

**LOS EPHEMEROPTERA DE LA COLECCIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS DE  
LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL: UNA SISTEMATIZACIÓN DE  
LOS FACTORES ECOLÓGICOS Y COMPOSICIÓN TAXONÓMICA**

**YEIMMY ALEJANDRA GARCÍA YARA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ  
2016**

**LOS EPHEMEROPTERA DE LA COLECCIÓN DE INSECTOS ACUÁTICOS DE  
LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL: UNA SISTEMATIZACIÓN DE  
FACTORES ECOLÓGICOS Y COMPOSICIÓN TAXONÓMICA**

**YEIMMY ALEJANDRA GARCÍA YARA**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título de LICENCIADA EN  
BIOLOGÍA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SISTEMAS ACUÁTICOS DE LA REGIÓN ANDINA**

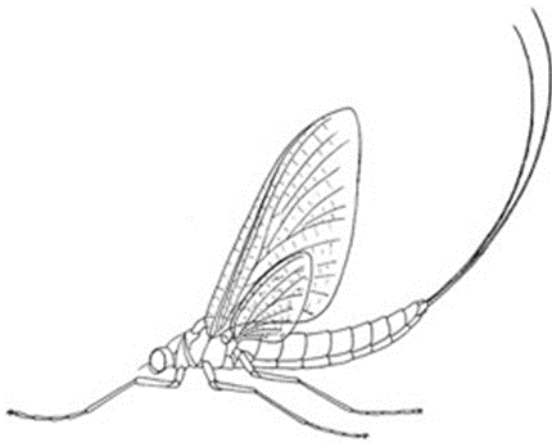
**DIRECTORA  
IBETH DELGADILLO RODRÍGUEZ  
Licenciada en Biología. M, sc.**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ  
2016**

*Dedicado a mis padres y a Dios con quienes he construido el camino, quienes me inspiran y son mi mayor soporte, a mi madre Mélida quien es todo para mí, a quien le debo lo que soy, y cada paso que doy...Eres tú la parte más hermosa de mi vida, todo es posible gracias a ti.*

*A paula mi hermana por escucharme y darme los mejores consejos cada vez que ha sido necesario y por respaldar cada una de mis decisiones, por ser ejemplo de una gran mujer con ideales y valerosa.*

*A pablo mi novio uno de mis grandes apoyos en todo momento, quien me ha demostrado el significado de hacer las cosas con cariño, con serenidad y entrega. Quien también ha sido fuente de mi inspiración y de encontrar el verdadero sentido del querer.*



## AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser mi más fuerte y constante apoyo, quienes le dan sentido a cada uno de mis propósitos y cada uno de los pasos que doy, son mi mayor inspiración y motivación.

Al grupo de investigación cascada quien acogió mi proyecto, y en donde surgen cada vez más ideas que demuestran el gran trabajo que realizan los licenciados en Biología.

A la profesora Ibeth Delgadillo mi directora, quien siempre fue paciente, valoro mis ideas y con una gran calidez siempre me mostro una actitud positiva y un interés particular para seguir adelante constante y firme, además de reflejar una sonrisa de buena energía en un ámbito que lo merece como es el de la enseñanza.


Un agradecimiento especial al profesor Francisco Medellín por su colaboración, mostrar ese entusiasmo por los insectos acuáticos y trabajar por mantener la Colección de Insectos Acuáticos, la cual considero es uno de los espacios más valiosos del Departamento de Biología.

A Alba Benítez y Ricardo Martínez por su colaboración y prestar su servicio cada vez que fuera necesario.

A los profesores del Departamento de Biología de cada uno llevo una experiencia, una faceta del ser docente, una mirada desde diferentes puntos de vista, desde diferentes culturas y modos de ver la vida.


A quienes fueron mis grandes amigas y compañeras Kelly y Luz, además de compartir valiosos momentos, compartirnos el propósito de continuar este camino.

A la Universidad Pedagógica Nacional en donde cada día he construido lo que me enorgullece y me inspira en cada momento que es el ser docente, es el espacio donde reconfigure mi modo de ver la vida, es el lugar que fue, ha sido y será mi segundo hogar.

