

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.

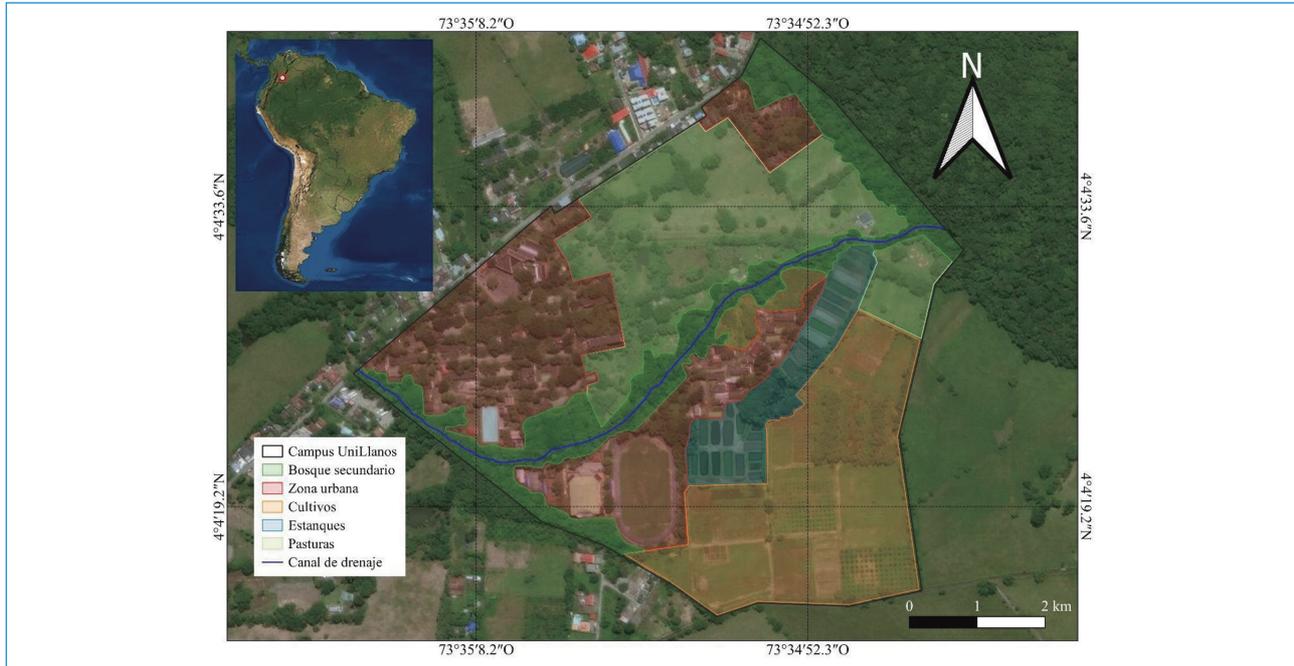
Este documento tiene como objetivo mostrar la diversidad de organismos acuáticos presentes en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, y así reducir la brecha de conocimiento sobre la biodiversidad en la comunidad académica, local y regional, a partir de herramientas que sirvan de insumo 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 Heckman (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

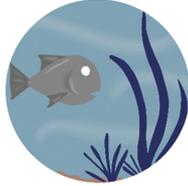
En las fichas individuales de cada grupo biológico se suministró información relacionada con la morfología, hábitat, sustrato, condición meteorológica, alimentación y uso de los organismos. Esta información es proporcionada en forma de íconos, con el objetivo de que el lector pueda visualizar rápidamente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

Microalgas –

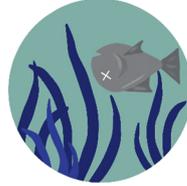
Bioindicador: organismos o comunidades de organismos que se utilizan para evaluar el estado y calidad de un ecosistema o la presencia de ciertos contaminantes, ya que responden a las modificaciones ambientales cambiando su apariencia o acumulando contaminantes; además, proporcionan información importante 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



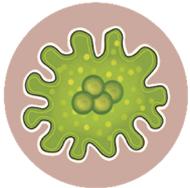
Mesotrófico



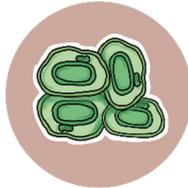
Eutrófico

26

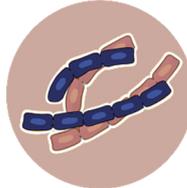
Morfología: variación en la forma de los organismos (Pérez, 1991; Toro et al., 2010). Pueden ser solitaria, colonial o filamentosa (Cox, 1999; Guiry & Guiry, 2023; Werner et al, 2015; Vallejos & Cabral, 2014; Komárek & Johansen, 2015; Guamán & González, 2016; Mercado-Reyes & Álvarez-Montero, 2022).



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



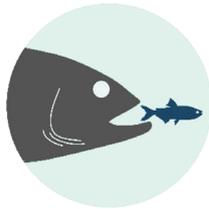
Sequía



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

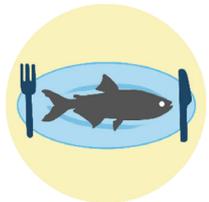


Insectívoro



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: