mm, con temperaturas de 26 °C y una humedad relativa del 65 % (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2022). El campus universitario ocupa un perímetro aproximado de 42 ha, cuyos límites colindan al noroccidente con el área urbana de la vereda Barcelona, al nororiente con la base aérea “CT. Luis Francisco Gómez Niño”, y al suroccidente con los predios ganaderos (Figura 1).

Figura 1. Ubicación y uso del suelo del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos.



Fuente: Mapa elaborado por Miguel A. Cortés en el programa QGIS 3.6.

Adicionalmente, el campus Barcelona se caracteriza por presentar diferentes usos de suelo, que van desde: (a) áreas urbanas, compuestas de edificios y aulas, rodeadas de especies arbóreas, como *Poeppigia* sp., *Erythrina* sp., *Bauhinia* sp., *Swietenia* sp., *Ceiba* sp. y *Ficus* sp.; (b) zonas de cultivos, principalmente de maíz, cacao, plátano, maracuyá, mandarina, naranja y guanábana; (c) zonas de pastoreo: áreas compuestas por pastos y cercas de árboles, (d) canales de drenaje y bosque secundario, con un área de aproximadamente 4.4 ha (Álvarez-Álvarez et al., 2023) (Figura 2a y b); y (e) área de estanques artificiales, utilizados para la acuicultura (Figura 2c). El canal de drenaje se caracteriza por ser una corriente intermitente, con una longitud aproximada de 1.0 km, con un ancho de 4–7 m y una profundidad cercana a los 0.5–1.0 m; el sustrato se compone de arena y grava gruesa. El agua se caracteriza por tener un pH promedio de 6.38, una temperatura de 25.4 °C, una conductividad de 12 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 6.44 ppm de oxígeno disuelto. El canal se destaca por presentar un pulso de inundación notable en la temporada de lluvias (abril a agosto), cuyas aguas generan una conexión parcial entre el río Quenane, que nace en la base aérea “CT. Luis Francisco Gómez Niño”, permitiendo un flujo de las aguas lluvias y un recambio de la biota acuática.

Figura 2. Canal de drenaje en periodo de lluvia (a) y sequía (b), estanques de piscicultura (c).



Fuente: fotografías tomadas por Karen L. Álvarez, Erika J. Benito y Angela N. Torres.

– Fase de campo

Microalgas –

Se recolectaron microalgas a partir de sustratos naturales (fitoperifiton) y de la superficie del agua (fitoplancton). Para la recolección de fitoperifiton se seleccionaron sustratos como rocas, hojas, troncos y raíces de macrófitas al azar (Medina et al, 2013; Samanez et al, 2014), a las cuales se le realizaron raspados sobre la superficie, con ayuda de un cepillo de cerdas delgadas (De la parra et al., 2017), en un cuadrante de acetato de 4 cm² (Figura 3); posteriormente, las cerdas fueron lavadas con agua destilada y el líquido se almacenó en un recipiente plástico ámbar de 50 ml, siguiendo la metodología propuesta por Samanez et al. (2014), American Public Health Association, American WaterWorks Association y Water Pollution Control Federation (1998) y Ramírez (2000).

Figura 3. Toma de muestra de algas fitoperifíticas mediante raspado de superficies.



Fuente: fotografía tomada por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Para la recolección de fitoplancton se seleccionaron zonas del canal de drenaje y estanques de acuicultura donde el agua presentaba una superficie con apariencia verdosa; las muestras se tomaron directamente en un recipiente de plástico ámbar de 50 ml, hasta el 90 % de su capacidad de volumen, de acuerdo con Samanez et al. (2014) (Figura 4). Posteriormente las microalgas

se llevaron al Laboratorio de Biología de la Universidad de los Llanos para el registro fotográfico en vivo, con el apoyo de un microscopio Zeiss LED Primo Star HAL. Para las determinaciones taxonómicas, se emplearon libros, claves y descripciones de algas de agua dulce (p.ej. Streble & Krauter, 1987; Núñez-Avellaneda, 2008; Vidal & Pérez, 2009; Vidal et al., 2009; Guamán & González, 2016), y con el fin de corroborar el estatus taxonómico de las algas se empleó la base de datos Algaebase (Guiry & Guiry, 2023).

Figura 4. Toma de muestras de agua superficial para el estudio de las algas planctónicas.



Fuente: fotografía tomada por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Macroinvertebrados acuáticos –

Para la captura de los macroinvertebrados acuáticos, se realizaron monitoreos en dos tramos a lo largo del canal de drenaje, donde se empleó la red de patada a contracorriente. El muestreo empezó desde la parte más baja hacia la más alta a lo largo del canal, sumergiendo la red parcialmente dentro de la corriente de agua y se removieron los sustratos (piedras, hojarasca, arena y plantas acuáticas) durante un minuto, con el fin de atrapar los organismos por escorrentía (Roldán & Ramírez, 2008). Adicionalmente, se utilizó la red tipo D sobre las márgenes del canal, con el fin de remover y atrapar los organismos que se adosan a las raíces o vegetación emergente (Figura 5).

En los estanques del IALL se realizaron recolecciones con red D a partir de arrastres cortos de 5 segundos en las orillas, dominadas por vegetación acuática flotante, enraizada sumergida o de ribera. Una vez el

material fue recolectado, se empleó una bandeja blanca con agua, con el fin de realizar una separación de los especímenes. Por último, los ejemplares fueron almacenados en frascos y conservados en etanol al 70 %, para su posterior determinación taxonómica con claves y literatura especializada (Thorp et al., 2019). El material biológico fue depositado en la colección de macroinvertebrados acuáticos del Museo de Historia Natural Unillanos (MHNU-MA).

Figura 5. Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos mediante la red D-net y patada.



Fuente: fotografías tomadas por Jonathan E. Zea y Manuel M. Peñuela.

Odonatos adultos –

Con el fin de reconocer la odonofauna del campus Barcelona, se realizaron muestreos durante ocho meses, correspondientes a los periodos de lluvia (agosto y noviembre) y sequía (enero a marzo y diciembre) del año 2020 y 2022. Estos se llevaron a cabo en zonas con diferente uso del suelo en el campus (cultivos, pasturas, estanques artificiales, zonas urbanas y canal de drenaje) (Figura 6), en días soleados entre las 9:00 y las 15:00h, debido a que es el periodo de mayor actividad de los odonatos (Junior et al., 2015; Juen & Junior, 2011; Klein et al., 2018).

Figura 6. Muestreo de odonatos adultos mediante red entomológica.



Fuente: fotografía tomada por Jonathan E. Zea.

Los odonatos adultos fueron capturados empleando una red entomológica mediante búsqueda libre y sin restricciones; una vez capturados, se colocaron en sobres de papel glassine con las alas unidas y su

correspondiente código de campo, siguiendo lo propuesto por Amat (2007) y Tennesen (2019). Los organismos del suborden Zygoptera fueron sumergidos en acetona al 96 % durante 12 horas, y los del suborden Anisoptera entre 48 y 72 horas; una vez transcurrido este tiempo, se dejaron al aire libre para su respectivo secado (Tennesen, 2019). Cada individuo se almacenó por separado en sobres de polipropileno con su respectiva etiqueta en papel opalina. Todos los individuos fueron identificados hasta el menor nivel taxonómico posible, con la ayuda de claves taxonómicas como Hekman (2006); Garrison et al. (2006, 2010) y Förster (2001). Finalmente, los ejemplares fueron depositados en la colección de entomología del Museo de Historia Natural Unillanos (MHNU-E).

Peces –

Para obtener muestras de los peces distribuidos en el canal de drenaje del campus Barcelona, se realizaron recolecciones a nivel espacial y temporal en dos tramos durante los años 2018 y 2022. Los peces fueron capturados mediante pesca eléctrica, siguiendo la metodología propuesta por Ramírez-Gil et al. (2011) (Figura 7). Simultáneamente, se registraron algunas variables de las condiciones ambientales *in situ*, como temperatura del agua (°C), pH, oxígeno disuelto (mg/l) y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) empleando un equipo multiparamétrico Hanna.

Los peces capturados se anestesiaron y sacrificaron en una solución de aceite de clavo (Eugenol 300 mg/L), posteriormente se fijaron en formaldehído al 10 % y se conservaron en etanol (70 %). Para la identificación de los ejemplares recolectados se emplearon claves taxonómicas especializadas, descripciones originales y revisiones taxonómicas (Armbruster et al., 2018; Eigenmann, 1922; Eigenmann & Henn, 1914; Kullander et al., 2018; Netto-Ferreira, 2018; Oyakawa & Mattox, 2018;

Reis et al., 2005; Reis & Van Der Sleen, 2018; Silvergrip, 1996; Taphorn, 2003; Van de Sleen & Albert, 2018). La validación del estatus taxonómico de las especies se corroboró en el Eschmeyer's Catalog of Fishes (Fricke et al., 2023). Posteriormente, fueron depositados en la colección ictiológica del Museo de Historia Natural Unillanos (MHNU-I).

Figura 7 Muestreo de peces mediante el método de pesca eléctrica.



Fuente; fotografías tomadas por Miguel A. Cortés y Jhonatan M. Quiñones.

– Iconografía

En las fichas individuales de cada grupo biológico se suministró información relacionada con la morfología, hábitat, sustrato, condición meteorológica, alimentación y uso de los organismos. Esta información es proporcionada en forma de íconos, con el objetivo de que el lector pueda visualizar rápidamente algunos aspectos ecológicos y morfológicos de la biota acuática. Todas las iconografías fueron realizadas por Karen L. Álvarez.

Microalgas –

Bioindicador: organismos o comunidades de organismos que se utilizan para evaluar el estado y calidad de un ecosistema o la presencia de ciertos contaminantes, ya que responden a las modificaciones ambientales cambiando su apariencia o acumulando contaminantes; además, proporcionan información importante para la toma de decisiones en la gestión ambiental (Anze et al., 2007). En este caso se emplearon como bioindicadores los niveles de eutrofización según el aspecto del ecosistema debido a la cantidad de nutrientes, donde oligotrófico indica bajos nutrientes, aguas claras y con poco crecimiento de algas; Mesotrófico indica aporte de nutrientes medio, aguas claras, pero con mayor actividad fotosintética, y eutrófico indica aguas turbias verdosas, con una gran cantidad de nutrientes y actividad fotosintética (Zepeda, 2019; Guiry & Guiry, 2023; Reynolds, 1997; Pinilla, 2000; Vásquez, 2015; Guamán & González, 2016; Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022; Saros et al., 2003; Burgos, 2010).



Oligotrófico



Mesotrófico



Eutrófico

26

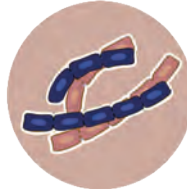
Morfología: variación en la forma de los organismos (Pérez, 1991; Toro et al., 2010). Pueden ser solitaria, colonial o filamentosa (Cox, 1999; Guiry & Guiry, 2023; Werner et al, 2015; Vallejos & Cabral, 2014; Komárek & Johansen, 2015; Guamán & González, 2016; Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).



Solitaria



Colonial



Filamentosa

Macroinvertebrados acuáticos –

Sustrato: superficie en donde se encuentran los organismos (Roldán & Ramírez, 2008; Domínguez et al., 2009; Thorp et al., 2019)



Vegetación sumergida



Sedimentos



Pedregoso



Superficie del agua

Hábitat: lugar donde un organismo vive naturalmente (Roldán & Ramírez, 2008; Domínguez et al., 2009; Thorp et al., 2019).



Sistema lótico (Canal de drenaje)



Sistema léntico (Estanques piscícolas)

Odonatos adultos –

Periodo climático: conjunto de condiciones meteorológicas que se describen a partir de variables atmosféricas como temperatura y precipitación (IDEAM, 2022); en Villavicencio se presenta un periodo climático unimodal, con una estación lluviosa y una estación seca (Minorta-Cely & Rangel-Ch, 2014).

28



Sequía



Lluvia

Peces –

Alimentación: informa sobre la clasificación trófica de las especies de acuerdo con el tipo de alimento que consumen (carnívoro, detritívoro, insectívoro, omnívoro), según lo reportado por Ramírez-Gil et al. (2011) y Taphorn (2003).



Carnívoro



Detritívoro



Insectívoro



Omnívoro

Uso: indica sobre el uso dado a la especie a nivel de la Orinoquia (especie de consumo u ornamental), según lo indicado por DoNascimento et al. (2021).



Consumo



Ornamental

Cómo utilizar este libro —

Usa esta guía como referencia visual inédita para explorar el conocimiento más reciente sobre la biota acuática del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, en la cual encontrará información relacionada con la clasificación taxonómicas, características morfológicas y sus microhábitats, tal como se describe a continuación:



Resultados

Capítulo 1. — — Microalgas

Erika Juliana Benito-González^{1,2}, Angela Natalia Torres-Huertas², Jesús Manuel Vásquez-Ramos^{2,3,4}

-
- 1 Grupo de Investigación Sistemas Dinámicos, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.
 - 2 Semillero de Investigación Jiacacu, Grupo de Investigación Evaluación, Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.
 - 3 Museo de Historia Natural Unillanos, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.
 - 4 Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana – ICAOC, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.



Las microalgas son microorganismos acuáticos que contienen pigmentos fotosintéticos como la clorofila y son capaces de realizar fotosíntesis oxigénica. Dentro de este grupo se incluyen organismos como las cianobacterias o algas verde-azules, de estructura celular procariota, y las microalgas, con estructura celular eucariota (Luna, 2007).

Estos organismos se pueden desarrollar en diferentes ambientes acuáticos y terrestres (si existe humedad) como el suelo, lagos, ríos, mares, entre otros. Dependiendo del hábitat donde se encuentren en el ecosistema, pueden hallarse comunidades como:

- Fitoperifiton: organismos fotosintéticos que viven dentro de una matriz extracelular que se adhieren o permanecen sobre un sustrato, tal como rocas, troncos, hojas, raíces, entre otros (macrófitas) (Wetzel, 1983).
- Fitoplancton: organismos fotosintéticos que viven suspendidos en la columna de agua (Vicente et al., 2005).

Las microalgas contribuyen a la producción primaria (síntesis de materia orgánica a partir de materia inorgánica) de los sistemas acuáticos, a través de la fotosíntesis, siendo muchas veces la comunidad principal en todo el ecosistema para esta función (Azim et al., 2005); además, son un componente importante a nivel ecológico para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Abalde et al., 1995). Desde el punto de vista ambiental, la composición y estructura funcionan como indicadores de la calidad del agua, además se relacionan con procesos como la afectación de los ecosistemas por contaminación, lo que hace que su estudio sea indispensable (Moreno & Aguirre, 2013).

En los cuerpos de agua presentes en el campus Barcelona se encontraron 5 divisiones, 12 órdenes, 18 familias y 25 géneros (Tabla 1). Charophyta fue la división más abundante con 8 géneros; 7 pertenecientes al orden Desmidiaceae y 5 a la familia Desmidiaceae. El género *Cosmarium* fue el más común en la mayoría de las muestras tomadas del campus. De los géneros *Euastrum*, *Tetraedron* y *Penium* se observaron individuos en reproducción.

Tabla 1. Géneros de microalgas encontrados en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

División	Orden	Familia	Género
Bacillariophyta	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
Charophyta	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>
		Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>
			<i>Euastrum</i>
			<i>Pleurotaenium</i>
			<i>Staurastrum</i>
			<i>Xanthidium</i>
	Peniaceae	<i>Penium</i>	
Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra</i>	
Chlorophyta	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium</i>
	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Tetraedron</i>
			<i>Pediastrum</i>
		Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>
			<i>Desmodesmus</i>
			Selenastraceae



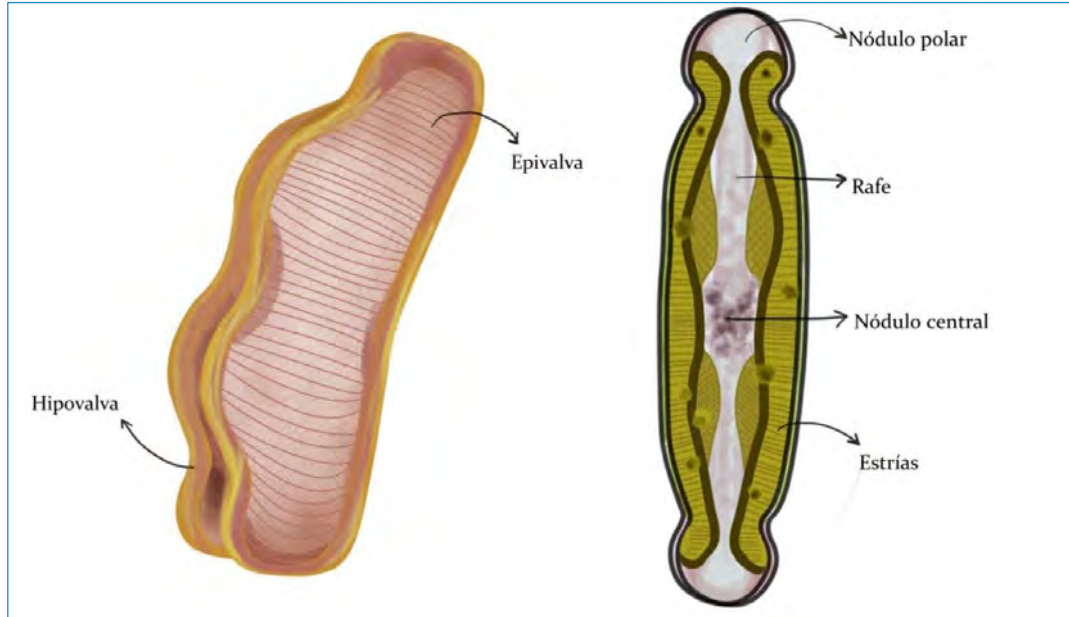
División	Orden	Familia	Género
Cyanophyta	Chlorococcales	Microcystaceae	<i>Merismopedia</i>
	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Anabaena</i>
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
	Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina</i>
Euglenophyta	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>
		Phacaceae	<i>Lepocinclis</i>
			<i>Phacus</i>

Fuente: elaboración propia de los autores de este capítulo, a partir de los datos recopilados en las salidas de campo.

División Bacillariophyta —

También conocidas como diatomeas, son organismos protistas unicelulares, las cuales en su mayoría se encuentran en forma individual, aunque también pueden formar colonias (Figura 8). Solo unas pocas son heterótrofas, siendo la mayoría autótrofas capaces de realizar fotosíntesis, por esta razón son consideradas como las principales productoras primarias y fijadoras de carbono. Son organismos cosmopolitas y unos de los más abundantes en los ambientes marinos y de agua dulce, tanto de forma planctónica como bentónica (Zepeda, 2019). Algunas especies pueden ser bioindicadoras, ya que su presencia puede significar cambios en la acidez, salinidad, estado de nutrientes y perturbación de los cuerpos de agua (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).

Figura 8. Estructura morfológica de un individuo del género *Eunotia* (izq) y *Pinnularia* (der).



Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



Orden Eunotiales – – Familia Eunotiaceae

Eunotia (Ehrenberg, 1837)



Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Descripción –

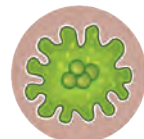
Formadas por células individuales o grupos de células de forma semilunar asimétrica con márgenes dorsales convexos y márgenes ventrales rectos o cóncavos. Las valvas isopolares que pueden tener diferentes formas y terminaciones, la cara dorsal es ondulada y algunas especies pueden presentar de 1-8 jorobas. Presentan asimetría en el eje apical. El rafe consiste en dos hendiduras cortas, no integradas en el centro del patrón primario, puede ser labiado y débilmente pronunciado, situado en la curva ventral de la valva. Las estrías uniseriadas, a lo largo de las valvas, pueden ser radiales, puntiformes o paralelas y algunas veces espaciadas uniformemente (Glushchenko & Kulikovskiy, 2017).



Oligotrófico



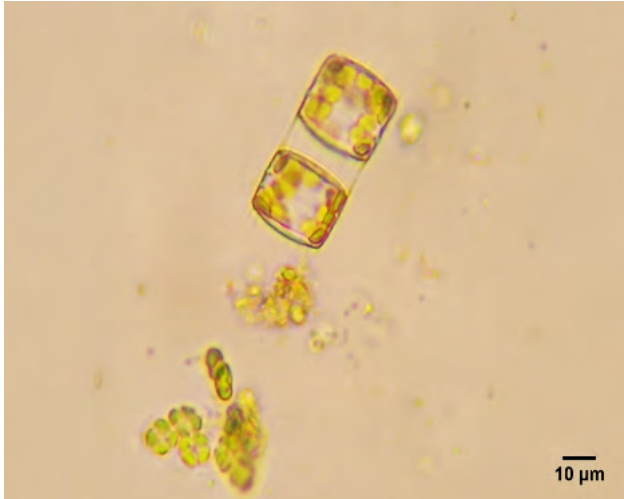
Colonial



Solitaria

Orden Melosirales – – Familia Melosiraceae

Melosira (Agardh, 1824)



Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres

Descripción –

Células cilíndricas subpericales, unidas en filamentos por almohadillas de mucílago secretadas en las valvas; además, pueden presentar espinas irregulares que ayudan a la unión. Células unidas en pares o tripletes por el cíngulo. Plastidios lobulados, en forma de placa pequeña, situados en el citoplasma periférico. Las valvas pueden ser planas o abovedadas, cubiertas de pequeñas espinas o gránulos. La estructura valvar es loculada, el lóculo está abierto al exterior a través de una serie de pequeños poros simples y al interior por poros algo más grandes, que pueden estar parcial o totalmente tapados por puntos de sílice. Los lóculos pueden estar dispuestos al azar o en filas que parten del centro de la valva. Presentan hábitos de crecimiento colonial similares por sus paredes valvares uniformemente estructuradas, sin costas ni septos (Guiry & Guiry, 2023).

37



Eutrófico

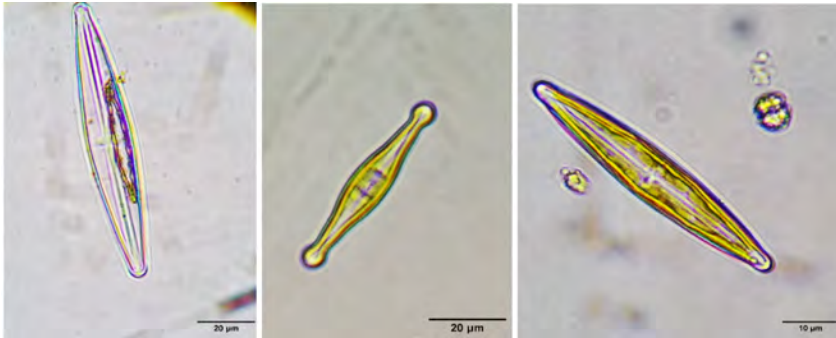


Colonial

Orden Naviculales –

– Familia Naviculaceae

Navicula (Bory, 1822)



Fuente: fotografías tomadas por Angela N. Torres.

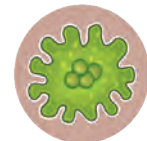
Descripción –

Células elípticas, lanceoladas a lineales. Ápices agudos a redondeados o rostrado a capitado. Superficie valvar plana o levemente curvada en los

márgenes. Rafe filiforme con terminaciones centrales simples, expandidas en poros o ganchos, rectos o ligeramente torcidos (Núñez-Avellaneda & Sala, 2008). Las estrías son uniserradas, rectas o levemente curvadas, y su disposición varía de transversal y paralela en la mayor parte de la valva, a radiada en el centro, pero convergente cerca de los ápices, ocasionalmente con estrías insertadas más cortas frente a la zona central (Cox, 1999).



Oligotrófico



Solitaria

– Familia Pinnulariaceae

Pinnularia (Ehrenberg, 1843)



Fuente: fotografía tomada por Erika J. Benito.

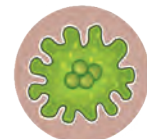
Descripción –

Células que pueden tener forma lineal, lanceolada o elíptica (algunas con márgenes onduladas); el ápice de la valva redondeado, rostrado o capitado con superficie plana; rafe central, algunas veces complejo. Las estrías pueden ser paralelas, convergentes o fuertemente radiadas en los extremos, multiseriadas o alveoladas; presentando una abertura que abarca toda la longitud de la estría o solo una parte (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).