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado.
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central.
<b>Título del documento</b>	Los Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos de la Universidad Pedagógica Nacional: una sistematización de factores ecológicos y composición taxonómica.
<b>Autor(es)</b>	García Yara, Yeimmy Alejandra.
<b>Director</b>	Delgadillo Rodríguez, Ibeth.
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 68p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional.
<b>Palabras Claves</b>	EPHEMEROPTERA, COLECCIÓN BIOLÓGICA, BASE DE DATOS, MATERIAL EDUCATIVO, SISTEMATIZACIÓN, ORGANIZACIÓN, ECOLOGÍA.

<b>2. Descripción</b>
<p>El trabajo realizado se basa en la Colección de Insectos Acuáticos (CIA), de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), que tiene como objetivo hacer viable información que contiene el orden Ephemeroptera para la investigación y diversas consultas por medio de la organización de datos biológicos y el diseño de material educativo. Siendo este un requisito parcial para optar el título de licenciada en biología de la Universidad Pedagógica Nacional.</p> <p>Se evidencia que la CIA cuenta con una importante cantidad de especímenes del orden Ephemeroptera, el cual carece de procesos de curaduría sistematización, debido a esto se pretende resaltar la diversidad que contiene este grupo de insectos y facilitar el acceso y uso para investigaciones y consultas académicas por parte de los estudiantes y docentes organizando la información en una base de datos, determinando los especímenes taxonómicamente y proporcionando un material de apoyo que corresponde a las fichas ecológicas y taxonómicas para dar a conocer las familias y órdenes del orden Ephemeroptera disponibles en la CIA, además se servir como instrumento en trabajo de campo y laboratorio. Todo esto con el fin de contribuir al conocimiento de este orden en los licenciados en biología. Finalmente se identificaron las familias y géneros presentes en el orden Ephemeroptera de la CIA.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FUNDACIÓN 1957	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 4	

Además se organizó toda la información en una base de datos proporcionada por el SiB (Sistema de Información de Biodiversidad) con base en diferentes consultas bibliográficas especializadas, lo que aportó a la realización de las fichas ecológicas como material educativo y de apoyo para los estudiantes y docentes.


De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta las conclusiones más relevantes del trabajo de investigación, se logró el reconocimiento total de la cantidad de especímenes de Ephemeroptera en la CIA que corresponde 11.558 y se determinaron 5 familias y 13 géneros correspondientes a este, lo cual fue incluido en las fichas ecológicas y finalmente se organizó toda la información de estos especímenes en una base de datos con todas las categorías necesarias. También se resalta la potencialidad que tiene la información del orden Ephemeroptera como fuente para futuras investigaciones.

### 3. Fuentes

Se consultaron 70 fuentes entre las cuales se encuentran trabajos de grado, artículos científicos, libros, claves taxonómicas y revistas, que se fundamentan en el estudio del orden Ephemeroptera y limnología, además que sirvieron como fuente de referencia para el diseño de material educativo y la consolidación de la base de datos de Ephemeroptera y sus características ecológicas más relevantes. Entre las referencias consultadas se resalta a Muñoz, D., & Ospina, R. (1999), a Flowers, R., & De La Rosa, C. (2010) y a Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., & Nieto, C. (2006) que se especializan en Ephemeroptera; en cuanto a las colecciones biológicas a Simmons, J. Y Muñoz-Saba, Y. (2005) y a Márquez, L. (2005). Para el diseño de fichas ecológicas y material educativo a Fanaro, M., Otero, M., & Greca, I. (2005) y Wolf, M. (2006). Y finalmente para bases de datos a Millán, M. (2012) y a Korth, F., & Silberschatz, A. (1993).