39



Oligotrófico

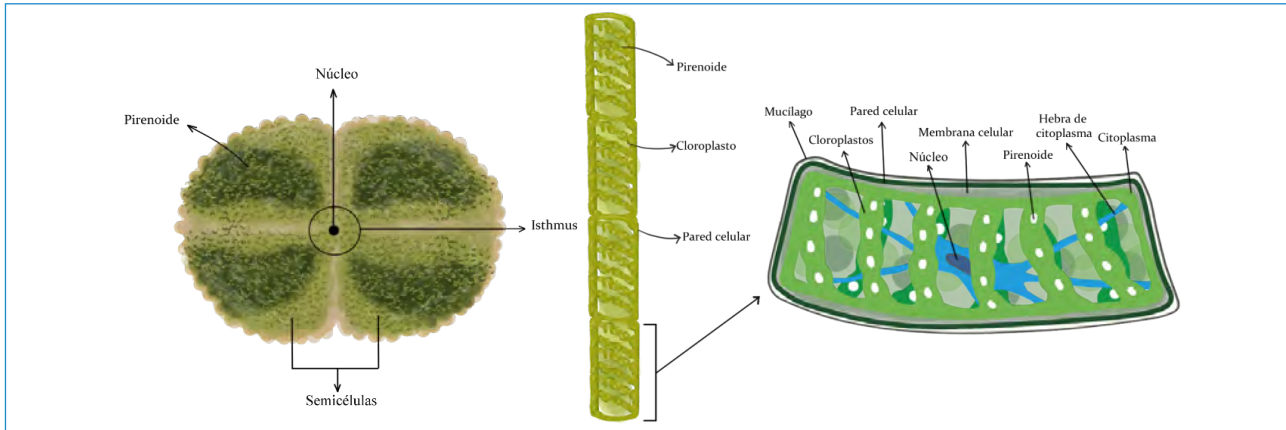


Solitaria

División Charophyta —

Algas pluricelulares macroscópicas (algunas microscópicas), conocidas como algas verdes conjugadas por sus pigmentos (clorofila a y b) y productos de reserva (almidón), similares a las Chlorophytas (Figura 9). Se pueden encontrar mayormente en aguas dulces no contaminadas, en el fondo, ya sea estancada o enraizadas, por esta razón son indicadoras de condiciones eutróficas (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).

Figura 9. Estructura morfológica de un individuo del género *Cosmarium* (izq) y *Spirogyra* (der).



Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

Orden Desmidiales — — Familia Closteriaceae

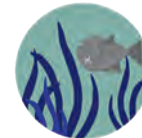
Closterium (Nitzsch ex Ralfs, 1848)



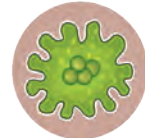
Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Descripción —

Célula de forma alargada-cilíndrica a alargada-fusiforme, recta o, más frecuentemente, curvada. Los extremos pueden ser agudos, redondeados o truncados. La pared celular incolora, amarillenta o marrón, lisa o con estrías o costas longitudinales. Presentan por célula 2-4 cloroplastos axiales, alargados. Pirenoides axiales o dispersos, generalmente numerosos. El núcleo está ubicado en el centro entre los cloroplastos. Cada extremo de la célula presenta una vacuola que contiene uno o más gránulos de sulfato cálcico (Guiry & Guiry, 2023).



Eutrófico

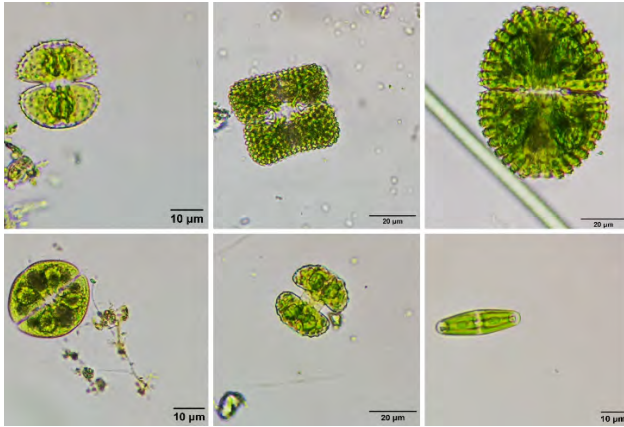


Solitaria



– Familia Desmidiaceae

Cosmarium (Corda ex Ralfs, 1848)



Presenta dos semicélulas que pueden tener forma redondeadas, reniformes, piramidales, cuadradas, con margen entero u ondulado; subcirculares a alargadas-ovaladas (birradiadas) en vista apical. La pared celular es lisa con poros dispersos u ornamentada con gránulos pequeños o grandes, verrugas emarginadas, punteaduras redondas o triangulares, o espínulas cortas. Ornamentación central y marginal diferentes entre sí o idénticas. A través de los poros cilíndricos de la pared celular se secreta una vaina mucilaginosa que a menudo rodea la célula. Uno o varios cloroplastos por semicélula, axiales o parietales, cada uno con uno o varios pirenoides. Núcleo en istmo (Guiry & Guiry, 2023).

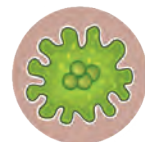
Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres

Descripción –

Células de pequeñas a grandes, con constricción mediana que puede ser superficial o profunda (istmo).

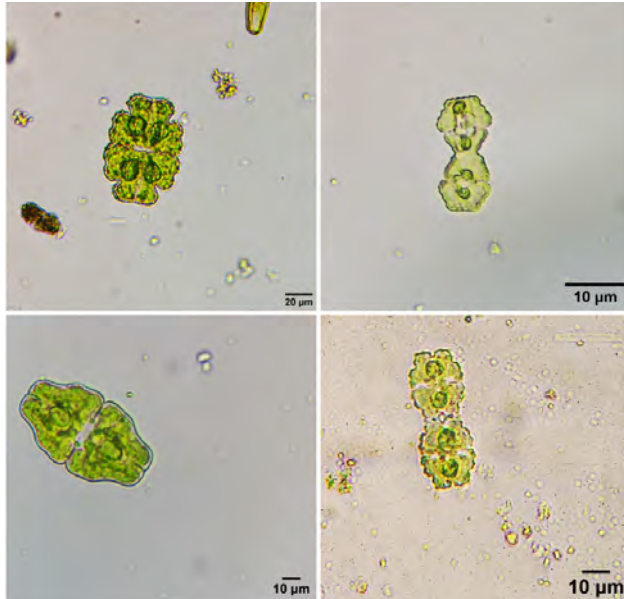


Oligotrófico



Solitaria

Euastrum (Ehrenberg ex Ralfs, 1848)



Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres

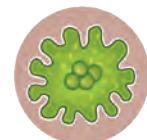
Descripción –

Células generalmente más largas que anchas, con constricción mediana profunda (istmo) donde las paredes semicelulares se superponen. Vista apical oval a elíptica (birradiada), a menudo con región media ensanchada. Cada semicélula generalmente con lóbulos apical y laterales distintos; el lóbulo apical con ápice emarginado o incisión apical. Pared celular lisa con poros dispersos, o diversamente ornamentada con gránulos, verrugas o espínulas cortas. Generalmente un cloroplasto por semicélula con uno o más pirenoides. Núcleo en istmo (Guiry & Guiry, 2023).

43



Oligotrófico



Solitaria

Pleurotaenium (Nägeli, 1849)



Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

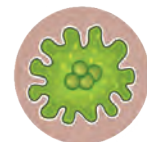
además en él está ubicado el núcleo. Semicélulas con hinchazón basal y ápice truncado. El ápice es liso o con anillo de verrugas redondas o cónicas, o de espinas cortas, presentando generalmente una vacuola terminal que contiene gránulos. Pared celular con poros dispersos. Los cloroplastos generalmente son estrechos y dispuestos en bandas parietales, varias por semicélula, cada una con muchos pirenoides (Guiry & Guiry, 2023).

Descripción —

Células en su mayoría alargadas-cilíndricas, istmo con constricción media poco profunda donde las paredes de las semicélulas se superponen,



Oligotrófico



Solitaria



Staurastrum (Meyen ex Ralfs, 1848)



Fuente: fotografías por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

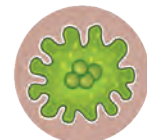
Descripción —

Células pequeñas a grandes, de 2-12 radiadas en vista terminal, con constricción media superficial o profunda (istmo) con las paredes de las semicélulas superpuestas, y dos morfologías celulares integradas. La mayoría de las especies tienen procesos largos y huecos en cada semicélula; los procesos suelen tener dos o más espínulas terminales y una o más series de denticulaciones, espinas o verrugas a lo largo del proceso y en el ápice y cuerpo del eje central de la semicélula. Los ángulos de la semicélula pueden ser redondeados, truncados o

con procesos cortos. La pared celular es lisa o con hileras de pequeños gránulos o espínulas. Presentan generalmente un cloroplasto por semicélula, lobulado con pirenoide axial o con varios pirenoides en lóbulos que se extienden en los ángulos o procesos celulares. El núcleo está ubicado en el istmo (Guiry & Guiry, 2023).



Oligotrófico



Solitaria



Xanthidium (Ehrenberg ex Ralfs, 1848)



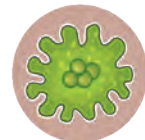
46

Descripción –

Células ligeramente comprimidas (birradiadas) con constricción mediana profunda (istmo) donde las paredes de las semicélulas se superponen. Cada semicélula suele tener cuatro o más espinas marginales, simples o furcadas, cortas o largas. Parte media de cada semicélula lisa o con un anillo o líneas de poros conspicuos, una zona central incrasada, una línea de pequeñas verrugas o una protuberancia con espinas cortas o largas. Pared celular con poros cilíndricos dispersos a través de los cuales se segrega una vaina gelatinosa estrecha o ancha. Cloroplastos de dos a muchos, cada uno con uno o más pirenoides. Núcleo en istmo (Guiry & Guiry, 2023).



Oligotrófico

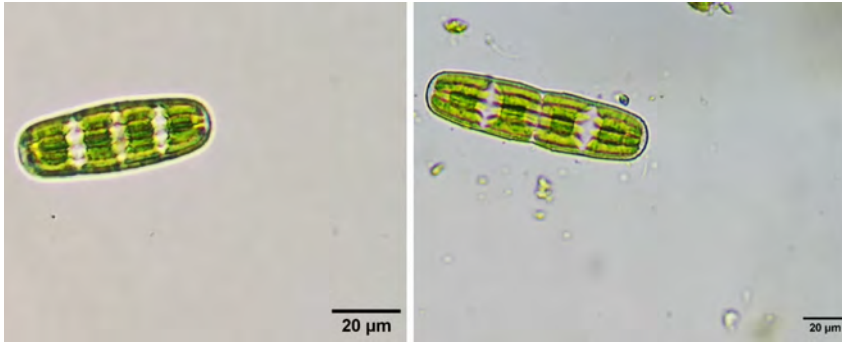


Solitaria

Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

– Familia Peniaceae

Penium (Brebisson ex Ralfs, 1848)



Fuente: fotografías tomadas por Angela N. Torres.

Descripción –

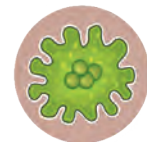
Células cilíndricas cortas o cilíndricas alargadas, rectas y extremos redondeados o truncados; constricción mediana (istmo) poco profunda a veces

presente. Pared celular lisa o con estrías, poros, gránulos o espinas, a veces marrón. Presentan dos, raramente cuatro, cloroplastos por célula, axiales y estrellados, con uno o dos pirenoides axiales. Vacuolas terminales con pequeños cristales en algunas especies. Núcleo en el centro entre los cloroplastos (Guiry & Guiry, 2023).

47



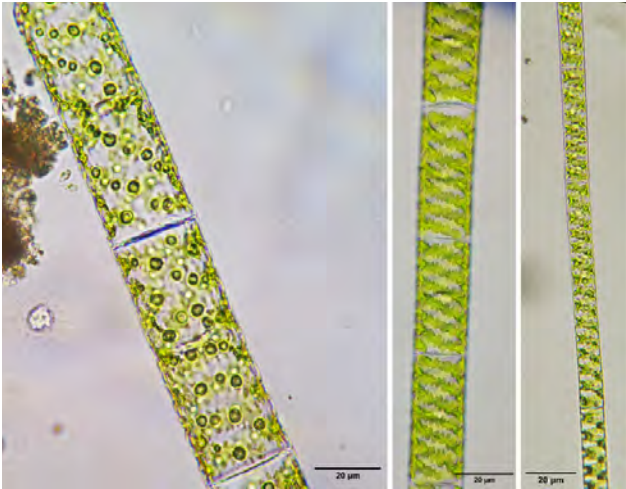
Oligotrófico



Solitaria

Orden Spirogyrales – – Familia Spirogyraceae

Spirogyra (Link, 1820)



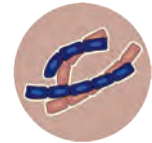
Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito.

Descripción –

Células cilíndricas y alargadas. La pared celular es bicapa, la capa interna de celulosa y la externa de mucílago que hace que los filamentos sean viscosos al tacto; paredes de los extremos planas y lisas; sin flagelos. Células uninucleadas que pueden presentar de 1-15 cloroplastos por célula en forma de cinta dispuestos helicoidalmente, con muchos pirenoides en forma de disco organizados en serie. Los filamentos citoplasmáticos sostienen el núcleo situado centralmente dentro de la vacuola central (Guiry & Guiry, 2023).



Eutrófico



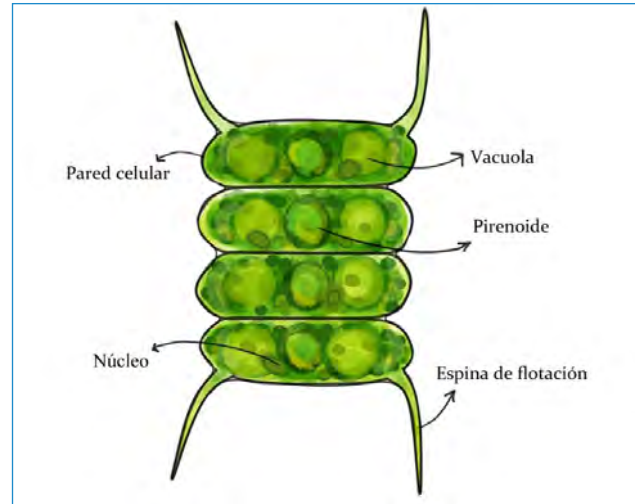
Filamentosa

División Chlorophyta —

Llamadas comúnmente como algas verdes, es el grupo más diverso de algas con más de 7.000 especies y constituyen uno de los principales componentes del fitoplancton. Pueden colonizar hábitats muy variados, y se encuentran en aguas salobres como dulceacuícolas, siendo especies mayormente bentónicas, aunque algunas son planctónicas, dominando el plancton eutrófico (Burgos, 2010).

El color de los plastos es verde, ya que presentan clorofilas “a” y “b” (principal sustancia fotosintética y pigmento), además su reserva energética se produce en forma de almidón; la presencia de estos dos componentes relaciona a esta división con las plantas, lo que indica que estas han evolucionado a partir de las algas verdes dulceacuícolas (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022) (Figura 10).

Figura 10. Estructura morfológica de un individuo del género *Desmodesmus*.



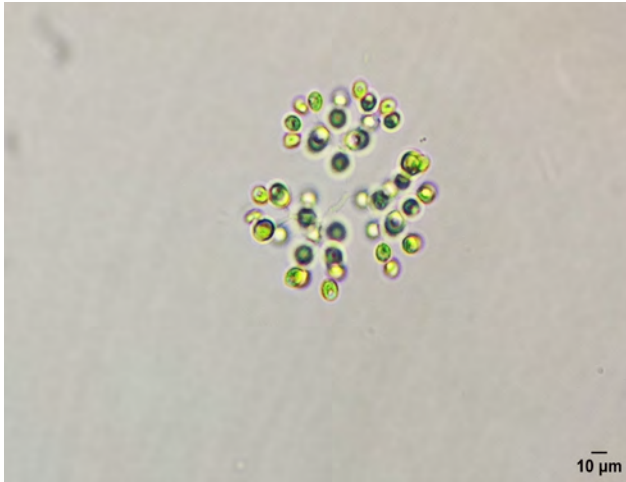
Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



Orden Chlorellales –

– Familia Chlorellaceae

Dictyosphaerium (Nägeli, 1849)



Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción –

Células esféricas a irregulares, con 4-64 células incrustadas en una envoltura común. Células perpendiculares a la superficie de la colonia, unidas a los extremos de finos tallos que emergen del centro de la colonia y se ramifican dicotómicamente. Células esféricas, ovals a elipsoides o cilíndricas. Pared celular típicamente lisa. Células uninucleadas; cloroplastos parietales y en forma de copa, generalmente individuales en células vegetativas, a menudo dos en células maduras o en división; además, presentan un pirenoide por cloroplasto (Guiry & Guiry, 2023).



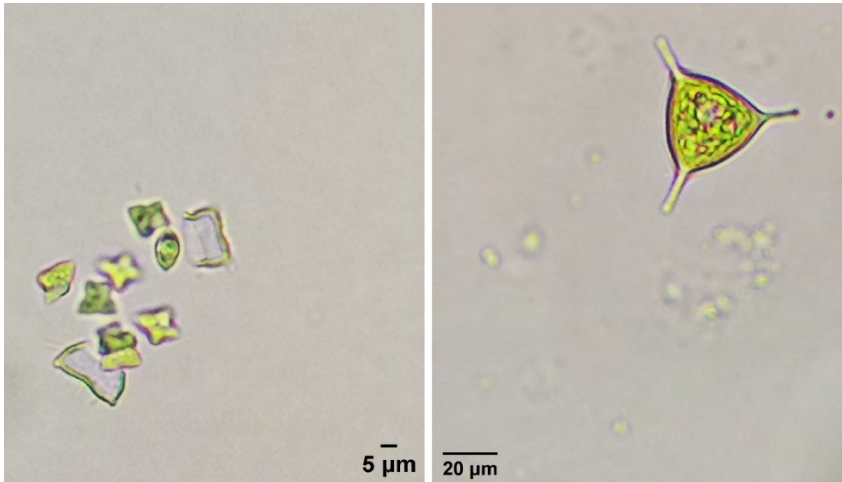
Eutrófico



Colonial

Orden Chlorococcales – – Familia Chlorococcaceae

Tetraedron (Kützing, 1845)



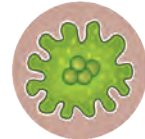
Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Descripción –

Células aplanadas o triangulares, cuadrangulares o poligonales. La pared celular es finamente granulada, con polisacárido interno y capa acetoresistente externa. La superficie celular de las células jóvenes está provista de una red irregular, que desaparece en las células viejas. Célula uninucleada con centriolos siempre presente; cloroplasto único, llenando completamente la célula; pirenoide único con estroma homogéneo y rodeado por envoltura de almidón (Guiry & Guiry, 2023).



Eutrófico



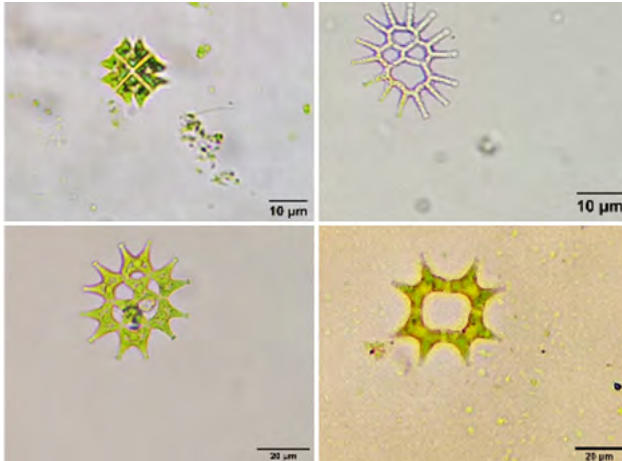
Solitaria



Orden Sphaeropleales — Descripción —

— Familia Hydrodictyaceae

Pediastrum (Meyen, 1829)



Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Talo compuesto por cenobios de 4-64 células, dispuestos en una placa plana, circular a oval, de una célula de mayor tamaño. Si tiene 16 células o más, las células tienden a estar en anillos concéntricos; cada anillo con un número definido de células; disco continuo o con perforaciones entre las células. El desarrollo de los anillos depende del comportamiento de la zoospora en la formación coenobial. Células con forma muy variable, típicamente en su interior poliédricas con cuatro a muchos lados; células periféricas similares o con uno o dos procesos en forma de cuerno, y a menudo con cerdas que no se encuentran en las células centrales. Paredes celulares lisas, finamente reticuladas o muy granuladas. Células multinucleadas; cloroplasto difuso simple y parietal; pirenoide uno o más por célula (Guiry & Guiry, 2023).



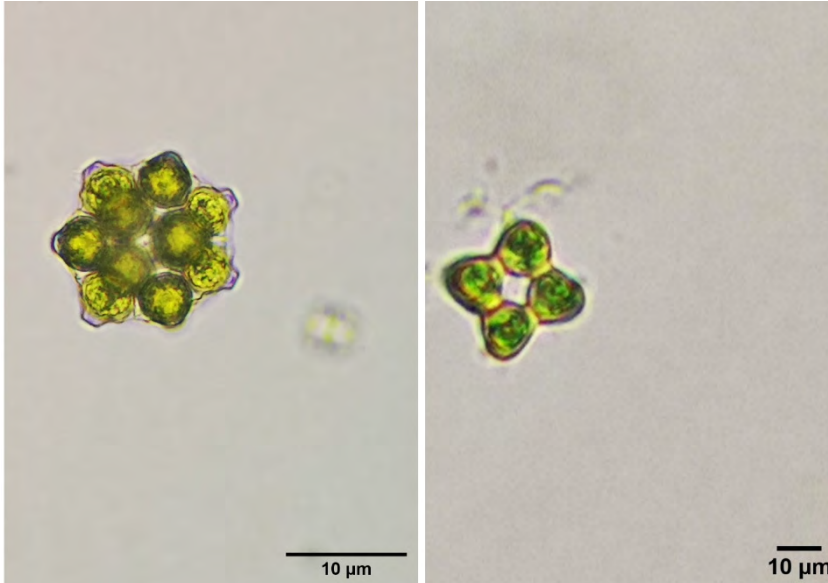
Eutrófico



Colonial

– Familia Scenedesmaceae

Coelastrum (Nägeli in Kützing, 1849)



Fuente: fotografías tomadas por Angela N. Torres.

Descripción

Talos formando cenobios de 4, 8, 16, 32 a 64 células, organizados como colonias esféricas, piramidales o cuboides, flotantes. Células más o menos densamente alineadas, pero normalmente con espacios vacíos entre los intersticios de las paredes. Células uninucleadas, globosas, ovoides o piramidales, unidas en los bordes por placas de pared especializadas. Paredes celulares aparentemente lisas, pero pueden tener una superficie arrugada. Presentan un cloroplasto parietal con pirenoide único (Guiry & Guiry, 2023).



Eutrófico



Colonial



Desmodesmus ((R.Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald, 1999)



y las del medio. Células de vida libre unicelulares o cenobios planos de 2, 4, 8 a 16 células colocadas lado a lado, con sus ejes más largos paralelos entre sí. La pared celular es ornamentada con diminutas verrugas o crestas evidentes, presentan espinas o proyecciones en las células extremas o intermedias del cenobio. Tienen un cloroplasto por célula, en la zona parietal, ocupando toda la superficie interna de la célula, y un pirenoide en la parte central de cada célula (Núñez-Avellaneda et al., 2008; Guiry & Guiry, 2023).

Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción

Células con forma elipsoides u ovoides, que dentro del cenobio pueden tener la misma forma, o presentar diferencias entre las células de los extremos



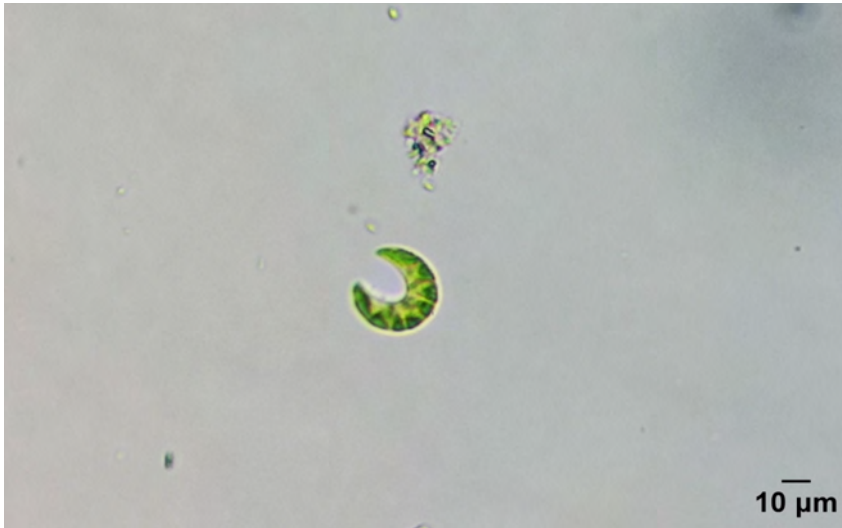
Eutrófico



Colonial

– Familia Selenastraceae

Kirchneriella (Schmidle, 1893)



Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción –

Talos microscópicos con 2, 4, 8 a 64 células dispersas en una envoltura mucilaginosa homogénea. Células cilíndricas, lunadas, falciformes, fusiformes retorcidas o retorcidas en espiral, con paredes celulares lisas. Células uninucleadas; cloroplasto simple y parietal, pirenoides 1-4 por célula (Guiry & Guiry, 2023).

55



Oligotrófico



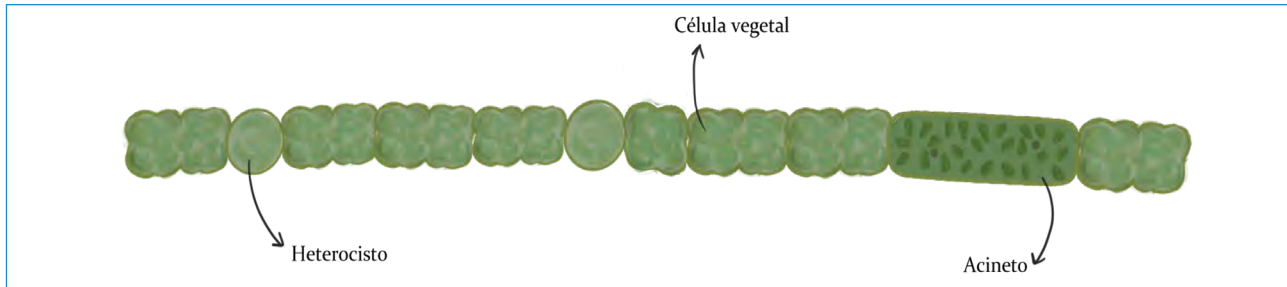
Colonial

División Cyanophyta —

Algas procariotas primitivas sin núcleo diferenciado, denominadas como algas verde-azules, cianofíceas, cianofitas comúnmente cianobacterias (Burgos, 2010), cuya distribución es muy amplia, ya que se pueden encontrar desde una forma unicelular o en colonias (Figura 11). Su estructura les permite adaptarse a diferentes sistemas ya sean agua dulce, salobre, son capaces de soportar sistemas extremos como lo son aguas termales, árticos y desiertos. En su metabolismo de función contienen pigmentos clorofila (a y b) adicionalmente pigmentos como c-ficocianina, aloficocianina, c-ficoeritrina, β -carotenos y xantofilas (Nuñez-Avellaneda, 2008). Al igual que las plantas, producen oxígeno en el proceso fotosintético. Algunas cianobacterias tienen en su mecanismo de función toxinas que les permiten protegerse de los depredadores como el zooplancton (Burgos, 2010).

56

Figura 11. Estructura morfológica de un individuo del género *Anabaena*

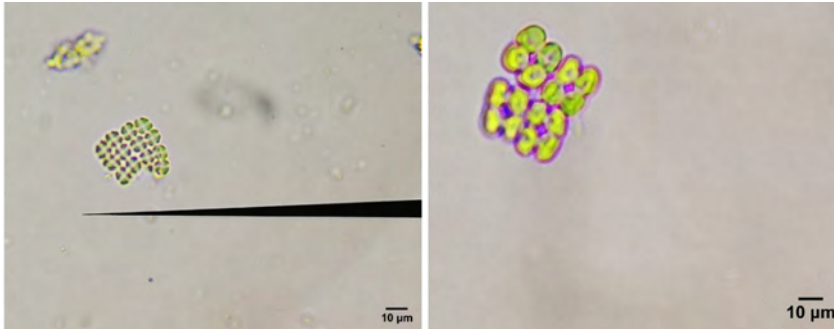


Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

Orden Chroococcales –

– Familia Merismopediaceae

Merismopedia (Meyen, 1839)



Fuente: fotografías tomadas por Angela N. Torres.

Descripción –

Colonias unicelulares, de vida libre, flotantes, particularmente tabulares, planas, irregulares, solitarias o coloniales, de forma cuadrada, rectangular o esféricas; dispuestas en una capa mucilaginosa, homogénea e incolora en

algunos casos imperceptibles, distribuidas en hileras perpendiculares formando cuadrantes planos de 2-4 a 4-16 células. Algunas especies pueden llegar a contener hasta 4.000 células. Interior celular homogéneo, no granuloso; sin embargo, algunas presentan aerotopos específicamente las especies planctónicas (Komárek & Johansen, 2015).



Mesotrófico

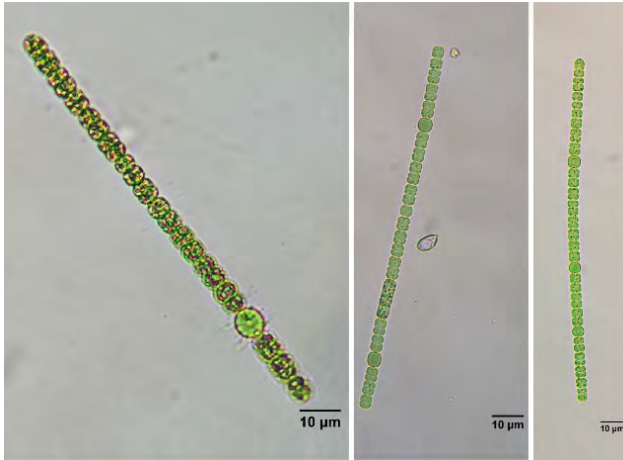


Colonial



Orden Nostocales – – Familia Aphanizomenonaceae

Anabaena (Bory ex Bornet & Flahault, 1886)



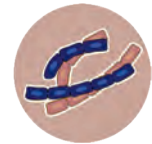
Fuente: fotografías tomadas por Erika J. Benito y Angela N. Torres.

Descripción –

Células cosmopolitas bentónicas que crecen sobre sustratos naturales, artificiales o en suelos. Filamentosas lisas o retorcidas, de color verde azulado a verde oliva, comúnmente se encuentran solitarias o en agrupaciones libres en racimos enmarañados formando tapetes macroscópicos sobre el sustrato. En ocasiones con constricciones en las paredes, recubiertas de una capa incolora mucilaginosa. Las células que componen el filamento se pueden apreciar de forma elipsoidal, esféricas, subesféricas, al carecer de flagelos en su interior contienen vacuolas de gas. Se evidencia la presencia de dos tipos de células diferenciadas de forma intercalada en un tricoma desarrollado: 3-9 heterocisto, acinetos (esféricos, ovalados o cilíndricos) normalmente desarrollados seguidos del heterocisto (Guamán & González, 2016).



Eutrófico



Filamentosa

Orden Oscillatoriales —

— Familia Oscillatoriaceae

Oscillatoria (Vaucher ex Gomont, 1892)



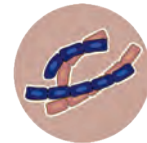
Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción —

Células cortas, filamentosas, discoidales, formando tricomas dispuestos en línea recta o curva, usualmente más largas que anchas. Su estructura cuenta con células apicales redondeadas convexas cuya pared suele ser más engrosada que las demás y no presentan heterocistos, acinetos, aerotopos. Su coloración varía de tonalidades verde-azul, verde oliva, verde pardusco o marrón, con aspecto granuloso principalmente en las paredes transversales y en la unión entre segmentos (Komárek & Johansen, 2015).



Eutrófico



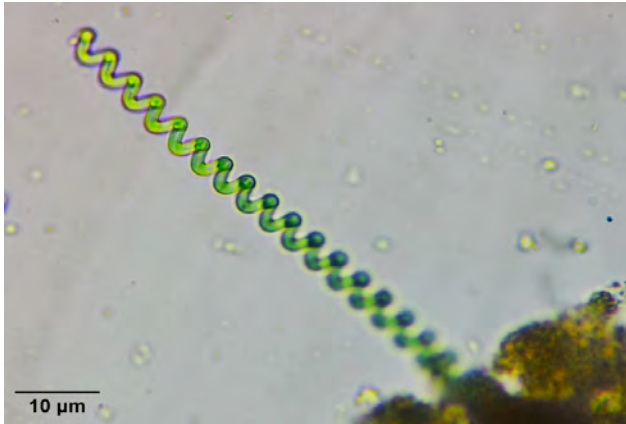
Filamentosa



Orden Spirulinales – –Familia Spirulinaceae

Spirulina (Turpin ex Gomont, 1892)

60



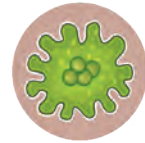
Fuente: fotografía tomada por Erika J. Benito.

Descripción –

Células más largas que anchas, verde-azules, filamentosas, no ramificadas, rara vez flotando de forma libre, tricomas enrollados en forma de espirales cilíndricas, con células terminales redondeadas cuyos septos son poco diferenciados, sin paredes engrosadas, heterocistos, aerotopos y acinetos ausentes. Generalmente, son macroscópicamente visibles, formando mantos en el sustrato cuando están en racimos. Se desplazan en la columna de agua mediante movimientos giratorios (Werner et al., 2015).



Eutrófico



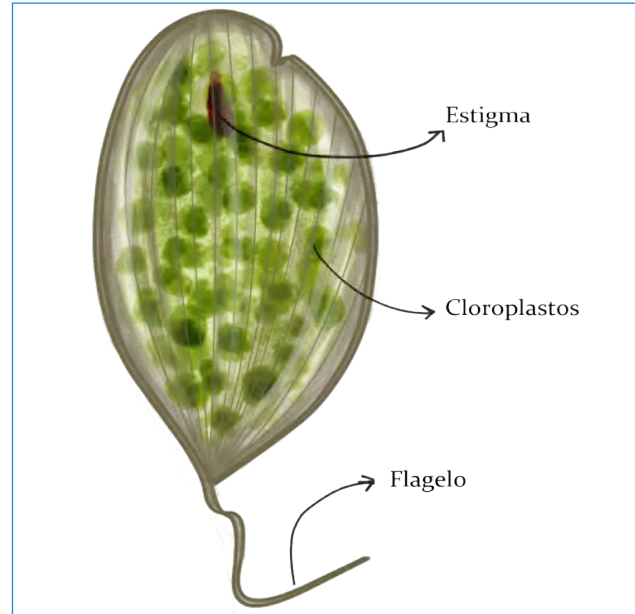
Solitaria

División Euglenophyta —

Células unicelulares, fotoautotrofas y heterotróficas, con paralmidón como sustancia de reserva; habitan en el fitoplancton, ticoplancton y algunas son epifitas, prefieren aguas con alta concentración de materia orgánica y sales de amonio, además de ambientes con alta densidad de vegetación. Presentan como pigmentos las clorofilas a y b, neoxantinas, β -carotenos, diadinoxantinas, equinenona, entre otros. Su nivel de organización varía desde células solitarias hasta coloniales (Núñez-Avellaneda, 2008).

Células de forma muy variada como ovoide, piriforme, acorazonada, entre otras, móviles, con presencia de dos flagelos, algunos géneros no presentan pared celular o sus células están rodeadas de periplasto debajo de la membrana, lo cual, les confiere mayor flexibilidad para cambiar de forma y realizar el movimiento euglenoideo, el cual es característico de esta división (Figura 12). Presentan una mancha roja llamada estigma, el cual se encuentran en el flagelo, presentan numerosos cloroplastos y pirinoides (Núñez-Avellaneda, 2008).

Figura 12. Estructura morfológica de un individuo del género *Phacus*.



Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



Orden Euglenales – – Familia Euglenaceae

Euglena (Ehrenberg, 1833)



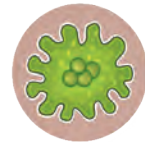
Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción –

Células comúnmente de color verde brillante; sin embargo, existen especies recubiertas de un pigmento llamado hematocromo lo que las hace tornar de color marrón-rojizo. Estas son células flageladas, comúnmente de forma alargada, fusiforme, ovalada o cilíndricas, su parte posterior cuenta con cuello atenuado y estrecho, poseen dos flagelos uno más corto que el otro, originados de una invaginación cuyo flagelo largo es muy móvil y puede ser visible; caso contrario ocurre con el flagelo corto que termina en la hendidura basal de la célula. Poseen un estigma (fotorreceptor) que varía de color naranja oscuro a rojo intenso. Todas las especies son fotoauxotróficas, algunas facultativamente heterótrofas, ninguna fagotrófica; cada célula está recubierta por una capa de mucílago secretada por los cuerpos mucíferos subpeliculares (Vallejos & Cabral, 2014).



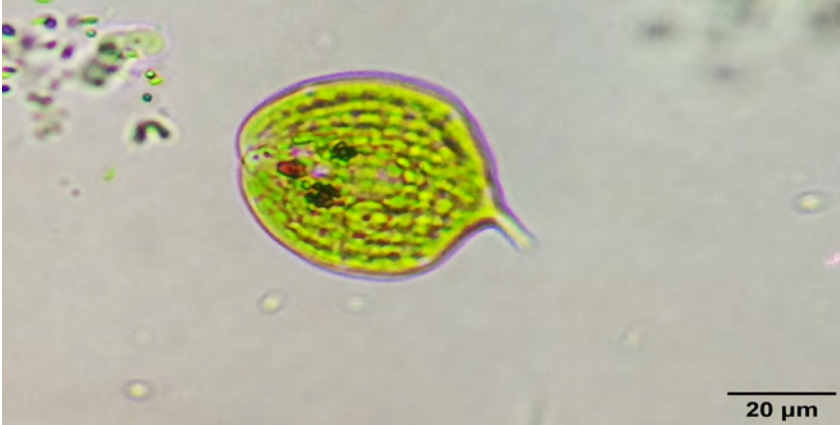
Eutrófico



Solitaria

—Familia Euglenaceae

Phacus (Dujardin, 1841)



Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

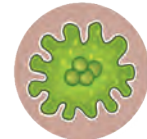
Descripción

Células flageladas, planas o ligeramente comprimidas, con forma de hoja, redondeadas, elípticas, en ocasiones suele tener torciones a lo largo del eje

longitudinal, membrana o película que a menudo presentan estrías, es decir, pliegues que se extienden a lo largo de la célula. Algunas especies poseen una espina en la parte posterior, y en la parte anterior en la base tiene una pequeña invaginación de donde surge flagelo. Cloroplastos generalmente discoides, pequeños y numerosos, generalmente sin pirenoides; sin embargo, unas pocas especies tienen cloroplastos grandes y planos con pirenoides. Cuenta con mancha ocular roja muy visible relativamente cerca de la base del flagelo (Vallejos & Cabral, 2014).



Oligotrófico



Solitaria



— Familia Phacaceae

Lepocinclis (Perty, 1849)



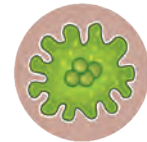
Fuente: fotografía tomada por Angela N. Torres.

Descripción

Células flageladas, cuya forma varía, siendo estas esféricas, ovoide o elipsoidal. El extremo de la parte anterior es redondeado o con ápice caudal. Frecuentemente, presentan una prolongación en forma de espina en la parte posterior. Cloroplastos pequeños, discoides, sin pirenoides. Presencia de uno o dos anillos grandes y retráctiles ubicados en la periferia. Las células de este género se encuentran recubiertas por una película o membrana que es rígida y transparente, además se evidencian surcos o estrías curvas que las diferencian de los demás géneros: estas estrías son longitudinales y pueden estar en disposición levógira (hacia la izquierda) o dextrógira (hacia la derecha). Los organismos de este género se encuentran, principalmente, en aguas dulces como estanques, lagos, lagunas; sin embargo, también se han registrado especies en hábitats salobres (Núñez-Avellaneda, 2008).



Eutrófico



Solitaria



Capítulo 2 — — Macroinvertebrados acuáticos

Jonathan Eduardo Zea-Ladino¹, Manuel Mauricio Peñuela-Díaz¹ e Jesús Manuel Vásquez-Ramos^{1,2,3}

¹ Semillero de Investigación Jiacacu, Grupo de Investigación Evaluación, Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

² Museo de Historia Natural Unillanos, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

³ Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana – ICAOC, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia



Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a $500 \mu\text{m}$ y que se pueden percibir a simple vista. El grupo de invertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos (Roldán-Pérez, 2016). La mayoría de estos desarrollan sus estados inmaduros (huevo, larva y pupa) en el medio acuático, mientras que los adultos suelen ser terrestres. Se destacan por su abundancia y distribución los siguientes órdenes: Ephemeroptera (moscas de mayo), Plecoptera (moscas de las piedras), Odonata (libélulas y caballitos del diablo), Hemiptera (chinchas), Coleoptera (cucarrones), Trichoptera (moscas constructoras de refugios) y Diptera (mosquitos) (Hanson et al., 2010).

Las larvas de insectos morfológicamente se destacan por presentar tres secciones claramente definidas: cabeza, tórax y abdomen. Cada una de estas secciones posee una serie de estructuras y formas características que permiten clasificarlos en diferentes órdenes y familias. En la cabeza se ubican las antenas y las estructuras bucales; en el tórax se ubican las patas, pseudopatas (en algunos grupos), escleritos y primordios alares (en hemimetábolos); en el abdomen se hallan branquias, propatas o pseudopatas anales, entre otras estructuras. Los adultos generalmente se caracterizan por poseer uno (Diptera) o dos pares de alas, aunque algunos pueden ser ápteros (p.ej., Hemiptera) (Fernández et al., 2007).

Estos organismos cumplen funciones claves en el ecosistema al incorporar la energía de los productores primarios (fitoperifiton) y al procesar la materia orgánica viva o muerta. Esto permite el ciclaje de nutrientes, variadas interacciones ecológicas y la conformación de redes tróficas complejas entre el ecosistema acuático y terrestre. Se caracterizan por colonizar hábitats específicos como rápidos, remansos, hojarasca, pequeñas cascadas, macrófitas, entre otros. Adicionalmente, dada su sensibilidad a las perturbaciones ambientales —entre otras características—, son utilizados como bioindicadores de la calidad del agua (Hanson et al., 2010).

En el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos se han registrado diversas larvas de macroinvertebrados acuáticos, principalmente de la clase Insecta (en la Tabla 2 se relacionan 7 órdenes y 20 familias). Se han

hallado en sistemas lóticos como el canal de drenaje de aguas lluvias que permanece inundado en el invierno y se seca en el verano (diciembre-marzo), el cual se caracteriza por poseer sustratos como guijarros, grava, arena, hojarasca, troncos, ramas y raíces de la vegetación aledaña; también se han encontrado en ecosistemas lénticos como los estanques acuícolas del IALL, principalmente de los órdenes hemiptera, coleoptera y odonata, aunque también efemerópteros como polymitarcyidae.

Tabla 2. Orden y familias de macroinvertebrados acuáticos registrados en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos.

Orden	Suborden	Familia
Odonata	Zygoptera	Calopterygidae
		Coenagrionidae
	Anisoptera	Libellulidae
Ephemeroptera		Baetidae
		Leptohyphidae
		Polymitarcyidae
Hemiptera		Gerridae
		Naucoridae
		Veliidae
Coleoptera		Noteridae
		Psephenidae
		Elmidae





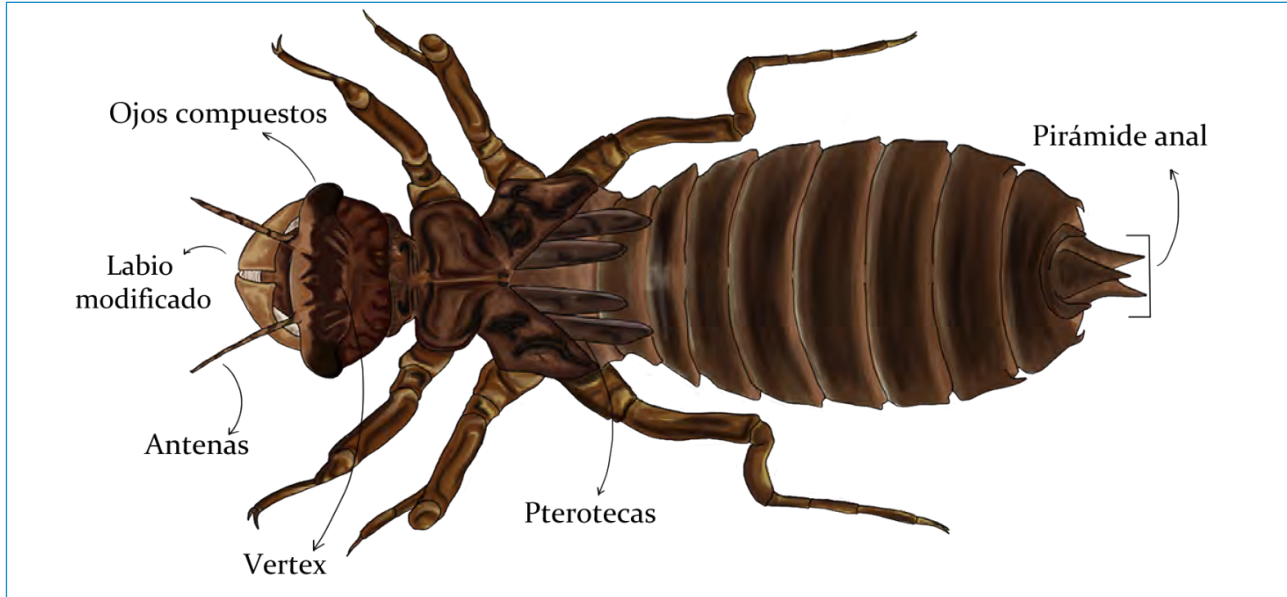
Orden	Suborden	Familia
Diptera		Tipulidae
		Simuliidae
		Chironomidae
Lepidoptera		Crambidae
Trichoptera		Odontoceridae
		Hydropsychidae
		Leptoceridae
		Glossosomatidae

Fuente: elaboración propia de los autores de este capítulo, a partir de los datos recopilados en las salidas de campo.

Orden Odonata —

Este orden alberga los organismos más antiguos dentro de los insectos acuáticos: su existencia data de hace 200 millones de años (Roldán, 1988). Las larvas se caracterizan por ojos compuestos grandes, tres ocelos, mandíbulas desarrolladas y poseer el labio modificado protráctil y prensil, dividiéndose en dos subordenes: Anisoptera, que presentan una terminación caudal en forma piramidal y Zygoptera los cuales presentan una terminación caudal con unas estructuras (branquias) alargadas y planas o voluminosas (Neiss & Hamada, 2014) (Figura 13).

Figura 13. Estructuras morfológicas del orden Odonata.



Nota: ilustración inspirada en un ejemplar de la familia Libellulidae.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



Suborden Zygoptera – – Familia Calopterygidae



Descripción –

Presenta cuerpo alargado y ligeramente aplanado. El primero de sus antenómeros (primera parte de la antena) es muy largo. El prementón tiene una hendidura en la parte media. Lóbulos laterales largos. Las patas están dispuestas de forma lateral. Apéndices o branquias caudales de forma triangular (Lozano et al., 2019).



Sistema lótico



Sistema lótico



Sedimentos

Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

– Familia Coenagrionidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Prementón normal, no peciolado o elongado, con forma aproximadamente triangular o subcuadrada; palpo labial finaliza con una uña y uno o varios dientes accesorios; lígula entera. Primer segmento antenal más corto que la longitud combinada de los restantes. Abdomen estrecho sin branquias laterales. Laminillas caudales en forma de hoja y dispuestas casi verticalmente con ápice redondeado o agudo, con o sin nodo bien definido (Lozano et al., 2019; Von Ellenrieder & Garrison, 2009).



Sistema léntico



Sistema lótico



Sedimentos



Pedregoso



Suborden Anisoptera — — Familia Libellulidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

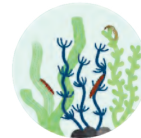
Abdomen robusto, terminando en una pirámide anal. Prementón cóncavo que cubre labro y clípeo. Margen distal del palpo premental con dientes de forma regular; lígula entera (Von Ellenrieder & Garrison, 2009).



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida

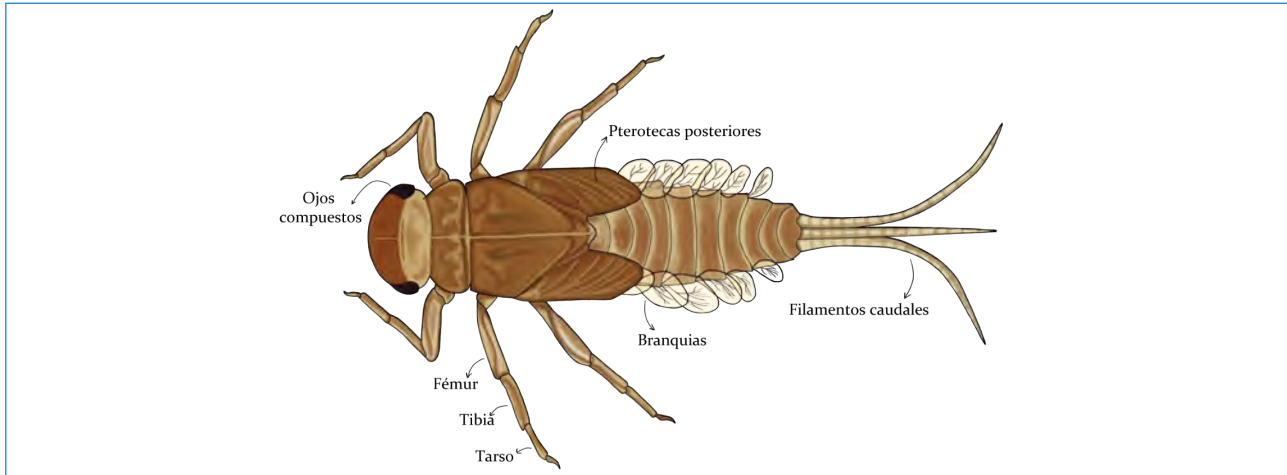


Sedimentos

Orden Ephemeroptera

Las ninfas de estos insectos se caracterizan por poseer ojos compuestos, tres ocelos en la cabeza; pterotecas alares presentes; diez segmentos abdominales y siempre con branquias abdominales de tamaño y forma variable; con dos o tres filamentos caudales multiarticulados (Flowers & De La Rosa, 2010) (Figura 14).