### 4. Contenidos

Este trabajo de investigación muestra el proceso realizado para resaltar el valor que tiene las colecciones biológicas y tiene como objetivo hacer viable el acceso a la información que tiene la CIA sobre el orden Ephemeroptera, a los estudiantes y docentes por medio de la organización de estos especímenes en una base de datos, que permita documentar toda la información que estos poseen, además de la realización de un material educativo como lo son las fichas ecológicas, que a su vez resaltan la diversidad con la que cuenta la colección y también que refleja la importancia de los Ephemeroptera en los ecosistemas acuáticos. El trabajo consta de una revisión de antecedentes sobre

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Escuela de Pedagogía	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 4	

Trabajos realizados con base en colecciones biológicas en torno a los insectos desde el ámbito internacional, nacional y local, a continuación se muestra el marco referencial que corresponde a los conceptos clave del trabajo de investigación como lo son: colecciones biológicas, base de datos, aprendizaje significativo, material educativo y generalidades de Ephemeroptera. En cuanto a la metodología se desarrollaron tres fases: en la primera fase se realizó un proceso de curaduría en cual se realizó una verificación e identificación de los tipos de datos de Ephemeroptera en la colección, se organizaron estas muestras y se realizó la identificación hasta nivel de género. En la segunda fase diseño el material educativo que corresponde a las fichas ecológicas que dan muestra de la diversidad del orden Ephemeroptera en la Colección de Insectos Acuáticos y finalmente la tercer fase en donde se elaboró la base de datos de Ephemeroptera que documenta toda la información de colecta, ecológica, taxonómica y demás para que sea disponible y útil en investigación. Como parte final se presenta el análisis de los resultados de todas las fases dando cumplimiento al objetivo general de viabilizar toda la información del orden Ephemeroptera de acuerdo a la organización e identificación mediante el diseño de material educativo y consolidación de base de datos. Se presentan por ultimo las conclusiones finales y recomendaciones.

### **5. Metodología**

El trabajo fue realizado en tres fases para poder organizar los especímenes del orden Ephemeroptera de la CIA, consolidar la base de datos y realizar las fichas ecológicas que permitirán facilitar el acceso para consultas e investigaciones. La primera fase correspondió a la curaduría en la cual tuvo lugar la verificación del material biológico de acuerdo a la presencia de los datos, para luego realizar una organización de las muestras en cuanto a viales, cajas e hidratación de muestras y posteriormente la clasificación taxonómica a nivel de género. En la segunda fase se desarrolló el diseño de fichas ecológicas, para esta fue necesario realizar una revisión de fichas y cartillas en torno a los insectos y temas ecológicos, también como parte de diseño se realizó un registro fotográfico de los especímenes seleccionados que representan los géneros de Ephemeroptera en el material educativo. Finalmente en la fase de organización de la base de datos se hizo una consulta previa de estas y programas utilizados para organizar la información de datos biológicos, la base de datos de Ephemeroptera se estructuro y consolido en la plantilla de registro biológicos que ofrece el SiB Colombia cumpliendo con la normatividad de actualización de colecciones biológicas ante el instituto Alexander Von Humboldt. Esta platilla ofrece los campos necesarios para el registro de los especímenes teniendo en cuenta datos de taxonomía, colecta y ecología.

### 6. Conclusiones

- En el proceso de curaduría se encontró cinco familias de las cuales se determinaron 13 géneros para el orden Ephemeroptera que posteriormente fueron incluidos en las fichas ecológicas además esta información fue organizada en la base de datos.
- La familia Baetidae es la más abundante y representa una amplia distribución geográfica en departamentos y localidades de la región andina y otras regiones de Colombia.
- Mediante el estudio realizado al orden Ephemeroptera se pudo identificar las diversas temáticas que se pueden abordar para realizar investigación en el ámbito de la ecología y la biología en general. Además se pueden interpretar las diversas dinámicas que se dan en los cuerpos de agua.
- Se resalta la importancia de organizar los especímenes de la CIA ya que promueve el acceso y uso continuo a la colección, cabe resaltar que por medio de las bases de datos se hace más factible consultar y acceder a esta información ya que se encuentra recopilada con todos los datos completos.
- El diseño de las fichas ecológicas como material educativo puede aportar al conocimiento del mismo, debido a los criterios más relevantes que brindan las fichas con sus fotografías e ítems ecológicos y taxonómicos dando un panorama de lo que caracteriza a estos organismos.
- La organización de la información obtenida en la revisión de Ephemeroptera de la CIA representa, una forma práctica de almacenar y mantener disponible constantemente esta información para facilitar las consultas y descripción detallada de los especímenes.