Figura 14. Estructuras morfológicas del orden Ephemeroptera.



Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



– Familia Baetidae

24



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

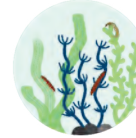
Cabeza hipognata; ocelos laterales ubicados posteriormente a la sutura epicraneal; antenas largas, dos o más veces el ancho de la cabeza; branquias en los segmentos abdominales I-V, I-VII, o II-VII y usualmente de forma oval, compuestas de una única lámina excepcionalmente plegada sobre sí misma en la base (Domínguez et al., 2009).



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos

– Familia Leptohyphidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Branquias operculares en el segmento I o II subcuadrangulares, triangulares, subtriangulares u ovals que cubren las restantes; sin cámara branquial. Fémures y tibias de las patas anteriores variables (Domínguez et al., 2009).



Sistema
lítico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso

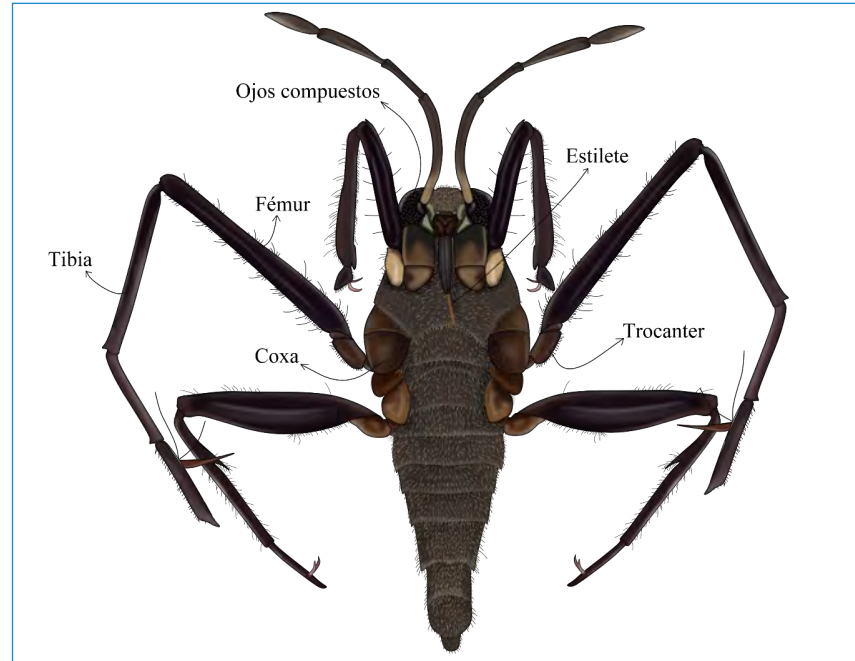


Orden Hemiptera —

76

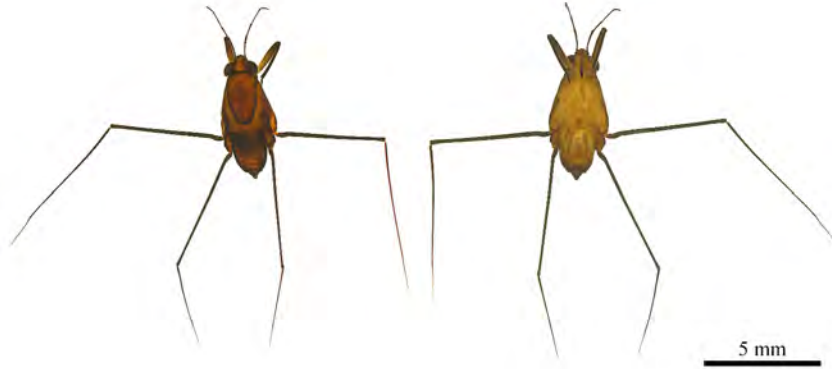
Los chinches acuáticos se caracterizan por poseer un aparato bucal chupador en forma de pico. El primer par de alas es modificado formando hemielitros (parte basal dura y posterior blanda) y el segundo par es totalmente membranoso; sin embargo, pueden existir variaciones al presentar organismos macropteros, braquípteros y ápteros (Roldán, 1988) (Figura 15).

Figura 15. Estructuras morfológicas del orden Hemiptera.



Fuente: ilustración inspirada en un ejemplar de la familia Vellidae, elaborada por Karen L. Álvarez.

– Familia Gerridae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Cuerpo corto y robusto, cabeza no alargada. Ojos próximos al margen anterior del tórax; antenas claramente visibles en vista dorsal, más largas que la cabeza. Coxas medias próximas a las posteriores y distanciadas de

las anteriores. Fémures posteriores largos, sobrepasan el ápice del abdomen generalmente de manera considerable. Uñas preapicales (bien visibles en las patas anteriores) (Mazzucconi et al., 2009).



Sistema léntico



Sistema lótico



Superficie del agua



Pedregoso



– Familia Naucoridae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

visualizan en vista dorsal, son regularmente más cortas que la cabeza y están ocultas por debajo de los ojos. Patas posteriores con hileras de pelos largos, natatorios (fémures ensanchados) (Mazzucconi et al., 2009).

Descripción –

Cuerpo aplanado de tamaño mediano a grande (5-20 mm de longitud). Dorso plano o poco convexo, rostro subcilíndrico o cónico, con 3-4 segmentos; las antenas no se



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos

– Familia Veliidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Tibias anteriores en los machos casi siempre con un peine longitudinal, distal, de cortas espinas (Mazzucconi et al., 2009).

Descripción –

Superficie dorsal de la cabeza con una línea longitudinal marcada, y con un par de pequeñas depresiones cercanas a la base. Cabeza no alargada, ojos próximos al margen anterior del tórax, y antenas visibles dorsalmente más largas que la cabeza. Coxas medias poco distanciadas de las coxas anteriores o posteriores. Fémures posteriores cortos, o que sobrepasan ligeramente el abdomen. Las coxas medias y posteriores muy separadas entre sí.

79



Sistema lótico

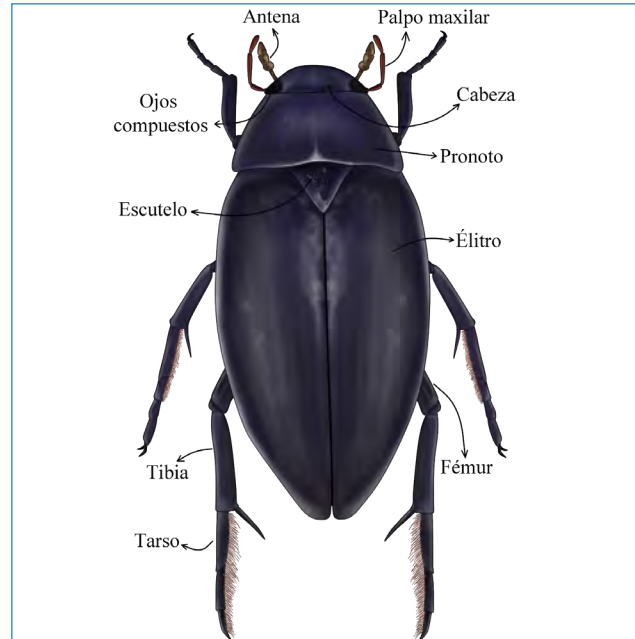


Superficie del agua

Orden Coleoptera —

Este es uno de los órdenes más diversos de la clase Insecta; existen organismos completamente acuáticos (larvas y adultos siempre viven en el agua) y semiacuáticos (larvas acuáticas y adultos terrestres). Los adultos se caracterizan principalmente porque el primer par de alas está modificado, se denominan “élitros”, tienen consistencia dura y cubren dorsalmente el tórax y el abdomen. También poseen variedad de formas en las antenas. Las larvas, por su parte, son mucho más variables en formas y tamaños; dentro de sus características morfológicas se encuentra poseer una cápsula cefálica esclerotizada con sus partes bucales visibles; el abdomen está dividido en esternitos y puede o no poseer branquias, opérculos, u otras estructuras (Roldán, 1988) (Figura 16).

Figura 16. Estructuras morfológicas del orden Coleoptera.



Nota: ilustración inspirada en un ejemplar del género *Hydrophilus*.
Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

– Familias Noteridae –



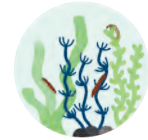
Fuente: fotografía tomada por Jonathan Eduardo Zea y Manuel Mauricio Peñuela.

Descripción –

Tamaño pequeño, cuerpo con forma oval y los extremos angostos. Cabeza con el labro pequeño y arqueado anteriormente, ojos compuestos enteros; antenas de forma variable. Coxas III no muy expandidas, coxas II separadas por una placa ancha, cuya parte posterior se prolonga en puntas por fuera de los trocánteres III (Archangelsky et al., 2009).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso



– Familia Psephenidae –

82



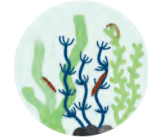
Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Cuerpo muy ancho y chato, segmentos torácicos y abdominales expandidos formando un escudo; cabeza y patas ocultas en vista dorsal. Antenas cortas de tres segmentos; labro separado del clipeo por una sutura bien evidente; abdomen con nueve segmentos; patas de cinco segmentos o menos; pretarso con una uña (Archangelsky et al., 2009).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso

– Familia Elmidae



Fuente: fotografía tomada por Jonathan Eduardo Zea y Manuel Mauricio Peñuela.

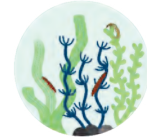
Descripción –

Adulto: presentan tres segmentos distinguibles, cabeza, torax y abdomen; cuerpo subcilíndrico o aplanado; presentan antenas largas o cortas

filiformes. No son nadadores y se desplazan sobre los sustratos lentamente. Larvas: tienen respiración por medio de plastron (orificio externo en la parte terminal del abdomen). Por lo demás, sus características morfológicas son muy variadas por la gran diversidad de organismos dentro de esta familia (Archangelsky et al., 2009).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



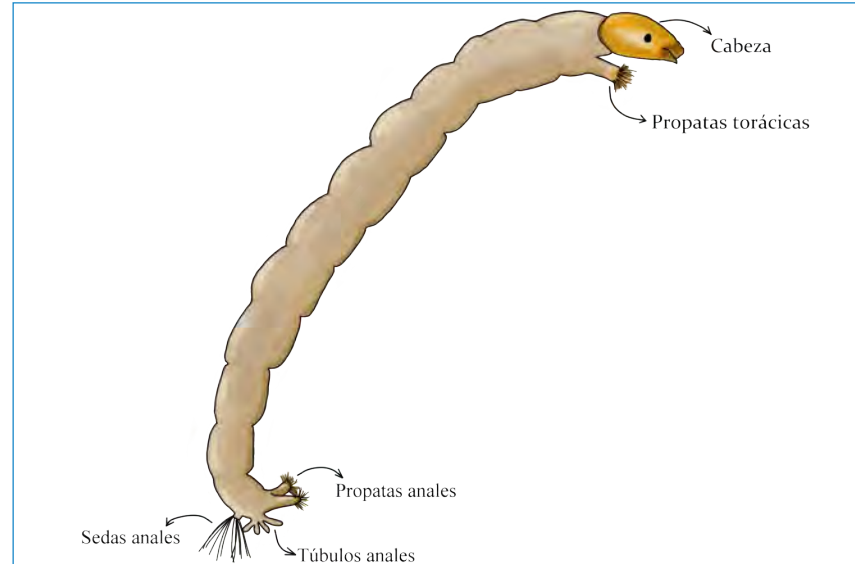
Pedregoso



Orden Diptera —

Las larvas de estos insectos se caracterizan por no tener patas torácicas (Roldán, 1988). La cabeza puede ser completamente esclerotizada y expuesta; más o menos completa y parcialmente insertada en el tórax; o reducida a un esqueleto cefalofaríngeo (Pinho & Pepinelli, 2014). Posee tres segmentos torácicos y nueve abdominales que pueden estar cubiertos de escleritos, cerdas, espinas, ganchos para locomoción o adhesión (Roldán, 1988) (Figura 17).

Figura 17. Estructuras morfológicas del orden Diptera.



Nota: ilustración inspirada en un ejemplar de la familia Chironomidae.
Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

– Familia Tipulidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Cápsula cefálica retraíble total o parcialmente en el tórax. Sistema respiratorio generalmente metapnéustico, o raramente apnéustico, mandíbulas moviéndose una contra la otra en un plano horizontal u oblicuo; generalmente con dos o más dientes apicales (Lizarralde de Grosso, 2009). Disco espiracular en el último segmento abdominal (Roldán, 1988).



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Sedimentos



Pedregoso



– Familia Simuliidae

86



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

De forma delgada y algunas veces cilíndrica. Cabeza bien diferenciada y, en general, un poco más larga que ancha; lateralmente posee un par de estructuras esclerotizadas que asemejan un abanico con cerdas alargadas. El abdomen es más ensanchado hacia el extremo posterior. La propata anal es subcilíndrica, formada por una hilera de ganchos (Coscarón-Arias, 2009)



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Sedimentos



Pedregoso

– Familia Chironomidae



Fuente: fotografía tomada por Jonathan Eduardo Zea y Manuel Mauricio Peñuela.

Descripción –

La cabeza es esclerotizada completa, no retráctil sobre el tórax. Poseen un par de propatas torácicas sobre el primer segmento torácico y un par de propatas anales en el último segmento abdominal, con espinas o uñas, y bordes lisos o aserrados. En el último segmento abdominal se localizan un par de procercos que generalmente finalizan con un mechón de largas setas anales (Paggi, 2009).



Sistema léntico



Sistema lótico



Sedimentos



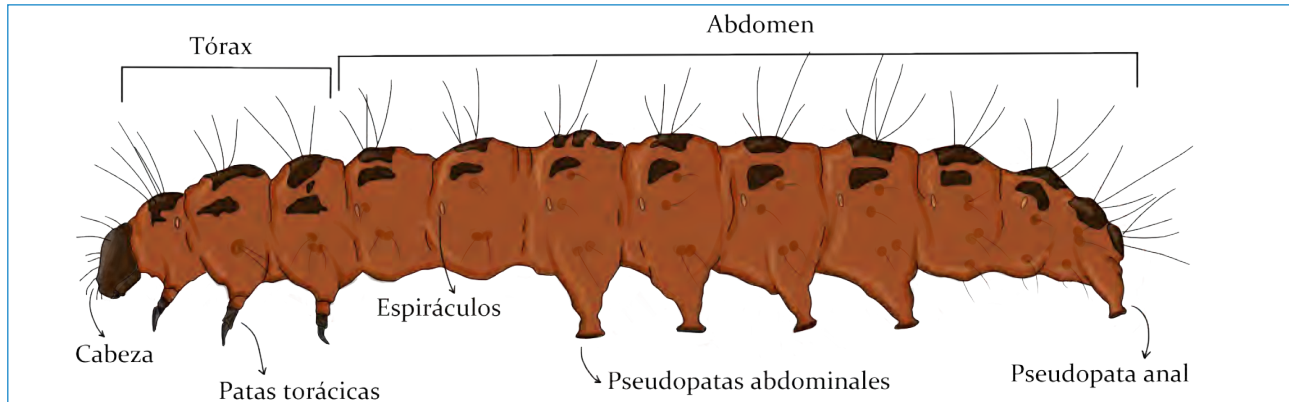
Pedregoso



Orden Lepidoptera —

Se caracterizan por cabeza bien esclerotizada y diferenciada; con sutura epicraneal con forma de Y invertida. Ojos simples. Tórax diferenciado con tres pares de patas cortas. Espiráculos en el pronoto y en los segmentos abdominales 1-8. Diez segmentos abdominales con pseudopatas en los segmentos 3-6 y 10 (Romero & Navarro, 2009) (Figura 18).

Figura 18. Estructuras morfológicas del orden Lepidoptera.



Nota: ilustración inspirada en un ejemplar de la familia Crambidae.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

— Familia Crambidae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Las larvas se caracterizan por presentar cabeza redonda o subcuadrangular hipognata; abdomen con diez segmentos, branquias supra y subespiraculares (pelos a lo largo de todo el cuerpo). Presentan unas placas pequeñas de setas dorsales en el tórax; un peine en la parte terminal del abdomen (Romero & Navarro, 2009). Patas torácicas cortas. Apéndices carnosos ventrales en el abdomen que terminan en pequeños ganchos circulares (Bachmann & Mazzucconi, 2009).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso

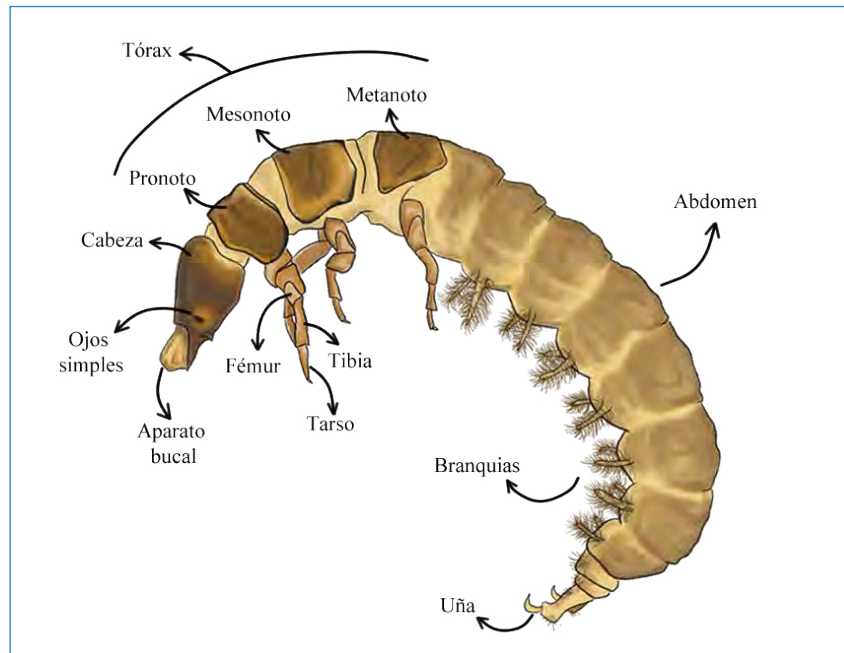




Orden Trichoptera —

Las larvas se caracterizan por poseer ojos simples. Tienen tres segmentos torácicos diferenciados ; el primero (pronoto) siempre esclerotizado, el segundo (mesonoto) y el tercero (metanoto) varían en el grado de esclerotización. Tres pares de patas iguales o variables entre sí, aunque el primer par un poco más corto. Abdomen membranoso, aunque puede tener escleritos y branquias de tamaño y forma variables. Último segmento abdominal con un par de propatas anales, cortas o largas, que terminan en una uña (Angrisano & Sganga, 2009) (Figura 19).

Figura 19. Estructuras morfológicas del orden Trichoptera.



Nota: ilustración inspirada en un ejemplar de la familia Hydropsychidae.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

— Familia Odontoceridae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Elaboran casas transportables cilíndricas de piedritas pequeñas. Trocantín anterior pequeño. Pronoto más ancho que largo, cabeza redonda con una carina lateral bien pronunciada (Angrisano & Sganga, 2009). Pronoto y mesonoto totalmente esclerotizados con una línea ecdisial media; metanoto

con escleritos pequeños de tamaño menor. Primer segmento abdominal con una joroba dorsal y dos laterales. Abdomen con branquias simples. Uñas de las propatas anales cortas y simples (Pes et al., 2018).



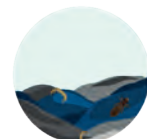
Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso



– Familia Hydropsychidae



92

Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Larvas constructoras de redes y refugios no transportables. Meso y meta-noto totalmente esclerotizados. Tres pares de patas libres semejantes entre sí. Abdomen con branquias de diversos tamaños y formas. Pseudopatas anales largas, distales, libres del segmento IX (Angrisano & Sganga, 2009).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso

– Familia Leptoceridae



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Las antenas son relativamente grandes. Las patas posteriores y las coxas están dirigidas hacia adelante, son largas y pasan por encima de la cabeza. Pronoto y mesonoto totalmente esclerotizados; metanoto con escleritos

de forma y tamaño variable. Primer segmento abdominal con una joroba dorsal y dos laterales. Branquias filamentosas en el abdomen. Uña de la propata anal corta simple o uñas accesorias (Pes et al, 2018). Las larvas elaboran estuches transportables cónicos alargados con diversos materiales (arena, piedritas, ramitas, hojas, minerales, etc) o exclusivamente seda.



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso





– Familia Glossosomatidae



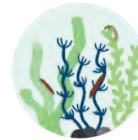
Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Cabeza y ojos pequeños. Los tres pares de patas tienen un tamaño similar. Pronoto totalmente esclerotizado, mesonoto con tres escleritos y metanoto con dos escleritos pequeños de coloración tenue. Abdomen sin branquias totalmente membranoso, excepto el segmento IX que posee un esclerito dorsal pequeño. Propatas anales muy cortas y la uña está modificada en cinco dientes accesorios (Pes et al., 2018). Construyen casas transportables en forma de caparazón de tortuga con pequeñas piedritas (Roldán, 1988).



Sistema
lótico



Vegetación
sumergida



Sedimentos



Pedregoso

Capítulo 3 — — Odonatos adultos



**Karen Lineke Álvarez-Álvarez¹, Miguel Ángel Cortés-Hernández^{1,2,3} &
Jesús Manuel Vásquez-Ramos^{1,4,5}**

1 Semillero de Investigación Jiacacu, Grupo de Investigación Evaluación, Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

2 Fundación Miguel Lillo – Unidad Ejecutora Lillo, FONCYT, San Miguel de Tucumán, Argentina.

3 Grupo de Investigación Cuencas, Fundación Neotropical Cuencas, Arauca, Colombia.

4 Museo de Historia Natural Unillanos, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

5 Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana – ICAOC, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

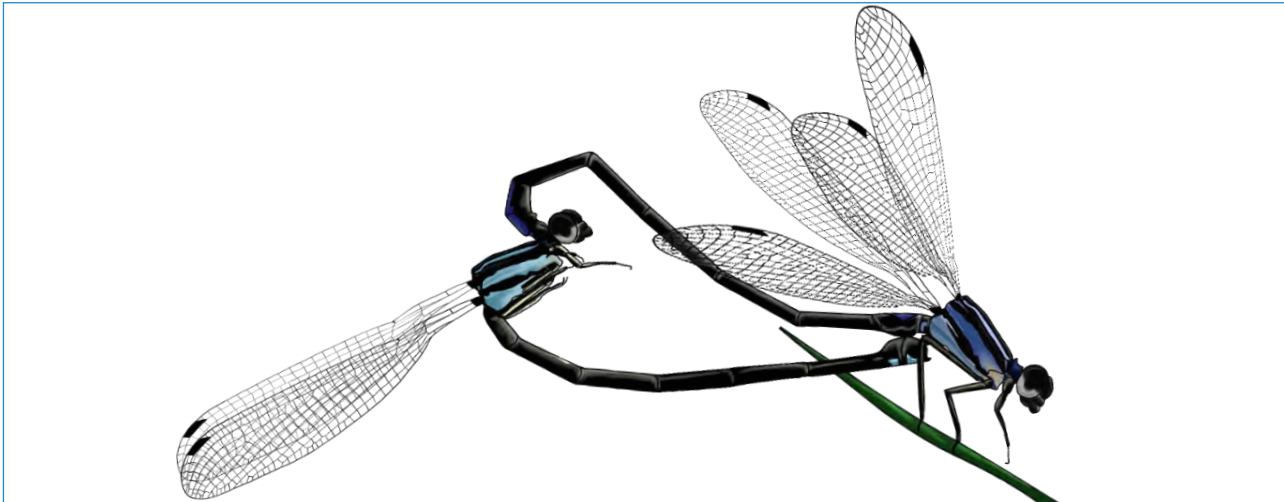


El orden Odonata es uno de los grupos de insectos más antiguos, junto a los efemerópteros hacen su primera aparición en el carbonífero, hace aproximadamente 300 millones de años (Londoño-Vega & Sanches-Herrera, 2022). Actualmente, —a nivel mundial— este orden está representado por 9431 especies (Paulson et al., 2024), distribuidas en tres subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera, este último distribuyéndose, únicamente, en el continente asiático (Bybee et al., 2021). Las especies del orden Odonata son hemimetábolos y presentan dos etapas del ciclo de vida claramente diferenciadas: una etapa ninfal de vida acuática y una etapa adulta de vida aérea; son depredadores en todos sus estados de vida, alimentándose exclusivamente de presas vivas, incluyendo en su dieta arácnidos, insectos, alevinos, renacuajos, entre otros (Londoño-Vega & Sanches-Herrera, 2022); en consecuencia, prestan como servicio ecosistémico el control biológico de las especies objeto de su depredación. Adicionalmente, son indicadores valiosos de la calidad del agua (Chovanec & Waringer, 2001; Kutcher & Bried, 2014) y excelentes modelos en estudios de conservación, comportamiento y ecología (Bota-Sierra et al., 2016, 2022).

Los odonatos adultos exhiben aspectos morfológicos muy característicos, que los hacen muy fáciles de distinguir de los demás insectos. Presentan una cabeza dominada por dos grandes ojos compuestos, un par de antenas reducidas y fuertes mandíbulas. El tórax es robusto, en este se ubican ventralmente tres pares de patas armadas de espinas, y dorsalmente presenta dos pares de alas membranosas, caracterizadas por presentar una venación compleja, presentando en algunas ocasiones una estructura denominada pterostigma. El abdomen es largo y está constituido por diez segmentos abdominales, en los cuales se encuentran los órganos sexuales; en las hembras, el orificio genital se encuentra en el octavo segmento y en los machos el órgano copulador se encuentra en el segundo segmento abdominal (Londoño-Vega & Sanches-Herrera, 2022). Esta es la razón por la cual, al momento del apareamiento se genera la conocida rueda copulatoria en forma de corazón (Figura 20). Los adultos representan la fase reproductiva y son importantes en la dispersión de las poblaciones (Bota-Sierra et al., 2019a); en ese sentido, están fuertemente asociados a cuerpos de agua lénticos y lóticos (Palacino et al., 2017). Así mismo, explotan todo tipo de hábitats terrestres, se pueden encontrar dentro del bosque, desde las copas de los árboles

hasta el sotobosque, y en áreas abiertas como sabanas y desiertos (Bota-Sierra et al., 2019a). Su diversidad está determinada principalmente por factores físicos como exposición solar, temperatura, estructura del hábitat y precipitaciones; y factores biológicos como disponibilidad de alimento, competencia y depredación (Bota-Sierra et al., 2021; 2022).

Figura 20. *Rueda copulatoria.*



Nota. ilustración inspirada en la especie *Argia collata*.
Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



De acuerdo con Álvarez-Álvarez et al. (2023), entre el año 2020 y 2022 se registraron 66 especies de odonatos adultos en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos. Estas especies se encuentran distribuidas en 34 géneros y 7 familias (Tabla 3). En este capítulo solo se encuentran las fotografías de las 23 especies más comunes. El suborden Zygoptera está representado por un total de 21 especies, distribuidas en 4 familias y 11 géneros. La gran mayoría de especies fueron halladas en el canal de drenaje, dado que este cuerpo de agua temporal se encuentra rodeado de una vegetación riparia que favorece las necesidades ecofisiológicas, tales como reproducción, oviposición, termorregulación y alimentación. El suborden Anisoptera está representado por 44 especies, distribuidas en 3 familias y 23 géneros. La mayoría de estas especies fueron encontradas en los estanques artificiales, debido a que los organismos de este suborden usualmente habitan ambientes con baja cobertura vegetal debido a su alta capacidad de dispersión y adaptabilidad a una amplia variedad de ambientes intervenidos.

98 **Tabla 3.** Listado de especies de odonatos adultos del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

Suborden	Familia	Especie
Zygoptera	Calopterygidae	<i>Hetaerina caja</i> (Drury, 1773)
		<i>Hetaerina sanguinea</i> Selys, 1853
		<i>Hetaerina westfalli</i> Rácenis, 1968
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion jessei</i> Leonard, 1977
		<i>Acanthagrion apicale</i> Selys, 1876
		<i>Acanthagrion minutum</i> Leonard, 1977
		<i>Acanthagrion floridense</i> Fraser, 1946
		<i>Acanthagrion fluviatile</i> (De Marmels, 1984)
		<i>Acanthagrion cuyabae</i> Calvert, 1909
		<i>Acanthallagma caeruleum</i> Williamson & Williamson, 1924

Suborden	Familia	Especie
Zygoptera	Coenagrionidae	<i>Argia collata</i> Selys, 1865
		<i>Argia difficilis</i> Selys, 1865
		<i>Argia insipida</i> Hagen in Selys, 1865
		<i>Argia pulla</i> Hagen in Selys, 1865
		<i>Epipleoneura metallica</i> Rácenis, 1955
		<i>Homeoura chelifera</i> (Selys, 1876)
		<i>Ischnura capreolus</i> (Hagen, 1861)
		<i>Nehalennia minuta</i> (Selys in Sagra, 1857)
		<i>Protoneura scintilla</i> Gloyd, 1939
		<i>Protoneura amatoria</i> Calvert, 1907
Anisoptera	Lestidae	<i>Lestes forficula</i> Rambur, 1842
	Perilestidae	<i>Perilestes solutus</i> Williamson & Williamson, 1924
	Aeshnidae	<i>Gynacantha nervosa</i> Rambur, 1842
	Gomphidae	<i>Aphylla theodorina</i> (Navás, 1933)
		<i>Aphylla molossus</i> Selys, 1869
	Libellulidae	<i>Anatya guttata</i> (Erichson in Schomburgk, 1848)
		<i>Brachymesia furcata</i> (Hagen, 1861)
		<i>Brachymesia herbida</i> (Gundlach, 1889)
		<i>Brechmorhoga praedatrix</i> Calvert, 1909
		<i>Diastatops intensa</i> Montgomery, 1940
		<i>Diastatops obscura</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Dythemis nigra</i> Martin, 1897
		<i>Dythemis sterilis</i> Hagen, 1861
<i>Erythemis haematogastra</i> (Burmeister, 1839)		
<i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775)		





Suborden	Familia	Especie
		<i>Erythrodiplax basalis</i> (Kirby, 1897)
		<i>Erythrodiplax fervida</i> (Erichson in Schomburgk, 1848)
		<i>Erythrodiplax fusca</i> (Rambur, 1842)
		<i>Erythrodiplax latimaculata</i> Ris, 1911
		<i>Erythrodiplax umbrata</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Erythrodiplax unimaculata</i> (De Geer, 1773)
		<i>Idiataphe amazonica</i> (Kirby, 1889)
		<i>Macrothemis hemichlora</i> (Burmeister, 1839)
		<i>Miathyria simplex</i> (Rambur, 1842)
		<i>Micrathyria artemis</i> Ris, 1911
		<i>Micrathyria dido</i> Ris, 1911
		<i>Micrathyria pseudeximia</i> Westfall, 1992
		<i>Micrathyria spuria</i> (Selys, 1900)
		<i>Nephepeltia flavifrons</i> (Karsch, 1889)
		<i>Oligoclada pachystigma</i> Karsch, 1890
		<i>Orthemis aequilibris</i> Calvert, 1909
		<i>Orthemis cultriformis</i> Calvert, 1899
		<i>Orthemis discolor</i> (Burmeister, 1839)
		<i>Orthemis schmidti</i> Buchholz, 1950
		<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)
		<i>Perithemis tenera</i> (Say, 1840)
		<i>Perithemis thais</i> Kirby, 1889
		<i>Planiplax phoenicura</i> Ris, 1912
		<i>Planiplax sanguiniventris</i> (Calvert, 1907)
		<i>Rhodopygia cardinalis</i> (Erichson in Schomburgk, 1848)
		<i>Tramea binotata</i> (Rambur, 1842)

Suborden	Familia	Especie
Anisoptera	Libellulidae	<i>Tramea darwini</i> Kirby, 1889
		<i>Tramea rustica</i> De Marmels & Rácenis, 1982
		<i>Uracis fastigiata</i> (Burmeister, 1839)
		<i>Uracis imbuta</i> (Burmeister, 1839)

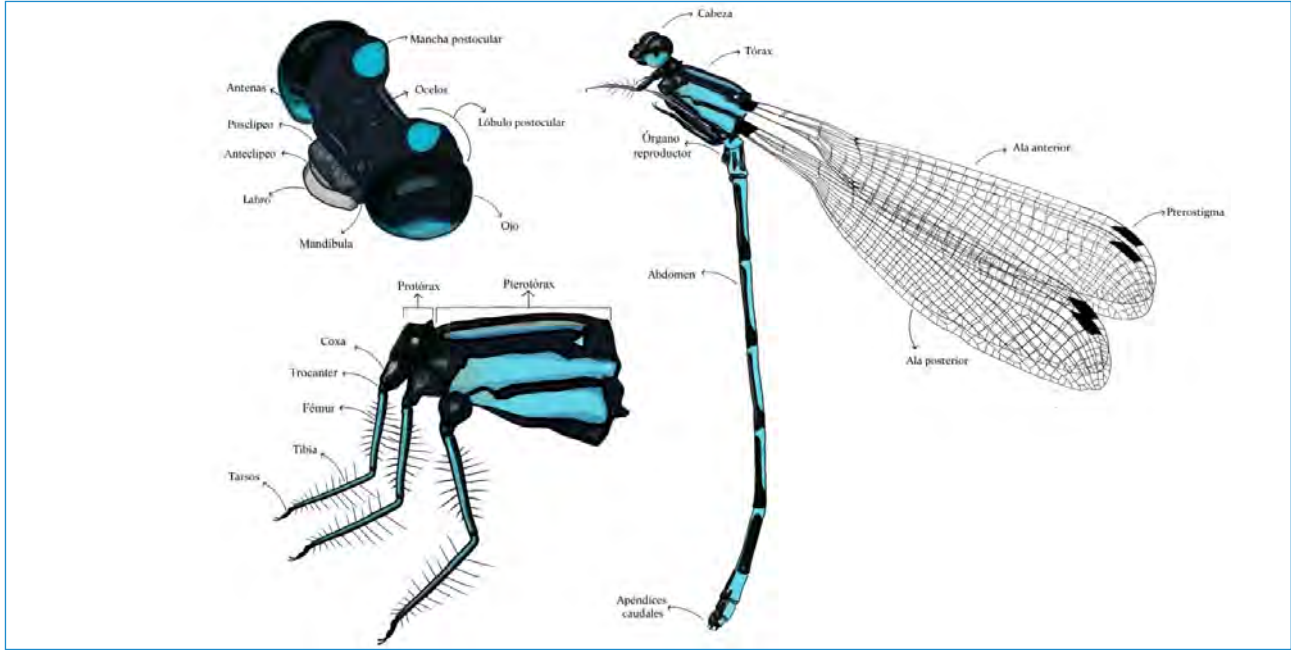
Fuente: elaboración propia de los autores de este capítulo, a partir de los datos recopilados en las salidas de campo.

Suborden Zygoptera—

El suborden Zygoptera es el grupo con mayor diversidad dentro del orden Odonata y está representado por 3283 especies a nivel mundial (Paulson et al., 2023). Los zygopteros son conocidos comúnmente como “caballitos del diablo”, se caracterizan por presentar un cuerpo delgado y esbelto, grandes ojos compuestos separados por una distancia que excede el ancho de los ocelos, alas anteriores y posteriores son semejantes con la base reducida (Figura 21), por lo que vuelan a distancias cortas, presentan un vuelo pausado y de baja velocidad (Corbet, 1999; Garrison et al., 2010; Bota-Sierra et al., 2022). Finalmente, la mayor parte del tiempo permanecen posadas, por lo general, manteniendo las alas verticalmente sobre su cuerpo.



Figura 21. Ilustración de las principales estructuras morfológicas del suborden *Zygoptera*.



Nota: ilustración inspirada en la especie *Argia insipida*.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

– Familia Calopterygidae

Hetaerina westfalli Rácenis, 1968



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Hembras y machos con pterostigma en todas las alas. Hembra: pterotorax con bandas color verde metálico y marrón claro. Abdomen negro con reflejos verde metálico. Alas de coloración ámbar, pterostigmas pálidos. Macho: tórax con bandas en las que predomina el rojo metálico. Abdomen negro con reflejos rojo metálico. Alas con mancha roja en la base, ápice de las alas con una mancha café difusa, puede presentar pterostigma pálido o negro (Garrison, 1990).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía





Hetaerina sanguínea Selys, 1853



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Hembras y machos sin pterostigma en las alas. Hembra: pterotorax con coloración verde metálico y marrón claro. Abdomen oscuro sin ningún patrón, presenta reflejos verdes metálico en los primeros segmentos abdominales. Macho: cabeza de color rojo cobrizo a bronce, bandas torácicas rojas metálicas y cobre. Abdomen oscuro. Alas con mancha roja en la base, ápice del ala posterior con una pequeña mancha roja (Garrison, 1990).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía

– Familia Coenagrionidae

Acanthagrion apicale Selys, 1876



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Hembra: manchas postoculares de color verde, región dorsal del pterotorax con franjas negras, región lateral con una coloración amarillo-verde. Abdomen dorsalmente negro, región ventral de color amarillo. Macho: manchas postoculares de color naranja, en la región dorsal del tórax presenta franjas naranjas y la región lateral con un degradado de naranja a amarillo. Abdomen dorsalmente negro, región ventral color amarillo y naranja, región dorsal de los últimos segmentos abdominales presenta una coloración azul celeste (Leonard, 1977).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía



Argia insipida Hagen in Selys, 1865



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Hembra: manchas postoculares azul celeste, región dorsal del pterotorax presenta franjas de color ocre claro o gris azulado, franjas laterales color azul celeste. Parte dorsal del abdomen negro con una delgada línea azul en el medio dorsal que se prolonga en un anillo proximal azul celeste presente en cada segmento abdominal. Macho: manchas postoculares azules, franjas torácicas azules y negro. Abdomen con franjas azules celeste, a excepción del segmento siete (Garrison & Von Ellenrieder, 2015).



Sistema
lótico



Lluvia

Argia pulla Hagen in Selys, 1865



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Macho: cabeza azul con una mancha negra entre las manchas postoculares y la parte anterior de la frente. Pterotorax con bandas que presentan tonalidades azules o moradas. Abdomen negro con anillos proximales de color azul, últimos tres segmentos abdominales de color azul o morado. Hembra: presentan un patrón de coloración similar al macho, pero con tonalidades más claras, el abdomen es totalmente negro en la región dorsal (Garrison & Von Ellenrieder, 2015).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía





Argia collata Selys, 1865



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción —

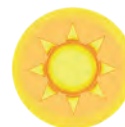
Macho: cabeza con manchas postoculares azul oscuro o violeta. Pterotorax con franjas anteumerales azul oscuro o violeta y franjas laterales azul claro. Abdomen negro, segundo segmento abdominal con una mancha dorsal color azul, últimos tres segmentos abdominales azules (Garrison & Von Ellenrieder, 2015).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía

Argia difficilis Selys, 1865



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Macho: cabeza negra con manchas diagonales y postoculares pequeñas color gris azulado que rodean los ocelos laterales. Pterotorax negro, presenta franjas color gris azulado. Abdomen negro, últimos segmentos abdominales morados (Garrison & Von Ellenrieder, 2007).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequia





Epipleoneura metallica Rácenis, 1955



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Especie de pequeño porte. Macho: protorax y pterotorax dorsalmente con colores verde metalizado, dorso lateralmente con visos color ocre metalizado, parte ventral color azul pálido. Abdomen delgado dorsalmente negro metalizado con visos verde metalizado; los dos últimos segmentos abdominales y la parte ventral color azul grisáceo (Pessacq, 2014).



Sistema
lótico



Lluvia

Ischnura capreolus (Hagen, 1861)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

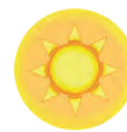
Especie de pequeño porte. Macho: frente, clípeo y labro color verde, manchas postoculares color azul. Pterotórax color verdeazulado, dorsalmente con franjas negras y lateralmente presenta coloración verde. Abdomen dorsalmente negro, con los últimos segmentos abdominales color azul brillante; ventralmente presenta una coloración verde olivácea. Hembra: coloraciones parecidas a los machos, a excepción del tórax el cual es totalmente verde (Bota-Sierra et al., 2019b).



Sistema
léntico



Lluvia



Sequía





Protoneura scintilla Gloyd, 1939



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Macho: cabeza con una pequeña mancha naranja triangular adyacente al ojo compuesto detrás de la antena. Pterotórax dorsalmente negro con franjas anchas color anaranjado y con franjas laterales color amarillo. Coxa, trocánter y porción basal del fémur color amarillo, el resto de la pata es negro. Abdomen delgado, color negro o marrón oscuro con manchas basales color amarillo pálido del tercer al séptimo segmento. Hembra: similar a los machos, pero de color amarillo pálido (Von Ellenrieder & Garrison, 2017).



Sistema
lótico



Lluvia

— Familia Perilestidae

Perilestes solutus Williamson & Williamson, 1924



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Macho: cabeza con patrones de color negro y azul pálido brillante; anillos basales de color azul pálido del tercer al sexto segmento abdominal; en vista ventral los segmentos del octavo al décimo presentan una coloración azul brillante y en vista dorsal presentan una coloración oscura. Hembra: presenta una coloración marrón pálido. Pterotórax con franjas marrón y verde menta. Pterostigma color marrón rojizo. Los segmentos abdominales presentan áreas basales pálidas, S9 con una franja pálida de mayor tamaño. Estos individuos suelen percharse con las alas abiertas (Williamson & Williamson, 1924).



Sistema
lótico



Lluvia

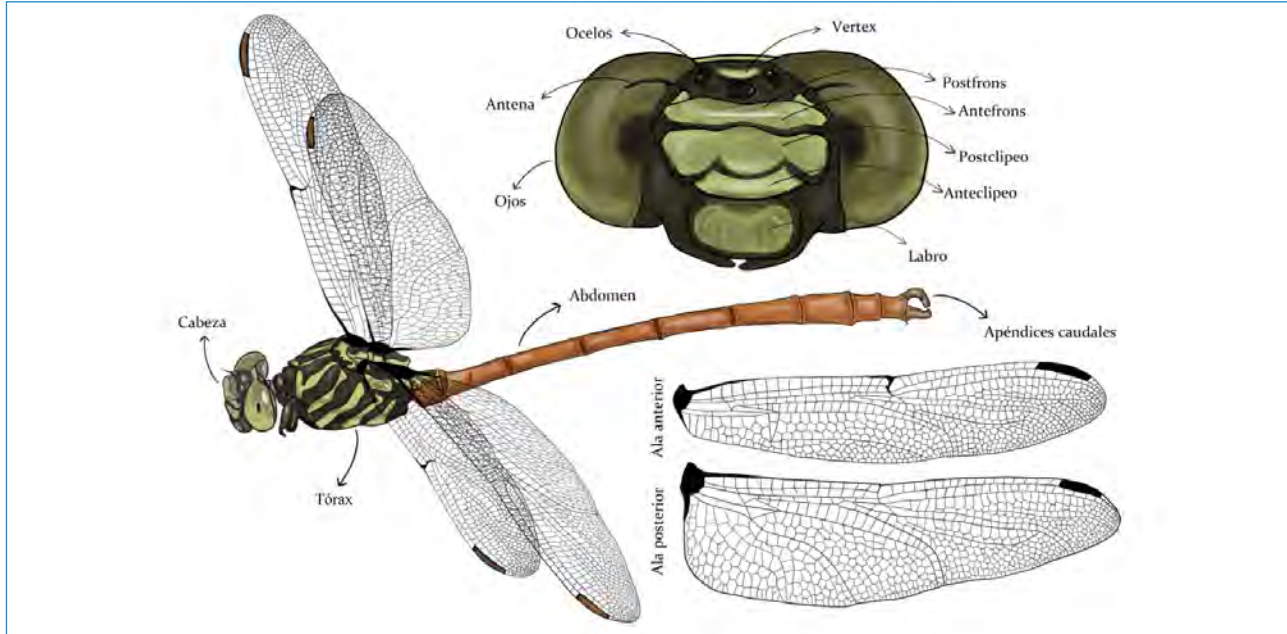




Suborden Anisoptera

El suborden Anisoptera está representado a nivel mundial por 3114 especies (Paulson et al., 2023), presentando una diferencia de tan solo 169 especies con el suborden Zygoptera. Los anisopteros son conocidos comúnmente como libélulas, se caracterizan por presentar un cuerpo robusto, grandes ojos compuestos cercanos entre sí, alas anteriores y posteriores de diferente forma, presentando la base del ala posterior expandida (Figura 22); lo anterior les permite tener un vuelo energético y veloz (Corbet, 1999; Garrison et al., 2006). Este suborden suele encontrarse en vuelo constantemente, descansando pocos segundos con las alas extendidas.

Figura 22. Ilustración de las principales estructuras morfológicas del suborden Anisoptera.



Nota: ilustración inspirada en la especie *Aphylla molossus*.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



— Familia Gomphidae

Aphylla molossus Selys, 1869



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción —

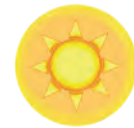
Macho: frente, clipeo y labro color verde oliva. Pterotorax color verde pálido con franjas negras. Abdomen con coloración naranja, tiende a ser más oscura hacia la parte posterior (Belle, 1992).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía



Aphylla theodorina (Navás, 1933)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

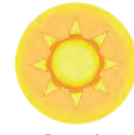
Macho: tórax color amarillo verdoso con franjas negras. Abdomen con franjas de color verde pálido que toman una coloración marrón o naranja hacia la parte distal del abdomen. Costa de las alas en gran parte de color amarillo brillante (Belle, 1992).



Sistema
léntico



Lluvia



Sequía



– Familia Libellulidae

Diastatops obscura (Fabricius, 1775)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Macho: ojos separados dorsalmente. Tórax color marrón-rojizo. Alas con la costa ondulada y con una coloración negro o azul metalizado. Del tercer al octavo segmento abdominal presenta una coloración rojiza dorsalmente. Hembra: similar al macho, pero con alas color ámbar y cuerpo marrón (Heckman, 2006).



Sistema
léntico



Lluvia



Sequía



Erythemis vesiculosa (Fabricius, 1775)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción —

Macho: frente, clipeo, labro, tórax y abdomen color verde limón, los tres primeros segmentos abdominales son ensanchados y totalmente verdes, el resto de los segmentos abdominales presentan franjas negras. Hembra: con patrones de coloración iguales al macho (Palacino et al., 2015).



Sistema
léntico



Lluvia



Sequía





Erythrodiplax fusca (Rambur, 1842)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción —

Macho: frente, tórax y abdomen rojo, las alas posteriores presentan una pequeña mancha basal color ámbar. Abdomen de los machos adultos suele estar recubierto por pruinoscencia (color azul claro o blancuzco que se observa en la parte dorsal del abdomen) desde el tercer segmento hasta el séptimo segmento. Hembra: frente, tórax y abdomen presentan tonalidades amarillentas, marrón o rojizo, esto depende de que tan longevo sea el individuo (Borrer, 1942).



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía

Erythrodiplax umbrata (Linnaeus, 1758)



Fuente fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

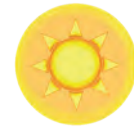
Macho: cuerpo con patrones color verde claro (machos juveniles), coloración marrón oscuro (adultos maduros), la región dorsal del abdomen es oscura. Alas con bandas oscuras en la región media distal. Hembra: patrones de coloración verdes (similares a los machos juveniles), puntas de las alas con una mancha café difusa (Borror, 1942).



Sistema
léntico



Lluvia



Sequía





Erythrodiplax unimaculata (De Geer, 1773)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción —

Macho: cabeza con frente azul metalizado, cuerpo negro. Abdomen con presencia de pruinoscencia del cuarto al séptimo segmento. Base de las alas anteriores y posteriores con una mancha color negro. Hembra: presenta coloraciones similares al macho, pero la extensión de las manchas en las alas varía en longitud (Borrór, 1942).



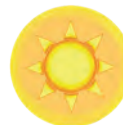
Sistema
léntico



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía

Micrathyria spuria (Selys, 1900)



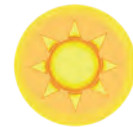
Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Macho: frente, clipeo y labro color blanco o azul celeste. Tórax negro con un patrón de franjas color azul celeste, lateralmente es de color azul. Del primero al séptimo segmento abdominal presentan bandas dorsales de color naranja-amarillo. Cercos muy largos (Costa et al., 2002).



Sistema
léntico



Sequía





Orthemis schmidtii Buchholz, 1950



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

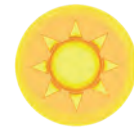
Macho: frente, clípeo, labro con coloración rosa metalizado. Tórax con coloración rosa a púrpura. Abdomen color rojo. Venación alar oscura. Hembra: frente, clípeo y labro marrón con franjas amarillas claras en la parte postocular. Tórax con un patrón de franjas marrón y amarillo pálido. Abdomen marrón dorsalmente, región ventral amarillo pálido, y octavo segmento abdominal presenta un alerón (Von Ellenrieder, 2009).



Sistema léntico



Lluvia



Sequía

Perithemis thais Kirby, 1889



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Macho: frente, cípeo y labro con coloración amarillo claro. Tórax marrón y verde amarillento claro. Abdomen de color ocre con franja dorsal longitudinal color negro, posee alas doradas con bandas negras (Förster, 2001).

125



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Sequía



Rhodopygia cardinalis (Erichson in Schomburgk, 1848)



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción –

Macho: frente, clípeo, labro, tórax y abdomen color rojo intenso, los adultos maduros presentan pruiniscencia en el tórax y abdomen tomando una tonalidad violeta clara. Las alas presentan una mancha basal de color ámbar (Förster, 2001).



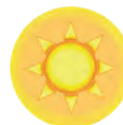
Sistema
léntico



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía

Uracis imbuta (Burmeister, 1839)



Fuente: fotografía tomada por Karen L. Álvarez.