**Elaborado por:** Yeimmy Alejandra Garcia Yara

**Revisado por:** Ibeth Delgadillo Rodríguez

**Fecha de elaboración del  
Resumen:**

12

05

2016



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
OBJETIVOS .....	4
ANTECEDENTES .....	5
Investigación en colecciones biológicas desde el ámbito internacional .....	5
Investigaciones sobre colecciones biológicas desde el contexto nacional.....	6
Investigaciones realizadas en el contexto local: Universidad Pedagógica Nacional.....	7
REFERENTE TEÓRICO .....	11
Colecciones biológicas.....	11
Base de datos .....	14
Aprendizaje significativo.....	18
Material educativo .....	19
Generalidades de Ephemeroptera .....	21
METODOLOGÍA.....	26
Fase de curaduría .....	26
Fase de diseño de fichas ecológicas .....	29
Fase de elaboración de base de datos .....	30
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	32
Curaduría .....	32
Diseño de fichas ecológicas.....	41
Organización de la base de datos.....	45
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍA .....	56
ANEXOS .....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de un Sistema de Gestión de Bases de Datos. Adaptado de Millán (2010) Fundamentos de Bases de datos. ....	17
Figura 2: Vista general de la morfología de una ninfa de Ephemeroptera. Tomado de Domínguez, et al. (1992).....	22
Figura 3: Vida Acuática de Ephemeroptera. Tomado de Suarez (2010). Ecología de aguas continentales. ....	24
Figura 4: Cantidad de individuos en las familias del Orden Ephemeroptera en la CIA. ....	34
Figura 5: Número de individuos de los Géneros encontrados en la familia Baetidae. ....	36
Figura 6: Distribución altitudinal de los Géneros de Ephemeroptera. Tomado de Gutiérrez y Díaz (2015) .....	40
Figura 7: Portada de las fichas ecológicas de Ephemeroptera CIA .....	43
Figura 8: Ficha de presentación de la familia .....	43

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de datos del Orden Ephemeroptera CIA.....	32
Tabla 2: Familias presentes en el Orden Ephemeroptera CIA .....	33
Tabla 3: Géneros de la familia Baetidae y su ubicación .....	36
Tabla 4: Géneros presentes en la familia Leptohyphiidae.....	38
Tabla 5: Géneros encontrados en la familia Leptoblephiidae.....	38
Tabla 6: Géneros encontrados en la familia Euthyplocidae .....	39
Tabla 7: Géneros encontrados en la familia Oligoneuridae.....	39

## INTRODUCCIÓN

Los organismos del orden Ephemeroptera son un componente biótico, diverso y vital de los ecosistemas de agua dulce que se encuentran en casi todos los tipos de hábitat acuático, unos pocos se han arriesgado a ambientes salobres (Domínguez et al., 2006). La presencia de este orden en los cuerpos de agua representa una cantidad de procesos y dinámicas que son de gran importancia comprender al estudiar la ecología, ya que las ninfas de Ephemeroptera juegan un papel importante en el ciclo de nutrientes y están involucrados en el procesamiento de una enorme cantidad de materia orgánica en los arroyos, ríos y lagos. (Domínguez et al., 2006). Al ser el foco la variedad de características que posee este orden en la investigación, permite abordar aspectos biológicos, geográficos y en particular sobre limnología. Estas temáticas pueden aportar de manera significativa a la formación de los licenciados en biología, puesto que pueden reconocer la biodiversidad que se encuentra en estos ecosistemas que están presentes en el contexto colombiano, con mayor énfasis en la región andina y otras localidades para apropiarse de todos los procesos ecológicos que se dan y cuestionarse de cómo construir conocimiento en el aula de clase en el ámbito de la biología basándose en estos. Una de las fuentes de referencias más importantes son las colecciones biológicas en las cuales hay un fuerte contenido de información que apoya la investigación y procesos educativos, como lo es la Colección de Insectos Acuáticos (CIA) de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