Descripción –

Macho: tórax de los juveniles presenta un patrón de coloración verde oliva con manchas negras. Los adultos maduros presentan una coloración azulada debido a la pruinoscencia, puntas de las alas con una mancha negra. Hembra: presenta los mismos patrones de coloración que los machos (Förster, 2001).

127



Sistema
léntico



Sistema
lótico



Lluvia



Sequía



Deeds

Capítulo 4 — — Peces



Miguel Ángel Cortés-Hernández^{1,2,3}, Hernando Ramírez-Gil², Karen Lineke Álvarez-Álvarez²

¹ Fundación Miguel Lillo – Unidad Ejecutora Lillo, FONCYT, San Miguel de Tucumán, Argentina.

² Grupo de Investigación Evaluación, Manejo y Conservación de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

³ Grupo de Investigación Cuencas, Fundación Neotropical Cuencas, Arauca, Colombia.



Los peces se caracterizan por ser vertebrados acuáticos ectotermos (exceptuando algunos tiburones, atunes y merlines que presentan endotermia regional), con apéndices de locomoción denominadas aletas, cuyo órgano respiratorio son las branquias y un cuerpo usualmente cubierto por escamas (Berra, 2001; Wegner et al., 2015; Harding et al., 2021). Los peces constituyen el grupo de vertebrados con el mayor número de especies en el planeta tierra, con una riqueza aproximada de 37.003 especies (Fricke et al., 2024).

Desde eras primitivas hasta la actualidad, los peces han ocupado casi todos los principales hábitats acuáticos; desde lagos, océanos polares, pantanos tropicales, estanques temporales, charcas intermareales o profundidades oceánicas hasta ríos y sistemas extremófilos (Helfman et al., 2009). Han sido necesarios millones de años de evolución para adquirir sus impresionantes adaptaciones morfológicas, funcionales y fisiológicas.

Para Colombia se listan 1692 especies de peces dulceacuícolas, siendo las cuencas del río Amazonas y Orinoco las de mayor representatividad taxonómica y endemismo (DoNascimento et al., 2023). Sin embargo, son sistemas hidrogeográficos pobremente estudiados, en especial las corrientes de primer orden (Van der Sleen & Albert, 2018). Para el canal de drenaje del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos se registran aproximadamente 10 especies de peces, agrupados en cuatro órdenes y 8 familias (Tabla 4), las cuales se caracterizan a continuación:

Tabla 4. Listado de especies de peces del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos

Orden	Familia	Especies
Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)
	Lebiasinidae	<i>Pyrhulina lugubris</i> Eigenmann, 1922
	Acestrorhamphidae	<i>Hemigrammus barrigona</i> Eigenmann & Henn, 1914
		<i>Hyphessobrycon metae</i> Eigenmann & Henn, 1914

Orden	Familia	Especies
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Megalechis picta</i> (Müller and Troschel, 1848)
		<i>Osteogaster melanotaenia</i> (Regan, 1912)
	Loricariidae	<i>Hypostomus plecostomoides</i> (Eigenmann 1922)
	Heptapteridae	<i>Rhamdia</i> sp. Bleeker, 1858
Blenniiformes	Cichlidae	<i>Aequidens metae</i> Eigenmann, 1922
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795

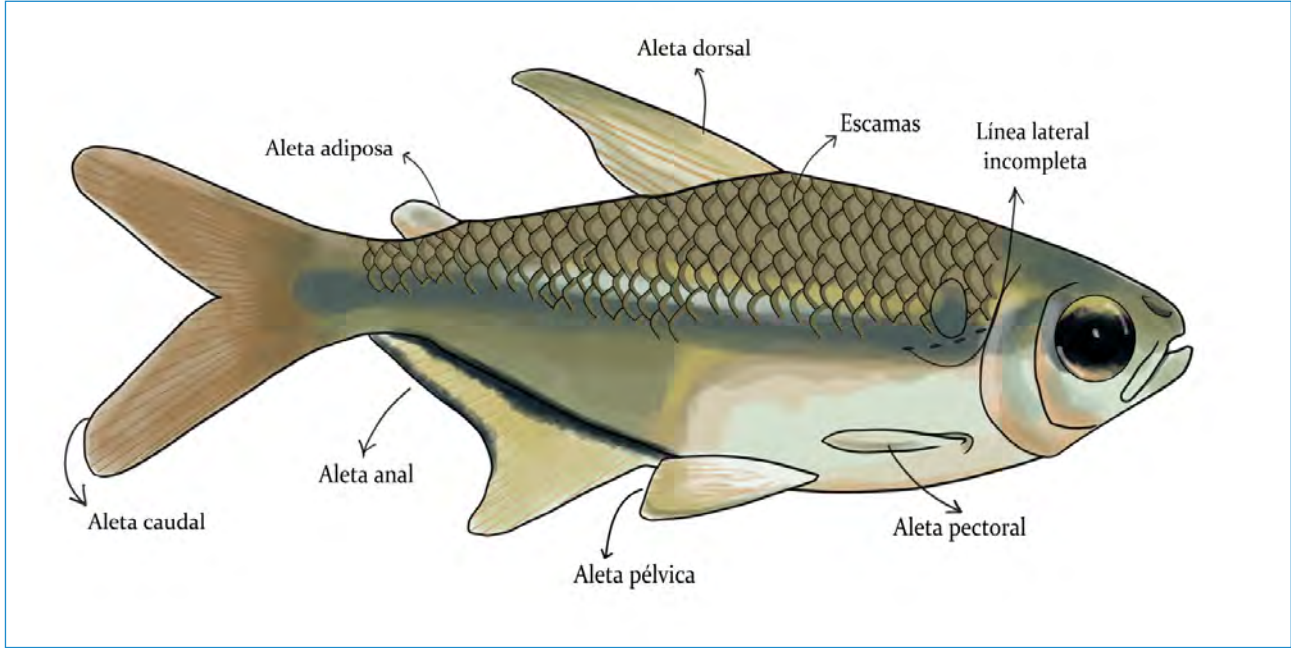
Fuente: elaboración propia de los autores de este capítulo, a partir de los datos recopilados en las salidas de campo.

Orden Characiformes —

Los Characiformes comprenden actualmente 2361 especies válidas, agrupadas en 29 familias y 291 géneros (Fricke et al., 2024). Los carácidos se encuentran confinados a ecosistemas de agua dulce, distribuidos en África, Estados Unidos, México, Centroamérica y Suramérica (Nelson et al., 2016). Los carácidos se pueden distinguir por tener un cuerpo cubierto de escamas; dientes usualmente muy desarrollados y multicúspidos, con boca no protráctil; barbillas ausentes; aleta pélvica con 5–12 radios; aleta anal corta o moderadamente larga, con menos de 45 radios. Finalmente, línea lateral ligeramente decurvada, algunas veces incompleta (Nelson et al., 2016) (Figura 23).



Figura 23. Estructuras morfológicas características del orden Characiformes.



Nota: ilustración inspirada en la especie *Hemigrammus barrigona*.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.

– Familia Erythrinidae

***Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)**

Nombre común: Dientón, dormilón, guabina, moncholo (Oyakawa, 2003).



Fuente: fotografía tomada por Hernando Ramírez Gil.



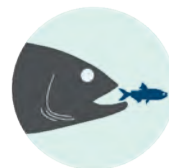


Descripción —

Cuerpo subcilíndrico. Cabeza elongada y profunda. Sexta placa infraorbital sin división transversal. Ojos pequeños. Boca subterminal. Extremo distal de la maxila con una proyección dorsal. Dientes cónicos. Aleta dorsal con 11–12 radios ramificados; origen de la aleta dorsal ligeramente anterior al origen de las aletas pélvicas. Aleta adiposa ausente. Aleta caudal con margen distal redondeado. Aleta anal corta, con 8–9 radios ramificados. Línea lateral completa con 40–42 escamas perforadas (Oyakawa & Mattox, 2018; Ramírez-Gil et al., 2011).

— Coloración

Cuerpo de color café a café oscuro, superficie ventral blanquecina. Sección dorsal y lateral del cuerpo con manchas marrones irregulares, juveniles con una franja marrón conspicua que se extiende desde el ojo hasta la base de la aleta caudal. Membranas interradales de las aletas con manchas marrones irregulares (Ramírez-Gil et al., 2011).



Carnívoro



Ornamental



Consumo

– Familia Lebiasinidae

***Pyrrhulina lugubris* Eigenmann, 1922**

Nombre común: Pirrulina, copeína (Galvis et al., 2007; Ramírez-Gil et al., 2011).



Fuente: fotografía tomada por Hernando Ramírez Gil.





Descripción –

Cuerpo distintivamente más elongado que profundo. Cabeza pequeña. Ojos grandes para la proporción de la cabeza. Boca superior. Premaxila con dos hileras de dientes cónicos. Membrana opercular unida al istmo anteriormente. Aleta dorsal con 8 radios ramificados; origen de la aleta dorsal posterior al origen de las aletas pélvicas. Aleta adiposa ausente. Aleta caudal bifurcada, con el lóbulo superior más largo que el inferior. Aleta anal corta, con 7–8 radios ramificados. Línea lateral completa con 22–24 escamas perforadas (Galvis et al., 2007; Netto-Ferreira, 2018; Ramírez-Gil et al., 2011; Taphorn, 2003).

– Coloración

Cuerpo de color plateado, superficie ventral blanquecina. Cabeza con una estrecha franja oscura que se extiende desde el hocico, pasa por detrás del ojo y finaliza unas pocas escamas posteriores al opérculo. La aleta dorsal tiene una mancha oscura negra y es bordeada anteriormente de amarillo o anaranjado. Los márgenes de las aletas anal, pectoral y pélvica son negras en los machos (Eigenmann, 1922; Taphorn, 2003).



Insectívoro



Ornamental

– Familia Acestrorhamphidae

***Hemigrammus barrigona* Eigenmann & Henn, 1914**

Nombre común: Sardinita, guarupaya (Ramírez-Gil et al., 2011).



Fuente: fotografía tomada por Hernando Ramírez Gil.





Descripción –

Cuerpo profundo y comprimido. Cabeza pequeña. Ojos grandes. Boca terminal. Premaxila con dos hileras de dientes multicuspidos. Aleta dorsal con 9 radios ramificados; origen de la aleta dorsal ligeramente posterior al origen de las aletas pélvicas. Aleta adiposa presente. Aleta caudal bifurcada, con ambos lóbulos caudales de igual longitud. Aleta anal relativamente larga, con 21–24 radios ramificados. Línea lateral incompleta, y la aleta caudal cubierta parcialmente de escamas pequeñas (Van Der Sleen & Lima, 2018; Taphorn, 2003).

– Coloración

Cuerpo de color verde oliva, superficie ventral blanquecina. Perfil lateral del cuerpo con una franja lateral amarilla iridiscente que se extiende desde el opérculo hasta la base de la aleta caudal. Presencia de una mancha humeral difusa alargada horizontalmente. Pedúnculo caudal con una mancha oscura con forma de gota que no se extiende más allá de los radios. Base de la aleta anal con una franja oscura conspicua (Ramírez-Gil et al., 2011).



Omnívoro



Ornamental

***Hyphessobrycon metae* Eigenmann & Henn, 1914**

Nombre común: Sardinita, guarupaya (Ramírez-Gil et al., 2011)



Fuente: fotografía tomada por Hernando Ramírez Gil.





Descripción –

Cuerpo pequeño y comprimido. Cabeza pequeña. Ojos grandes. Boca terminal. Premaxila con dos hileras de dientes multicuspídos. Aleta dorsal con 9–10 radios ramificados; origen de la aleta dorsal ligeramente vertical al origen de las aletas pélvicas. Aleta adiposa presente. Aleta caudal bifurcada, con ambos lóbulos caudales de igual longitud. Aleta anal relativamente larga, con 18–20 radios ramificados. Línea lateral incompleta con 6–7 escamas perforadas (Van Der Sleen & Lima, 2018; Taphorn, 2003).

– Coloración

Cuerpo de color verde oliva, superficie ventral blanquecina. Perfil lateral del cuerpo con una franja lateral amarilla iridiscente que se extiende desde el opérculo hasta la base de la aleta caudal. Presencia de una mancha humeral difusa. Aleta caudal con una mancha oblonga. Sección inferior del pedúnculo caudal con pigmentación oscura concentrada, asemejando un triángulo oscuro, que se extiende desde el origen de los radios anales hasta la base de la aleta caudal (Eigenmann & Henn, 1914).



Omnívoro

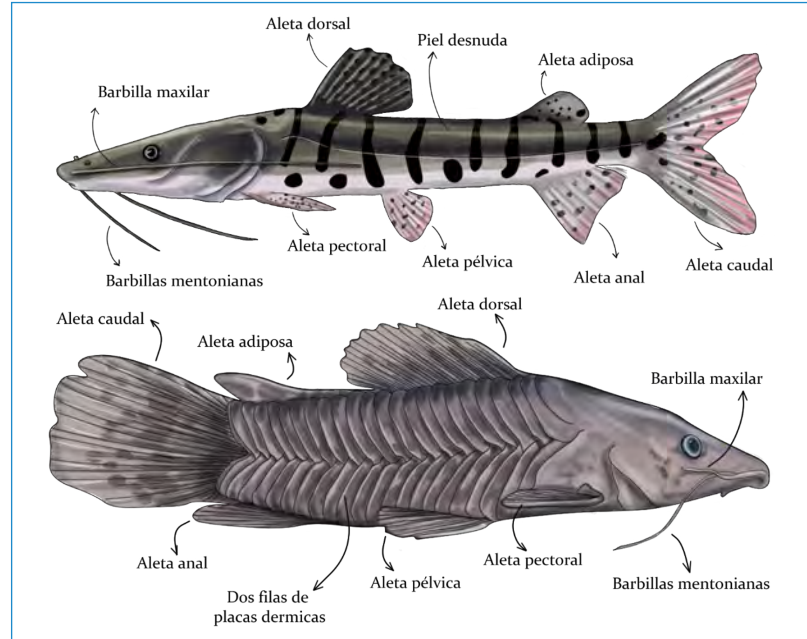


Ornamental

Orden Siluriformes —

Los Siluriformes, comúnmente conocidos como bagres, comprenden actualmente 4270 especies distribuidas en 41 familias (Fricke et al., 2024). Los miembros de este orden se encuentran en una variedad de hábitats, incluidas las aguas dulces, marinas y estuarias de todo el mundo (Sullivan et al., 2006). Los Siluriformes se pueden reconocer por presentar un cuerpo libre de escamas o cubierto por placas dérmicas (p.ej. Callichthyidae y Loricariidae), tres pares de barbillas en la cabeza: una maxilar y dos mentonianas. Aleta adiposa usualmente presente. Primer radio de la aleta pectoral y dorsal simple, en ocasiones completamente osificado formando una espina punzante (Nelson et al., 2016) (Figura 24).

Figura 24. Estructuras morfológicas características del orden Siluriformes.



Nota: ilustración inspirada en las especies *Pseudoplatystoma magdalenae* (superior) y *Megalechis picta* (inferior).

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez



— Familia Callichthyidae

Megalechis picta (Müller and Troschel, 1848)



Fuente: fotografía tomada por Miguel Ángel Cortés.

Descripción —

Cuerpo pequeño y comprimido, recubierto de dos filas de placas dérmicas que se extienden desde la cabeza hasta la base de aleta caudal. Cabeza corta y ancha. Ojos grandes en posición laterodorsal. Boca subterminal, ligeramente inferior con dientes viliformes. Comisura bucal con dos pares de barbillas (maxilar y mentoniana externa), barbilla maxilar alcanzando el origen de la aleta pélvica. Primer radio dorsal osificado (espina) y largo (52.0–64.0%). Aleta dorsal con 8 radios ramificados. Aleta adiposa presente. Aleta caudal redondeada. Aleta anal corta, con 4–5 radios ramificados. Línea de poros sensoriales completa (Reis et al., 2005).

Coloración —

Cuerpo de color marrón o café, superficie ventral blanquecina. Perfil lateral del cuerpo con puntos marrones. Aleta dorsal con puntos marrones pigmentando solo los radios. Aleta caudal con una barra vertical oscura en la parte medial, margen distal con un contorno oscuro.



Omnívoro



Ornamental



Osteogaster melanotaenia (Regan 1912)

Nombre común: Corredora verde (Ramírez-Gil et al., 2011).



Descripción –

Cuerpo esbelto, recubierto de dos filas de placas dérmicas que se extienden desde la cabeza hasta la base de aleta caudal. Cabeza profunda, con un hocico comprimido. Ojos moderados. Boca inferior con dientes viliformes. Comisura bucal con dos pares de barbillas (maxilar y mentoniana externa). Primer radio dorsal y pectoral osificado (espina). Aleta dorsal con 8 radios ramificados. Aleta adiposa presente. Aleta caudal bifurcada, con ambos lóbulos caudales de igual longitud. Aleta anal corta, con 5–6 radios ramificados. Línea de poros sensoriales completa (Ramírez-Gil et al., 2011, Reis & Van der Sleen, 2018).

Coloración –

Cuerpo de color verde iridiscente, superficie ventral amarilla. Cabeza en la superficie dorsal de color verde, región occipital con una tonalidad más clara, que asemeja a un collar nucal despigmentado. La pigmentación del cuerpo se concentra en la parte superior, dando la apariencia de un triángulo verde, que se extiende desde el proceso cleitral hasta la base de la aleta caudal; finalizando con dos manchas verticales. Tiene aletas amarillas (Ramírez-Gil et al., 2011).



Omnívoro



Ornamental



– Familia Loricariidae

Hypostomus plecostomoides (Eigenmann 1922)

Nombre común: Hipostomo (Ramírez-Gil et al., 2011).



Descripción –

Cuerpo robusto, recubierto de una armadura ósea. Cabeza elongada y profunda, con un hocico deprimido. Ojos grandes. Boca inferior con un labio ovalado, dientes espatulados. Ausencia de odontodes hipertrofiados. Aleta dorsal, pectoral y pélvica con el primer radio osificado, dando origen a una espina. Aleta dorsal con 7 radios ramificados; origen de la aleta dorsal ligeramente anterior al origen de las aletas pélvicas. Aleta adiposa presente, con una placa preadiposa. Pedúnculo caudal con cinco filas de placas. Aleta caudal bifurcada, con ambos lóbulos caudales de igual longitud. Aleta anal corta, con 4–5 radios ramificados. Línea de poros sensoriales completa (Armbruster et al., 2018; Ramírez-Gil et al., 2011).

Coloración –

Cuerpo de color café, superficie ventral blanquecina. Cabeza y cuerpo con manchas circulares conspicuas de color marrón, las de la cabeza presentan un menor diámetro. Todas las aletas están cubiertas de manchas marrones en las membranas interradiales.



Detritívoro



Ornamental



Consumo



— Familia Heptapteridae

***Rhamdia* sp. Bleeker, 1858**

Nombre común: Bagre, barbilla.



Descripción –

Cuerpo elongado. Cabeza corta y profunda. Ojos moderados. Boca subterminal con dientes vilifromes. Barbilla maxilar alcanzando o superando ligeramente el origen de la aleta anal. Barbilla mentoniana externa casi alcanzando el origen de la aleta pélvica. Aleta pectoral con el primer radio osificado, que da origen a una espina con ligeras aserraciones en la margen posterior. Aleta dorsal con 6 radios ramificados; origen de la aleta dorsal anterior a la inserción de las aletas pélvicas. Aleta adiposa larga y profunda, con margen distal redondeado. Aleta caudal bifurcada, con ambos lóbulos caudales de igual longitud. Aleta anal corta, con 7–9 radios ramificados. Línea de poros sensoriales completa (Ramírez-Gil et al., 2011).

Coloración –

Cuerpo de color café, superficie ventral blanquecina. El perfil lateral y dorsal del cuerpo con manchas moteadas cafés. Aleta dorsal presenta los radios y la membrana oscurecida, con una franja despigmentada en la base. Las aletas pectorales, pélvicas y anal ligeramente oscurecidas. Aleta adiposa con el mismo patrón moteado. Lóbulo inferior de la aleta caudal más oscuro.



Insectívoro



Consumo

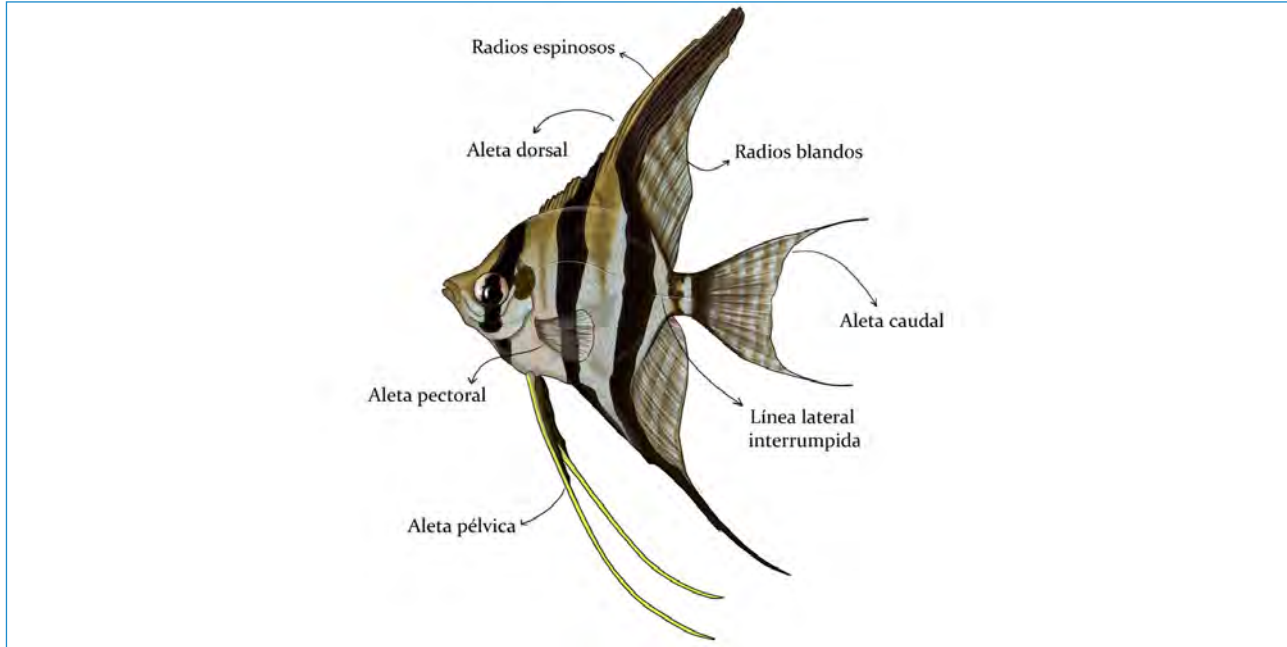




Orden Blenniiformes —

El orden de los Blenniiformes es uno de los que tiene mayor riqueza de especies en el mundo, con alrededor de 5865 especies descritas y cientos de especies adicionales no descritas (Dornburg & Near, 2021). Dentro de este orden, la familia Cichlidae es una de las más representativas con una riqueza aproximada de 1740 especies, con distribución en aguas dulces tropicales y subtropicales de América del Sur y Central, África, Madagascar y partes del sur de la India y Medio Oriente (Kullander et al., 2018). Los cíclidos se pueden reconocer fácilmente por presentar de 7 a 24 espinas en la aleta dorsal (generalmente 13–16), 2 a 12 espinas en la aleta anal (generalmente 3); y una sola fosa nasal a cada lado de la cabeza. La línea lateral es interrumpida (Figura 20), con la línea anterior más próxima a la base de la aleta dorsal y la línea posterior a lo largo de la mitad del pedúnculo caudal (Kullander, 2003; Kullander et al., 2018).

Figura 25. Estructuras morfológicas características de la familia Cichlidae.



Nota: ilustración inspirada en la especie *Pterophyllum altum*.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



— Familia Cichlidae

Aequidens metae Eigenmann, 1922

Nombre común: Mojarra amarilla, viejita (Ramírez-Gil et al., 2011).



Fuente: fotografía tomada por Hernando Ramírez Gil.

Descripción—

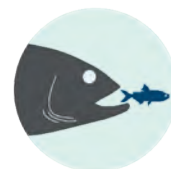
Cuerpo comprimido y profundo. Cabeza profunda y convexa. Ausencia de escamas preoperculares. Ojos grandes. Boca subterminal. Primer arco branquial sin una proyección carnosa en la margen superior. Patrón de escamas predorsales triseriada. Aleta dorsal sin una incisión distintiva entre la porción espinosa y blanda, con 14–16 espinas y 10–12 radios blandos. Ramificados; origen de la aleta dorsal anterior al origen de las aletas pélvicas. Aleta caudal redondeada. Aleta anal corta, con 3 espinas y 8–10 radios ramificados. Línea lateral interrumpida, línea lateral inferior con 24–25 escamas perforadas (Kullander et al., 2018).

Coloración —

Cuerpo de color amarillo, superficie ventral blanquecina. Cabeza amarilla, región occipital con un collar nucal negro, que asemeja a una barra. Preopérculo con una mancha oscura vertical. Un ocelo negro en medio del cuerpo. Cuerpo con 6–7 barras negras separadas entre sí. Un ocelo negro en la base del lóbulo caudal superior. Membranas interradiales de las aletas amarillas (Eigenmann, 1922).



Insectívoro



Carnívoro



Ornamental

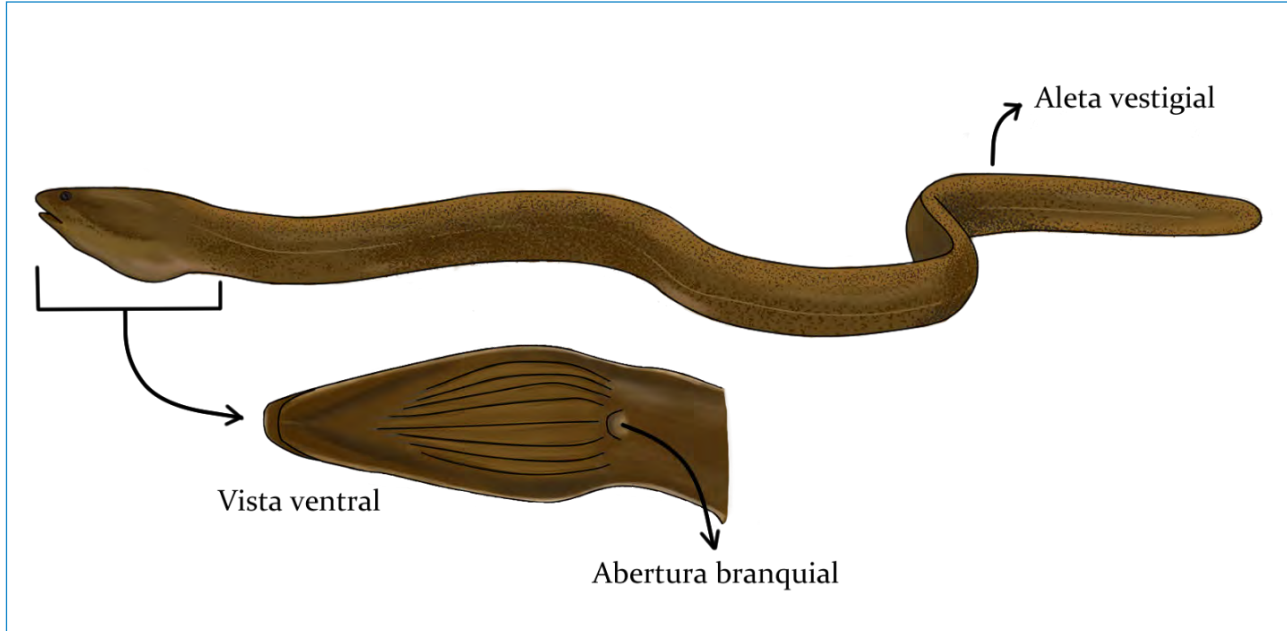




Orden Synbranchiformes —

Synbranchiformes, comúnmente conocido como anguilas de pantano, comprende actualmente 140 especies distribuidas en cuatro familias (Fricke et al., 2024). Los miembros de este orden se encuentran en una variedad de hábitats, incluidas las aguas dulces y estuarinas de América Central y del Sur, Cuba, África occidental, Asia y el archipiélago indoaustraliano (Nelson et al., 2016). Se pueden reconocer por presentar un cuerpo anguiliforme, con ausencia de aletas pélvicas. Las membranas branquiales están fusionadas, abiertas en forma de poro y flanqueada por pliegues profundos, ubicada en la sección ventral del cuerpo (Nelson et al., 2016) (Figura 26).

Figura 26. Estructuras morfológicas características del orden Synbranchiformes.



Nota: ilustración inspirada en la especie *Synbranchus marmoratus*.

Fuente: ilustración elaborada por Karen L. Álvarez.



– Familia Synbranchidae

Synbranchus marmoratus Bloch, 1795

Nombre común: Anguila.



Descripción —

Cuerpo anguiliforme, carente de aletas pectorales, pélvicas y caudales. Aleta dorsal y anal rudimentarias (reducidas a una cresta sagital media sin radios). Ojos pequeños. Membranas branquiales fusionadas, en forma de hendidura ubicada en la región ventral de la cabeza. Boca terminal. Extremo caudal terminando en punta (Van der Sleen & Albert, 2018).

Coloración —

Cuerpo de color verde, café o marrón, superficie ventral café. Con presencia de puntos oscuros homogéneos y patrón jaspeado a lo largo de todo el cuerpo. Aletas rudimentarias de color café (Ramírez-Gil et al., 2011).



Carnívoro



Positivo

Glosario

- Abdomen:** tercera gran región del cuerpo de los insectos, compuesta generalmente por nueve a once anillos o segmentos y desprovista de patas en el estado adulto (Vázquez et al., 2004).
- Acineto:** células vegetativas transformadas con función de esporas de resistencia (Anagnostidis & Komárek, 1988).
- Aerotopos:** vesículas de gas que permiten generar movimientos como flotar o hundirse dependiendo de sus necesidades para captar luz o de los factores ambientales asociados en la columna de agua (Burgos, 2010).
- Aleta:** estructura de locomoción de los peces, conformados por radios y espinas (Bemvenuti & Fischer, 2010).

- Algas macroscópicas:** con filamentos ramificados con un eje principal, grandes células alargadas y una espiral de célula pequeña, unidas por un nudo (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
- Algas microscópicas:** pared celular no segmentada; la externa compuesta por pectina y la interna por celulosa (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
- Almidón:** polímero compuesto por amilosa y amilopectina (Delpeuch & Favier, 1980).
- Antenómeros:** Cada uno de los segmentos que forma la antena de un insecto (Vázquez et al., 2004).
- Arco branquial:** esqueleto óseo que sostiene los filamentos branquiales y branquiespinas (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Barbilla:** proyección sensorial alargada, carnosa, similar a un tentáculo, que se encuentra en la cabeza, generalmente cerca de la boca (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Boca terminal:** mandíbula superior e inferior terminado a la misma longitud (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Boca subterminal:** mandíbula inferior ligeramente más corta que la mandíbula superior (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Boca inferior:** mandíbulas posicionadas en la región ventral de la cabeza (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Branquia:** órgano respiratorio pareado de los peces, compuesto de filamentos branquiales ubicados sobre el arco branquial (Maldonado et al., 2005).
- Cenobios:** grupo de células que conforman una colonia de algas (Burgos, 2010).

Clípeo:	esclerito impar ubicado en la cara anterior de la cabeza, entre la frente y el labro. También llamado epistoma (Vázquez et al., 2004).
Clorofila:	pigmentos naturales que ayudan a la fotosíntesis (Streit et al., 2015).
Cloroplasto:	organelo donde ocurren todas las reacciones fotosintéticas. Pueden tener una o más pirenoides (Val et al., 1987)
Coxa:	segmento basal de la pata por medio del cual esta se articula al tórax (Vázquez et al., 2004).
Cuerpo anguiliforme:	con forma o parecido a una anguila (Van der Sleen & Albert, 2018).
Diente cónico:	diente puntiagudo y corto, sin una o más cúspides (Van der Sleen & Albert, 2018).
Diente multicúspido:	dientes que poseen más de una proyección en punta (Van der Sleen & Albert, 2018).
Diente viliforme:	dientes delgados y largos, se encuentran organizados irregularmente en filas (Van der Sleen & Albert, 2018).
Epicraneal:	sutura en forma de “Y” dispuesta sobre la cara dorsal de la cabeza (Vázquez et al., 2004).
Epivalva:	valva superior y de mayor tamaño (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
Escama:	lámina de origen dérmico que cubre total o parcialmente el cuerpo de los peces (Van der Sleen & Albert, 2018).
Espina:	radio osificado y no ramificado, ubicado en las aletas (Van der Sleen & Albert, 2018).

- Estigma:** consiste en un número de glóbulos que contienen carotenoides, lo cual le da su coloración roja, cuya función es fotorreceptora ayudando a la célula a ubicarse respecto de la intensidad y dirección de la luz (Núñez-Avellaneda, 2008).
- Estrías:** conjunto de poros que rodean las valvas formando bandas, estos permiten el intercambio de agua (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
- Fémur:** segmento de la pata, casi siempre el de mayor tamaño, espesor y potencia, que se articula al tórax por medio de la coxa y el trocánter, y está unido a la tibia en su parte distal (Vázquez et al., 2004).
- Flagelo:** órgano locomotor (Núñez-Avellaneda, 2008).
- Franja lateral:** banda de color a lo largo del costado del cuerpo (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Frústulo:** compuesto de dos partes iguales llamadas tecas. Pared celular formada de proteínas, polisacáridos y poliamidas con impregnaciones de ácido silíceo que le confieren rigidez a la célula, originando las estrías (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
- Hemimetábola:** término que hace referencia a una metamorfosis gradual o incompleta (Gullan & Cranton, 2014).
- Heterocisto:** Célula especializada cuya función es favorecer la fijación de nitrógeno (Burgos, 2010).
- Hipognata:** cabeza vertical con las piezas bucales dirigidas hacia abajo, es decir, que el eje cefálico forma un ángulo recto con el eje del cuerpo (Vázquez et al., 2004).

Hipostomio:	parte estrecha del área subgenal de la cabeza por detrás de la mandíbula (Vázquez et al., 2004).
Hipovalva:	valva inferior y de menor tamaño (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
Istmo:	estrecho que une dos semi-células (Burgos, 2010).
Labro:	el labio superior, a continuación de clípeo en el frente de la boca (Vázquez et al., 2004).
Léntico:	sistemas acuáticos que, debido a su estructura cerrada sus aguas permanecen estancadas, tales como lagos y lagunas (Schindler & Scheuerell, 2002).
Línea lateral:	canal sensorial a lo largo de la parte media del cuerpo con una serie de poros a través de escamas especializadas (Van der Sleen & Albert, 2018).
Lótico:	sistemas acuáticos en los que el agua fluye, siguiendo el curso hacia una sola dirección, tales como los ríos y arroyos (Schindler & Scheuerell, 2002).
Mesonoto:	parte media superior del tórax (Vázquez et al., 2004).
Ninfa:	etapa de la metamorfosis incompleta, reconocida por ser una forma inmadura, caracterizada por la ausencia de alas y genitalia no desarrollada (Gullan & Cranston, 2014).
Nódulo central:	puente de sílice en la región central (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
Núcleo:	orgánulo celular que contiene la información genética (Lodish, 2005).
Ocelos:	órgano visual unifacetado. Ojo simple (Vázquez et al., 2004).

- Odonata:** etimológicamente se deriva del término griego Odontognatha que significa mandíbulas dentadas (De Marmels, 2003).
- Odontodes:** estructuras compuestas de dentina que se encuentran en la superficie externa de las placas dérmicas (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Opérculo:** estructura ósea que cubre y protege las branquias (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Oviposición:** puesta de huevos mediante el órgano ovopositor de las hembras de los insectos (Gullan & Cranston, 2014).
- Palpo:** cada uno de los apéndices sensoriales segmentados del aparato bucal (Vázquez et al., 2004).
- Pared celular:** capa resistente compuesta de polisacáridos como celulosa, que le confiere protección a la célula (Lodish, 2005).
- Pirenoide:** órganos refrigerantes que se encuentran en los cloroplastos. Constituidos de proteínas y rodeados o no de almidón (Fanés et al., 2009).
- Placa dérmica:** cubierta osificada semejante a una armadura que protege el cuerpo (Bemvenuti & Fischer, 2010).
- Prementón:** porción del labio que representa a los estípites fusionados del segmento par de maxilas de los insectos primitivos (Vázquez et al., 2004).
- Pronoto:** cara superior del protórax de los insectos. Arcada dorsal o tergal del protórax (Vázquez et al., 2004).

- Radios:** elementos óseos de sostén que segmentan las aletas (Van der Sleen & Albert, 2018).
- Rafe:** ranuras que atraviesan la valva de forma longitudinal de un nódulo polar hacia el otro (Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).
- Sotobosque:** vegetación formada por hierbas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque (Pérez-Flores et al., 2020).
- Tricoma:** células del filamento dispuestas en líneas (Burgos, 2010).
- Trocánter:** segundo segmento de la pata de los insectos, entre la coxa y el fémur, a veces reducido a un simple lóbulo en la parte proximal del fémur (Vázquez et al., 2004).
- Vacuola:** orgánulo celular que contiene enzimas hidrolíticas y sustratos en vías de digestión, para el desecho de sustancias (Naab, 2006).
- Vegetación riparia:** vegetación que se desarrolla cerca de ríos y arroyos (Gurnell, 2014).

Reference

Referencias

- Abalde, J., Cid, A., Fidalgo, P., Torres, E., & Herrero, C. (1995). *Microalgas: cultivo y aplicaciones*. Universidade da Coruña.
- Aguilera-Giraldo, I. A., & Vásquez-Ramos, J. M. (2019). Distribución espacial y temporal de Elmidae (Insecta: Coleoptera) y su relación con los parámetros fisicoquímicos en el río Ocoa, Meta, Colombia. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 43(166), 108–119. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.833>
- Alfonso, C., & Sánchez, F. (2020). Mamíferos no voladores en un campus universitario de la Orinoquia colombiana. *Mammalogy Notes*, 5(1-2), 29–39. <https://doi.org/10.47603/manovol5n2.29-39>
- Álvarez-Álvarez, K. L., Bota-Sierra, C. A., & Vásquez-Ramos, J. M. (2022a). New species records in *Acanthagrion*, *Nehalennia*, and *Perilestes* (Odonata: Zygoptera) for Colombia. *Biota colombiana*, 23(2), 1–8.

- Álvarez-Álvarez, K. L., Bota-Sierra, C. A., & Vásquez-Ramos, J. M. (2022b). New records of genera *Aphylla* and *Micrathyria* for Colombia (Odonata: Gomphidae, Libellulidae). *Notulae odonatologicae*, 9(8), 358-366.
- Álvarez-Álvarez, K. L., Cortés-Hernández, M. A., Vásquez-Ramos, J. M., & Bota-Sierra, C. A. (2023). Libélulas del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. *Ecosistemas*, 32(1), 2442-2442. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2442>
- Amat, G. (2007). *Fundamentos y métodos para el estudio de los insectos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Amaya-Perilla C. & Palacino-Rodríguez, F. (2012). An updated list of the Dragonflies (Odonata) of Meta Department, Colombia, with forty-six new department records. *Bulletin of American Odonatology*, 11(2), 29-38.
- American Public Health Association [APHA], American WaterWorks Association [AWWA] y Water-Pollution Control Federation [WPCF]. (1998). *Standard methods for examination of water and sewage and wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Anagnostidis, K., & Komárek, J. (1988). Modern approach to the classification system of the Cyanophytes 3: Oscillatoriales. *Algological Studies*, 50(53), 327-472.
- Angrisano, E. B. & Sganga, J. V. (2009). Trichoptera. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 255-308). Fundación Miguel Lillo.

- Anze, R., Franken, M., Zaballa, M., Pinto, M. R., Zeballos, G., Cuadros, M. A., Canseco, A., De La Rocha, A., Estellano, V. H., & Del Granado, S. (2007). Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. *Revista Virtual REDESMA*, (1), 53-74.
- Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M. C., & Torres, P. L. M. (2009). Coleoptera. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 411-468). Fundación Miguel Lillo.
- Arévalo, C., & Gómez, D. (1995). Estudio comparativo de la macrofauna asociada a macrófitos acuáticos en tres ambientes lóticos del piedemonte Llanero. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Armbruster, J., Van de Sleen, P., & Lujan, N. (2018). Subfamily Hypostominae. In: P. Van der Sleen & J. Albert (Eds). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 259-285). Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Avendaño, J. E., Tejeiro M. N., Díaz-Cárdenas, J., Amaya Bustos, J. J., Aponte, A. F., Gamboa, N., Salcedo Sarmiento, Y. E. J., Velásquez Suárez, A. J., & Morales Rozo, A. (2018). Birds of Universidad de los Llanos (Villavicencio, Colombia): a rich community at the andean foothills-savanna transition. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 22(2), 51-75. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.5>
- Azim, M., & Asaeda, T. (2005). Periphyton structure, diversity and colonization. In: M. E. Azim, M. C.J. Verdegem, A. A. van Dam, & M. C. M. Beveridge (Eds). *Periphyton: Ecology, Exploitation, and Management* (pp. 15-33). CABI publishing.

- Bachmann, A. O. & Mazzucconi, S. A. (2009). Claves de ordenes de insecta con representantes acuáticos. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 47-54). Fundación Miguel Lillo.
- Belle, J. (1992). A revision of the South American species of *Aphylla* Selys, 1854 (Odonata: Gomphidae). *Zoologische Mededelingen*, 66(12), 239-264.
- Bemvenuti, M. A., & Fischer, L. G. (2010). Peixes: morfologia e adaptações. *Cadernos de Ecologia Aquática*, 5(2), 31-54.
- Berra, T. M. (2001). Freshwater fish distribution. Academic Press
- Borror, D. J. (1942). A revision of the Libelluline genus *Erythrodiplax* (Odonata). Columbus: Ohio State University Graduate Studies, Contributions in Zoology and Entomology, *Biological Series*, 4, 64-199.
- Bota-Sierra, C. A. (2014). Eight new records for Colombia from the Orinoco Basin (Odonata: Calopterygidae, Coenagrionidea, Lestidae, Heteragrionidea, Libellulidae). *Notulae Odontologicae*, 8(4), 77-116.
- Bota Sierra, C. A., Maufray, B., Palacino Rodríguez, F., Hofmann, J., Tennessen, K., Rache, L., & Tognelli, M. F. (2016). Estado de conservación de las libélulas de los Andes Tropicales. En: M. F. Tognelli, C. A. Lasso, C. A. Bota Sierra, L. F. Jiménez-Segura, N. A. Cox (Eds). *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales* (pp. 67-86). UICN.

- Bota Sierra, C. A., Sandoval, H. J., Alaya Sánchez, D., & Novelo Gutiérrez, R. (2019a). *Libélulas de la cordillera occidental colombiana, Una mirada desde el Tatamá*. Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Bota Sierra, C. A., Velásquez Vélez, M. I., & Realpe, E. (2019b). A new species of *Ischnura* from the Colombian Central Andes (Odonata: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 48(1-2), 115-132.
- Bota Sierra, C. A., Flórez, V. C., Escobar, F., Sandoval, J., Novelo Gutiérrez, R., Londoño, G.A., & Cordero Rivera, A. (2021). The importance of tropical mountain forests for the conservation of Dragonfly biodiversity: a case from the Colombian Western Andes. *International Journal of Odonatology*, (24), 233-247.
- Bota Sierra, C. A., García Robledo, C., Escobar, F., Novelo Gutiérrez, R., & Londoño, G. A. (2022). Environment, taxonomy and morphology constrain insect thermal physiology along tropical mountains. *Functional Ecology*, 36(8), 1924-1935. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14083>
- Burgos, M. D. (2010). *Atlas de organismos planctónicos en los humedales Andaluces*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Bustamante, C. (Ed). (2019). *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), GmbH.
- Bybee, S. M., Kalkman, V. J., Erickson, R. J., Frandsen, P. B., Breinholt, J. W., Suvorov, A., Dijkstra, K., Cordero Rivera, A., Skevington, J. H., Abbott, J. C., Sanchez Herrera, M., Lemmon, A.R., Moriarty Lemmon, E., & Ware, J. L. (2021). Phylogeny and classification of Odonata

using targeted genomics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, (160), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107115>

Cabral, E. L., & Vallejos, S. V. (2014). Algas: Diversidad Vegetal. Guía de consulta. FACENA (UNNE). <http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/estudio%20ALGAS.pdf>

Camacho, K., & Duque, S. (1998). *Fitoplancton en dos lagos de meandro de la llanura de inundación del río Meta (Caquetá Medio) durante dos periodos del año*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá .

Camacho, J. A., & Camacho, C. P. (2010). Aspectos sobre la historia natural de macroinvertebrados en esteros semipermanentes de la altillanura en el departamento de Casanare. *Orinoquia*, 14 (1), 71–82.

Cano Cobos, Y., Bota Sierra, C. A., & Mendoza Penagos, C. (2023). Ten new records of Odonata for Colombia (Coenagrionidae, Aeshnidae). *Biota Colombiana*, 24 (2), e1112.

Caro Caro, C., Osorio Ramírez, D., Gutiérrez Bohórquez, L., & Oliveros Monroy, A. (2011a). *Cuenca del río Orottoy y sus ambientes acuáticos. Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orottoy - clave ambiental ilustrada*. Posgrado en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de Los Llanos, Villavicencio, Colombia.

Caro Caro, C., Torres Mora, M., & Ramírez Gil, H. (2011b). *Determinación y formulación de las medidas socioambientales asociadas a la recuperación del río Orottoy, en el área de influencia de la Superintendencia de Operaciones Central Ecopetrol, municipios de Acacias y Castilla La Nueva*. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

- Castro-Lima, F., Albertos R. A., Stevenson, P. R., & González Caballero, M. (2016). Ecosistemas estratégicos. En: F. Trujillo & S. Usma (Eds.). *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta* (pp. 33-53). Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF.
- Chovanec, A., & Waringer, J. (2001). Ecological integrity of river-floodplain systems-assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). *Regulated Rivers: Research & Management*, 17(4-5), 493-507.
- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley books.
- Correa-Ayram, C. A., Etter, A., Díaz Timoté, J., Buriticá, S. R., Ramírez, W., Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117, 106630.
- Cortés Hernández, M. A., Suarez Contento, L. Y., Aya Baquero, E., & Collazos Lasso, L. F. (2023). Fish diversity of a tributary of the Meta River, in the flat highlands of the Colombian Orinoquia. *Acta Zoológica Lilloana*, 67(2), 449-471. <https://doi.org/10.30550/j.azl/1837>
- Coscarón Arias, C. L. (2009). Diptera Simuliidae. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 365-382). Fundación Miguel Lillo.
- Costa, J. M., Lourenço, A. N., & Vieira, L. P. (2002). *Micrathyria pseudhyppodidyma* sp. N. (Odonata: Libellulidae), com Chave das Espécies do Gênero que Ocorrem no Estado do Rio de Janeiro. *Neotropical entomology*, 31(3), 377-389.

- Cox, E. J. (1999). Studies on the diatom genus *Navicula* Bory. VIII. Variation in valve morphology in relation to the generic diagnosis based on *Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory. *Diatom Research*, 14(2), 207–237. <https://doi.org/10.1080/0269249X.1999.9705467>
- De la parra, A., García, C., Rodelo, K., & Gutiérrez L. (2017). Composición y estructura fitoperifítica de la cuenca media y baja del río Cesar, departamento Cesar-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 22(2), 5938–5950.
- De Marmels, J. (2003). Odonatos. En: M. Aguilera, A. Azócar & E. González-Jiménez (Eds.). *Biodiversidad en Venezuela: Tomo I y II* (pp. 312–325). ExLibris.
- Delpeuch, F., & Favier, J. C. (1980). Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales: action de l'alpha-amylase, gonflement et solubilité. *Annales de technologie agricole*, 29(1), 53–67.
- Domínguez, E., Molineri, C., & Nieto, C. (2009). Ephemeroptera. En: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 55–94). Fundación Miguel Lillo.
- DoNascimento, C., Agudelo Zamora, H. D., Bogotá Gregory, J. D., Méndez López, A., Ortega Lara, A., Lasso, C. A., Cortés Hernández, M., Albornoz Garzón, J. G., Villa Navarro, F. A., Netto Ferreira, A. L., Lima, F. C. T., Thomaz, A., Arce Hernández, M. (2023). *Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.16. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist*. <https://doi.org/10.15472/numrso>

- Donato, J. (1987) Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Javeriana*, 1(1), 29-52.
- Dornburg, A., & Near, T. L. (2021). The emerging phylogenetic perspective on the evolution of Actinopterygian fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 427-452.
- Dueñas, D. C. M. (2019). Macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Piedra Candela, en la altillanura plana del Meta. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/6kkrph>
- Duque, S., Marciales Caro, L. J., Castro Roa, D., Cano, M. G., Calderón Chérrez, M. J., Echenique, R. O. (2013). Las algas desmidiáceas como indicadoras: Mateyuca y Flor Amarilla, dos morichales testigo de la biodiversidad del Orinoco. En: C. Lasso., A. Rial., V. González-B (Eds). *VII. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela* (pp. 151-161). Parte I. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Eigenmann, C. H., & Henn, A. W. (1914). On new species of fishes from Colombia, Ecuador, and Brazil. *Indiana University Studies*, 2(24), 231-234.
- Eigenmann, C. H. (1922). The fishes of Western South America. Part 1. The freshwater fishes of Norsthwestern South America. Including Colombia, Panamá, and the pacific slopes of Ecuador and Perú, together with and appendix upon the fishes of the río Meta en Colombia. *Memoirs Carnegie Museum*, 9 (9), 1-346.