Este trabajo de investigación tiene como objetivo hacer viable el acceso a la información que tiene la CIA sobre el orden Ephemeroptera, a los estudiantes y docentes por medio de la organización de estos especímenes en una base de datos, que permita documentar toda la información que estos poseen, además de la realización de un material educativo como lo son las fichas ecológicas la cuales servirán de apoyo para identificar los géneros presentes en la colección y sus características ecológicas, que a su vez resaltan la diversidad con la que cuenta la colección y también que refleja la importancia de los Ephemeroptera en los ecosistemas acuáticos.

Este proceso se realizó en tres fases, la primera fue la curaduría de los especímenes, de la cual se realizó una verificación y organización de estos para

poder identificar los organismos taxonómicamente hasta la categoría género, en donde se encontraron cinco familias y 13 géneros. Se identificó que la familia Baetidae es la más abundante, además de ubicarse en la región andina se encontró en otros departamentos como el Meta en la región de la Orinoquia.

La segunda fase fue la realización de las fichas ecológicas de Ephemeroptera como material educativo, para esto se realizó una consulta sobre fichas realizadas con base en insectos y colecciones biológicas para identificar los criterios que están deben tener; además se realizó una revisión profunda sobre las características ecológicas y taxonómicas de estos insectos en bibliografía especializada en los géneros de Ephemeroptera, con base a esto se realizaron fichas para cada género de su respectiva familia en las cuales se resumen los ítems que describen aspectos ecológicos como descripción general en el cual se destaca el grado de vindicación, hábitat, dieta y ubicación, además las características taxonómicas del organismo.

La tercera fase correspondió a la organización e inclusión de la información del orden Ephemeroptera en la base de datos de registros biológicos, esta se completó utilizando varias fuentes entre estos los trabajos de investigación realizados en la Universidad, basados en las colecciones biológicas y demás fuentes especializadas en este orden. La base de datos es registrada ante el SiB cumpliendo la normatividad para la actualización de colecciones biológicas del Instituto Alexander Von Humboldt.

El presente trabajo hace parte de la línea de investigación Biodiversidad y Conservación de los Sistemas Acuáticos de la Región Andina perteneciente al Grupo de investigación Cascada de la Universidad Pedagógica Nacional.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las colecciones biológicas constituyen un archivo natural, histórico y científico que aporta de manera significativa a la investigación y al conocimiento Simmons & Muñoz (2005). La información que contienen estas colecciones proporciona una importante fuente y apoyo para diferentes actividades académicas, debido a que ofrecen una muestra de los organismos que se pueden encontrar en los ecosistemas y a la vez dan cuenta de características taxonómicas, filogenéticas y biogeográficas para entender las interacciones ecológicas de los organismos. El Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional cuenta con un importante número de ejemplares del orden Ephemeroptera los cuales no se encuentran organizados, debido a esto no se evidencia un uso de estos organismos por parte de los estudiantes que en muchas ocasiones desconocen los diferentes aspectos ecológicos que estos pueden aportar a su formación.

Para el uso por parte de los estudiantes es importante que la colección este organizada, debido que al realizar diversas consultas los ejemplares deben presentar un buen estado y la información de estos debe ser verídica y confiable, la colección a pesar de estar registrada no está actualizada y en cuanto a la información de los especímenes en el marco de la amnistía, es necesario registrar estos especímenes que no tienen permiso de colecta para ser incluidos en el Sistema de Información de Biodiversidad SiB según artículo 252 de la Ley 1753 de 2015 el cual regula los parámetros necesarios para la gestión de colecciones biológicas.

La organización y sistematización de la información que pueden proporcionar estos insectos por medio de una base de datos como la plantilla de registros biológicos, que está disponible para la publicación de datos biológicos y documentar la biodiversidad Colombiana, se basa en las categorías de Darwin Core que permiten hacer eficiente la administración de la colección, además de la realización de consultas con base en el inventario que posee la colección de insectos acuáticos.