- Fanés, I., Comas, A., & Sánchez, P. M. (2009). Catálogo de las algas verdes cocales de las aguas continentales de Andalucía. *Acta Botanica Malacitana*, 34, 11-32. <https://doi.org/10.24310/abm.v34io.6892>
- Fernández, F., Andrade, G., & Amat, G. (2007). *Insectos de Colombia Volumen 3*. Universidad Nacional de Colombia.
- Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. In: M. Springer, A. Ramírez & P. Hanson. *Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I* (pp. 63-93). Revista de Biología Tropical.
- Fricke, R., Eschmeyer, W.N., & Van der Laan, R. (2024, november 15). *Eschmeyer's Catalog of fishes: genera, species, references*. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Förster, S. (2001). *The dragonflies of Central America exclusive of Mexico and the West Indies: a guide to their identification*. Odonatological Monographs.
- Galvis, G., Mojica, J. I., & Rodríguez, F. (1989). *Estudio Ecológico de una laguna de desborde del Río Metica, Orinoquia Colombiana*. Centro Editorial Universidad Nacional de Colombia, Fondo FEN.
- Galvis, G., Mojica, J. I., Provenzano, D., Lasso, C., Taphorn, D., Royero, R., Castellanos, C., Gutiérrez, A., Gutiérrez, M. A., López, Y., Mesa, L., Sánchez, P., & Cipamocha, C. (2007). *Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales.

- Garrison, R. W. (1990). A synopsis of the genus *Hetaerina* with descriptions of four new species (Odonata: Calopterygidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 116(1), 175–259.
- Garrison, R. W., & Von Ellenrieder, N. (2007). The true *Argia difficilis* Selys, 1865, with the description of *Argia yungensis* sp. nov. (Odonata: Coenagrionidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 133(1), 189–204.
- Garrison, R. W., Von Ellenrieder, N., & Louton, J.A. (2006). *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera*. JHU Press.
- Garrison, R. W., Von Ellenrieder, N., & Louton, J.A. (2010). *Dragonfly genera of the New World: illustrated and annotated key to the Zygoptera*. JHU Press.
- Garrison, R. W., & Von Ellenrieder, N. (2015). Damselflies of the genus *Argia* of the Guiana Shield (Odonata: Coenagrionidae). *Zootaxa*, 4042(1), 1–134.
- Glushchenko, A. M., & Kulikovskiy, M. S. (2017). Taxonomy and distribution of the genus *Eunotia* Ehrenberg in aquatic ecosystems of Vietnam. *Inland Water Biology*, 10(2), 130–139. <https://doi.org/10.1134/S1995082917020055>
- González Córdoba, M., Zuñiga, M del C., Torres Zambrano, N., & Manzo, V. (2015). Primer registro de las especies *Neolimnius palpalis* Hinton y *Pilielmis apama* Hinton (Coleoptera: Elmidae: Elminae) para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 15(1), 27–33.

- Guamán, M. C., & González, N. P. (2016). *Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador*. Corporación Para La Investigación Energética, Laboratorio de Biotecnología Energética.
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2023, January 22). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The insects: an outline of entomology*. WILEY Blackwell.
- Gurnell, A. (2014). Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 4–25.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. In: M. Springer, A. Ramírez & P. Hanson (Ed). *Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I* (pp. 3–37). Revista de Biología Tropical.
- Harding, L., Jackson, A., Barnett, A., Donohue, I., Halsey, L., Huveneers, C., Meyer, C., Papastamatiou, Y., Semmens, J. M., Spencer, E., Watanabe, Y., & Payne, N. (2021). Endothermy makes fishes faster but does not expand their thermal niche. *Functional Ecology*, 00, 1–9. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13869>
- Heckman, C. W. (2006). *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata–Anisoptera: Illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. Springer Netherlands.
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The diversity of fishes*. John Wiley & Sons Ltd.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2022). *Atlas climatológico de Colombia*. IDEAM. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas>
- Hernández, F. M., Vásquez Ramos, J. M., & Caro, C. I. C. (2023). Ensamblaje de coleópteros en dos periodos hidrológicos contrastantes en el caño Quenane-Quenanito (Meta, Colombia). *Entre Ciencia e Ingeniería*, 17(34), 43-49. <https://doi.org/10.31908/19098367.2901>
- Juen, L., & Junior, P. D. (2011). Odonate biodiversity in terra-firme forest streamlets in Central Amazonia: on the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity*, 4(4), 265-274.
- Junior, P. D., Batista, J. D., & Cabette, H. S. (2015). Community assembly of adult odonates in tropical streams: an ecophysiological hypothesis. *PLoS One*, 10(4), e0123023.
- Klein, C. E., Pinto, N. S., Spigoloni, Z. A., Bergamini, F. M., De Melo, F. R., De Marco, J. P., & Juen, L. (2018). The influence of small hydroelectric power plants on the richness and composition of Odonata species in the Brazilian Savanna. *International journal of odonatology*, 21(1), 33-44.
- Komárek, J., & Johansen, J. R. (2015). Coccoid cyanobacteria. In: J. D. Wehr, R. G. Sheath, & J. Patrick Kociolek (Eds.). *Freshwater Algae of North America* (pp. 75-133). Academic Press.
- Kullander, S. O. (2003). Cichlidae (cichlids). In: R. E. Reis, S. O. Kullander & Jr. C. Ferraris (Eds.). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America* (pp. 605-654). EDIPUCRS.

- Kullander, S. O., López Fernández, H., & Van de Sleen, P. (2018). Family Cichlidae. In: P. Van der Sleen & J. Albert. (Eds). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 359-384). Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Kutcher, T. E., & Bried, J. T. (2014). Adult Odonata conservatism as an indicator of freshwater wetland condition. *Ecological Indicators*, 38, 31-39.
- Leonard, J. W. (1977). A revisionary study of the genus *Acanthagrion* (Odonata: Zygoptera). *Museum of Zoology Miscellaneous Publications*, 153, 1-151.
- Lizarralde de Grosso, M. (2009). Diptera: generalidades. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 341-364). Fundación Miguel Lillo.
- Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C. A., Krieger, M., Scott, M., Zipursky, S. L., & Darnell, J. (2005). *Biología celular y molecular*. Editorial Médica Panamericana.
- Londoño-Vega, P. (Dir editorial), Sanchez-Herreram M (Dir, científica) (2022). *Libélulas: hijas del agua, hadas del aire*. Bogotá, D.C.: Editorial Universidad del Rosario.
- Lozada, L., & Guillot, G. (1992). *Estudio comparativo de la comunidad fitoplanctónica en las lagunas Menegua y Mateyuca en el municipio de Puerto López, Meta, Colombia*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.

- Lozano, F., Muzon, J., Anjos-Santos, D., & Pessacq, P. (2019). Superfamily Coenagrionoidea. In: N. Hamada, J.H. Thorp & D.C. Rogers (Eds.). *Keys to Neotropical Hexapoda. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 475-494). Academic Press.
- Luna, L. M. (2007). Microalgas: Aspectos ecológicos y biotecnológicos. *Revista cubana de química*, 19(2), 3-20.
- Maldonado Ocampo, J. A., Ortega Lara, A., Usma, J. S., Galvis, G., Villa Navarro, F. A., Vásquez, L., Prada Pedreros, S., & Ardila, C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Marciales Caro, L. J., Díaz Olarte, J. J., Cruz Casallas, P. E., y Medina Robles, V. M. (2012). Evaluación de la composición del plancton en cuatro lagunas de rebalse del río Metica (Puerto López, Meta, Colombia). *Orinoquia*, 16(2), 203-216.
- Mazzucconi, S. A., López, M. L. & Bachmann, A. O. (2009). Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 167-232). Fundación Miguel Lillo.
- Medina, R. (1996). *Efecto de la disponibilidad de seston y variaciones del hábitat sobre la composición y estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados bénticos en medios lóticos del Piedemonte Llanero*. [Tesis de maestría], Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Medina, M., Longo, M., Pérez, C., & Ramírez, J. (2013). Aspectos limnológicos del morichal y la quebrada La Vieja, piedemonte andino orinoquense colombiano. En: C.A. Lasso, A. Rial & V. González-B (Eds.). *VII. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia:*

Colombia-Venezuela. Parte I (pp. 195-214). Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Mercado Reyes, I., & Álvarez Montero. (2022). *Catálogo de microalgas y cianobacterias de las reservas Buenaventura y Jorupe, Jocotoco, Ecuador*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Minorta Cely, V., & Rangel Ch, O. (2014). El clima de la Orinoquia colombiana. En: J.O. Rangel (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica XIV, La región de la Orinoquia de Colombia* (pp. 207-236). Universidad Nacional de Colombia.

Moreno, Y. M., & Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(3), 91-117.

Moreno, F. (2015). *Modelos Aditivos Generalizados (GAM's) como una herramienta de la gestión ambiental, basados en la dinámica ecológica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, presentes en el río Orotoy, piedemonte llanero, Meta*. [Tesis maestría]. Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Villavicencio.

Moreno-Rodríguez, F., Caro Caro, C. I., Pinilla, G. A., & Osorio, D. P. (2017). Current knowledge status on periphyton algae and benthic macroinvertebrates of the meta region, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 274-306. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.60619>

Neiss, U. G., & Hamada, N. (2014). Ordem Odonata. In: N. Hamada, J. L. Nessimian, & R. Barbosa (Eds). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia* (pp: 217-282). Editora do INPA.

- Nelson, J. S., Grande, T., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the world*. John Wiley & Sons Ltd.
- Netto Ferreira, A. L. (2018). Family Lebiasinidae. In: P. Van der Sleen & J. Albert. (Eds.). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 165-168). Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Núñez Avellaneda, M. (2008). *Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Núñez Avellaneda, M. & Sala, S. (2008). BACILLARIOPHYTA. En: M. Núñez-Avellaneda. *Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana* (pp. 155-204). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Núñez-Avellaneda, M., Echenique, R & Marciales-Caro, L. (2008). CHLOROPHYTA: CHLOROPHYCEAE. En: M. Núñez-Avellaneda. *Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana* (pp. 83-112). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Oyakawa, O. T. (2003). Family Erythrinidae. In: R.E. Reis, S.O Kullander & Jr.C. Ferraris (Eds.). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America* (pp. 238-240). EDIPUCRS.
- Oyakawa, O. T., & Mattox, G. M. (2018). Family Erythrinidae. In: P. Van der Sleen & J. Albert. (Eds.). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 156-157). Princeton University Press, Princeton and Oxford.

- Paggi, A. C. (2009). Diptera Chironomidae. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 383-410). Fundación Miguel Lillo.
- Palacino Rodríguez F., Bota, C., Amaya, C., & Contreras, N. (2017). *Libélulas y caballitos del diablo del departamento del Meta, Colombia*. Universidad del Bosque.
- Palacino Rodríguez, F., Sarmiento, C., & González Soriano, E. (2015). Morphological variability and evaluation of taxonomic characters in the genus *Erythemis* Hagen, 1861 (Odonata: Libellulidae: Sympetrinae). *Insecta mundi*, 0428, 1-68.
- Palacino Rodríguez, F., Martínez Falcón, A. P., & Córdoba Aguilar, A. (2022). A country-scale species richness assessment suggests that the inventory of Colombian Odonata species is far from being complete. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(2), 2035-2039.
- Paulson, D., Schorr, M., Abbott, J., Bota Sierra, C.A., Deliry, C., Dijkstra, K.D., & Lozano, F. (Coordinators). (2024, noviembre 22). *World Odonata List*. Odonata Central, University of Alabama. <https://www.odonatacentral.org/app/#/wol/>
- Pes, A.M., Holzenthal, R.W., Sganga, J.V., Santos, A.P., Barcelos Silva, P., & Camargos, L.M. (2018). Order trichoptera. In: N. Hamada, J.H. Thorp & D.C. Rogers (Eds.). *Keys to Neotropical Hexapoda. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 237-324). Academic Press.
- Pérez, M. F. (1991). Sobre el concepto de morfema y el ámbito de la Morfología. *Verba: Anuario gallego de filoloxia*, (18), 27-68.

- Pérez Flores, M., Cellini, J. M., Arturi, M. F., Medina, M., Plaza Behr, M. C., Rier, L. J., Lencinas, M. V. (2020). *Plantas del sotobosque en el noreste de Misiones, Argentina ¿Qué conservan las plantaciones de Araucaria angustifolia (Bertol?) Kuntze (Araucariaceae) respecto del bosque nativo?* Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Pessacq, P. (2014). Synopsis of *Epipleoneura* (Zygoptera, Coenagrionidae, "Protoneuridae"), with emphasis on its Brazilian species. *Zootaxa*, 3872(3), 201-234.
- Pinho, L. C. & Pepinelli, M. (2014). Ordem Diptera. In: N. Hamada, J.L. Nessimian, & R. Barbosa (Eds). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia* (pp: 447-456). Editora do INPA.
- Pinilla, G. (2000). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Ramírez, J. J. (2000). *Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios*. Universidad de Antioquia.
- Ramírez Gil, H., Ortega Lara, A., Ajiaco Martínez, R. E., & Pineda Arguello, I. Z. (2011). *Ictiofauna del río Orotoy, distribución e importancia*. Universidad de los Llanos, Ecopetrol.
- Ramírez Gil, H., Cortés Hernández, M. A., & Ajiaco Martínez, R. E. (2023). Ictiofauna de la subcuenca urbana del río Ocoa, drenaje superior del río Meta, cuenca del Orinoco, Colombia. *Graellsia*, 79(2), e197. <https://doi.org/10.3989/graeellsia.2023.v79.378>

- Rache, L., Acero, A., Alfonso, S., & Silva, J. D. R. (2013). Primer registro de los géneros *Diaphlebia* Selys, 1854, *Argyrothemis* Ris 1909 y *Fylgia* Kirby 1889 para Colombia (Odonata: Gomphidae, Libellulidae). *Entomotropica*, 28(2), 95-97.
- Reis, R. E., Le Bail, P. Y., & Mol, H. A. (2005). New arrangement in the synonymy of *Megalechis* Reis, 1997 (Siluriformes: Callichthyidae). *Copeia*, (3), 678-682.
- Reis, R. E., & Van der Sleen, P. (2018). Family Callichthyidae. In: P. Van der Sleen & J. Albert. (Eds.). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 216-219). Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Reynolds, C. S. (1997). *Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory*. Ecology Institute Nordbunte.
- Rodríguez, L. R. (2015). Primer registro del género *Aeschnosoma* Selys, 1871 (Odonata: Corduliidae) para Colombia. *Entomotropica*, 224-226.
- Rodríguez, F. M., Caro, C. I. C., Pinilla, G. A., & Osorio, D. P. (2017). Estado actual del conocimiento sobre microalgas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el departamento del Meta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 274-306. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.60619>
- Rojas-Peña, J. I., Vásquez-Ramos, J. M., Salinas-Jiménez, L. G., Osorio-Ramirez, D. P., & Caro-Caro, C. I. (2021). Effects of physical and chemical factors on Ephemeroptera (Insecta) assemblages in an urban river of the eastern Colombian Llanos. *Papéis Avulsos De Zoologia*, 61, e20216107. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.07>

- Roldán, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”.
- Roldán Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.
- Romero, F., & Navarro, F. (2009). Lepidoptera. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 309-340). Fundación Miguel Lillo.
- Romero Lizcano, J.J., Vásquez Ramos, J.M., & Caro Caro, C.I. (2023). Diversidad funcional y taxonómica de insectos acuáticos (EPT) en un río urbano del piedemonte llanero colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 28(2), 251-262. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n2.103974>
- Rubiano, L. (1994). Estudio ecológico de la artropofauna asociada a macrófitos acuáticos en los esteros Piscilago y El Vigía ubicados en Puerto López, Meta [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Sala, S., Plata Díaz, Y., & Pimienta, A. (2015). Taxonomía y distribución de diatomeas epilíticas registradas por primera vez en Colombia. *Caldasia*, 37(1), 125-141. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50814>
- Salinas Jiménez, L. G., Rojas Peña, J. I., Osorio Ramírez, D. P., & Caro Caro, C. I. (2017). New records of Ephemeroptera from the Colombian Orinoco River basin of the Meta department. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 271-276.

- Salinas Jiménez, L. G., Boldrini, R., Osorio Ramírez, D. P., Caro, C. I., & Rojas Peña, J. I. (2019). A new species of *Camelobaetidius* Demoulin, 1966 (Ephemeroptera: Baetidae), from the Colombian Orinoco River basin. *Zootaxa*, 4656(2), 367–374. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4656.2.9>
- Sánchez V, R. M., Castro P, W., Galvis V, G. (1999). Similaridad de la composición íctica entre dos ambientes del Río Yucao, Sistema del río Meta, Colombia. *Revista Academica Colombiana de Ciencias*, 23, 567–574.
- Sánchez, R., Galvis, G., & Victoriano, P. (2003). Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia). *Gaceta*, 67(1), 75–86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382003000100010>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo del Águila, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ministerio del Ambiente.
- Saros, J. E., Interlandi, S. J., Wolfe, A. P., & Engstrom, D.R. (2003). Recent changes in the diatom community structure of lakes in the Beartooth Mountain Range, USA. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 35(1), 18–23.
- Schindler, D., & Scheuerell, M. (2002). Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos*, 98(2): 177–189.
- Silfvergrip, A. M. C. (1996). *A systematic revision of the neotropical catfish genus Rhamdia (Teleostei, Pimelodidae)*. Stockholms Universitet.

- Streble, H., & Krauter, D. (1987). *Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua*. Ediciones Omega, S.A.
- Streit, N., Ramírez, L. G., Queiroz, L., Jacob Lopez, E., & Queiroz, M. (2015). Producción de pigmentos naturales (clorofila-*a*) en biorrefinerías agroindustriales. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(2), 27-34.
- Strunecký, O., Ivanova, A. P., & Mareš, J. (2023). An updated classification of cyanobacterial orders and families based on phylogenomic and polyphasic analysis. *Journal of Phycology*, 59(1), 12-51.
- Sullivan, J. P., Lundberg, J. G., & Hardman, M. (2006). A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using *rag1* and *rag2* nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41, 636-662.
- Taphorn, D. (2003). *Manual de identificación y biología de los peces Characiformes de la cuenca del río Apure en Venezuela*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ.
- Tennessen, K. J. (2019). *Dragonfly nymphs of North America: an identification guide*. Springer Nature Switzerland.
- Thorp, J. H., Rogers, D. C., & Hamada, N. (2019). Introduction. In: N. Hamada, J.H. Thorp & D.C. Rogers (Eds.). *Keys to Neotropical Hexapoda. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 3-9). Academic Press.

- Toro, I. M. V., Manriquez, S. G., & Suazo, G. I. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology*, 28(4), 977-990.
- Usma, J. S., Maldonado Ocampo, J. A., Villa Navarro, F. A., Ortega Lara, A., Taphorn, D., Urbano Boinilla, A., Zamudio, J. E., & DoNascimento, C. (2016). Peces de la cuenca del río Meta. In: F. Trujillo, R. Antelo., & J. S. Usma (Eds). *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF.
- Val, J., Heras, L., & Monge, E. (1987). El cloroplasto: Composición, función y estructura. *Anales de edafología y agrobiología*, 46 (11-12): 1477-1502
- Valderrama Gomez, D. A., Gozález Castillo, N. S., Valderrama Gómez, D. V., García García, A., Cortés, M., Ortiz, A., Estrada, E., Ducuara, G., Estrada, Y., Gonzalez Herrera, M. A., González, M. C., Sierra Tuta, A. P., Trujillo Arias, N., & Salas, E. (2023). *La vida secreta en el agua: Macroinvertebrados acuáticos de la Ecoreserva ASA La Guarupaya*. <http://repositorio.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36284>
- Van der Sleen, P., & Albert, J. (2018). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Van der Sleen, P., Albert, J. S., Lima, F. C. T., Netto Ferreira, A. L., Mattox, G. M. T., & Toledo Piza, M. (2018). Family Characidae. In: P. Van der Sleen & J. Albert. (Eds.). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas* (pp. 92-93). Princeton University Press, Princeton and Oxford.

- Vázquez, M. A., Outerelo, R., Mínguez, M. A., Martínez, M D, Gamarra, P., Ruiz, E., Hernández de Miguel, J. M. (2004). Aula virtual de prácticas de Entomología ambiental y aplicada, Facultad Biología UCM. <http://web.bioucm.es/cont/ea/glosario.php>
- Vásquez Zapata, G. L. (2015). Metodología para determinar niveles de Eutrofización en ecosistemas acuáticos. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(24), 112-128.
- Vera Parra, N., Marciales Caro, L., Otero Paternina, A., Cruz Casallas, P., & Velasco Santamaría, Y. (2011). Impacto del agua asociada a la producción de una explotación petrolera sobre la comunidad fitoperifítica del río Acacias (Meta, Colombia) durante la temporada de lluvias. *Orinoquia*, 15(1), 31-40.
- Vicente, E., De Hoyos, C., Sánchez, P., & Cambra, J. (2005). Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton. Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente. URS.
- Vidal, L., & Pérez, M.D.C. (2009). Claves Taxonómicas. En: S. Bonilla (Ed.). *Cianobacterias planctónicas del Uruguay: Manual para la identificación y medidas de gestión* (pp. 41-44). Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.
- Vidal, L., Fabre, A., Gabito, L., Kruk, C., Gravier, A., Britos, A., Pérez, M. D. C., Aubriot, L., & Bonilla, S. (2009). Fichas de identificación de las especies. En: S. Bonilla (Ed.). *Cianobacterias planctónicas del Uruguay: Manual para la identificación y medidas de gestión* (pp. 41-44). Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación,

la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

Von Ellenrieder, N. (2009). Five new species of *Orthemis* from South America (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 12(2), 347-381.

Von Ellenrieder, N., & Garrison, R. W. (2009). Odonata. In: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 95-144). Fundación Miguel Lillo.

Werner, V.R., Cabezudo, M.M., Silva, L.M., Neuhaus, E.B. (2015). Cyanobacteria from two subtropical water bodies in southern Brazil. *Iheringia, Sér. Botânica*, 70(2):357- 374.

Von Ellenrieder, N., & Garrison, R. W. (2017). A synopsis of the Neotropical genus *Protoneura* (Odonata: Coenagrionidae). *Zootaxa*, 4361(1), 1-76.

Wegner, N. C., Snodgrass, O. E., Dewar, H., & Hyde, J. R. (2015). Whole-body endothermy in a mesopelagic fish, the opah, *Lampris guttatus*. *Science*, 348, 786-789. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8902>

Wetzel R. 1983. Opening remarks. In: R. Wetzel (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems* (pp. 3-4). Dr. W. Junk Publishers.

Williamson, E. B., & Williamson, J. H. (1924). The genus *Perilestes* (Odonata). *Museum of Zoology University of Michigan*, 14, 1-39.

Wink, M. (1993). The plant vacuole: A multifunctional compartment. *Journal of Experimental Botany*, 44, 231-246. <http://www.jstor.org/stable/23694159>

- Zamudio, J. E., & Maldonado Ocampo, J. A. (2021). Prioridades para la conservación de los peces de agua dulce en la Orinoquia andina de Colombia. *Caldasia*, 44(1), 41-53. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n1.84798>
- Zepeda, G. C. (2019). *Bacillariophyta, Diatomeas* [presentación PowerPoint]. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias.
- Zuñiga, M., Molineri, C., & Domínguez, E. (2004). El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. In: F. Fernández., M. Andrade-C., & G. Amat (Eds.). *Insectos de Colombia. Vol 3* (pp. 17-42). Universidad Nacional de Colombia .
- Zuñiga M del C., Giraldo, P., Calero, H., Ramírez, P., & Chará, J. (2014). *Anacroneuria caraca* Stark y *A. jewetti* Stark (Insecta: Plecoptera: Perlidae): primeros registros para los Andes Orientales y el pie de monte de la Orinoquia Colombiana. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 15(1), 12-19.
- Zuñiga, M del C., & Torres Zambrano, N. (2015). *Tricorythopsis rondoniensis* (Dias, Salles y Ferreira) (Insecta: Ephemeroptera: Leptohyphidae): Nuevo registro de distribución para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Dugesiana*, 22(1), 37-38.



El Mundo Oculto de los Habitantes Acuáticos del Campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, editado y diagramado por la Editorial de la Universidad de los Llanos, se terminó de imprimir y encuadernar en noviembre de 2021

Los ecosistemas acuáticos albergan una biodiversidad asombrosa, desde microalgas hasta peces, los cuales juegan un papel crucial en su equilibrio ecológico. Este libro ofrece un recorrido detallado por la fauna acuática del campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, fruto de un esfuerzo interdisciplinario entre estudiantes, docentes y egresados del programa de Biología de la Unillanos.

A través de descripciones accesibles, acompañadas de ilustraciones y fotografías inéditas, cada capítulo explora los secretos de las microalgas, macroinvertebrados acuáticos, odonatos adultos y peces, invitando al lector a descubrir la riqueza biológica de estos en los entornos acuáticos.

Este trabajo no solo busca resaltar la importancia científica y ecológica de la sede Barcelona de la Universidad como un campus biodiverso sino también inspirar un profundo sentido de pertenencia y responsabilidad hacia la conservación de sus cuerpos de agua. Esta es una obra que trasciende el ámbito académico, invitando tanto a estudiantes como a la comunidad en general a admirar y proteger este valioso museo viviente.