A partir de todo lo anterior, se plantea como pregunta problema: ¿Cómo organizar la información del orden Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos para viabilizar el acceso y uso por los estudiantes y docentes del Departamento de Biología de la UPN?

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Viabilizar el acceso y uso de la Colección de Insectos Acuáticos de la UPN por parte de los estudiantes y docentes, organizando la información del orden Ephemeroptera en una base de datos con fichas ecológicas.

### Objetivos específicos

- Determinar los especímenes del orden Ephemeroptera hasta nivel de género que se encuentran en la CIA.
- Contribuir en el conocimiento del orden Ephemeroptera a partir del diseño de fichas ecológicas de los géneros encontrados en la CIA.
- Facilitar el acceso a las muestras de la CIA mediante la recopilación de la información del orden Ephemeroptera en una base de datos.

## ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la finalidad de este trabajo, en donde se pretende resaltar la importancia de las colecciones biológicas como fuente de conocimiento, se realizó una revisión de los trabajos de investigación que se basaron en las colecciones, en donde se encontró varias fuentes que aportan a la ampliación de utilizar las colecciones biológicas como referentes del estudio de la biodiversidad y el conocimiento biológico.

### **Investigación en Colecciones Biológicas desde el ámbito Internacional**

En el trabajo efectuado por Oñate y Llorente (2010) titulado El uso de bases de datos curatoriales para reconstruir la historia del conocimiento taxonómico de la UNAM en la ciudad de México en donde se hace referencia a la importancia que tiene las bases de datos en la construcción taxonómica del grupo (Insecta: Lepidóptera) Se resalta como aportan la recolección de organismos a partir de una base de datos curatoriales como fuentes bibliográficas. Los autores tienen como objetivo conocer la cronología de la información sobre las mariposas papilionidae y pieridae de México, así como los patrones de recolección y los recolectores más destacados a partir de una base de datos curatoriales y fuentes bibliográficas.

Hernández y Bailey (2007), en su trabajo titulado Los Ctenuchidae (Lepidoptera Arctiidae) de la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle, Guatemala, Guatemala. En el cual presentan que la colección posee un importante número de especies y géneros de este grupo de insectos. En este trabajo tuvieron como objetivo establecer, generar y publicar información relativa a la ecología, diversidad, biogeografía, evolución y sistemática de los artrópodos de Guatemala. Por lo que se realizó un proceso de cuantificación de especímenes para determinar las especies y géneros presentes y por lo tanto representativos de esa región. Por lo que resaltan la importancia de ordenar e identificar el material depositado y presentar la lista actualizada de las especies de Ctenuchinae, en la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala.

Godínez y Bernal (2010), resaltan la gran cantidad de especímenes colectados por los investigadores de la colección de insectos del Instituto de Ecología de Xalapa Mexico, lo cual es documentado en su trabajo de investigación que tiene como título Catálogo de Psychodidae (Diptera) de la Colección de Artrópodos con



Importancia Médica del INDRE, Secretaría de Salud, México. En su trabajo se da muestra de la organización que realizaron a la colección de estos insectos debido al tipo de datos que contenían, esta organización los autores la consideran importante para hacer accesible los datos e información de manera estructurada, además procuran continuar con el trabajo de curaduría y reconocer el valor de esta colección.

Izquierdo, et al., (1997). Hacen referencia a la cantidad de especímenes con los que cuenta la colección entomológica del museo de ciencias naturales (MNCN) de Madrid, España. Mediante su trabajo de curaduría y sistematización mencionan como este proceso aporta a la información sobre la composición taxonómica y faunística de la colección. También resaltan de su trabajo la importancia de realizar un inventario sobre los especímenes pues existen una variedad de aspectos por los cuales se utiliza la colección y por qué es vital asegurar las vías de acceso a ella. Ya que la colección anteriormente no poseía de algún catalogo o inventario que figurara los registros que contiene la colección de igual forma describen en su trabajo los resultados de su proceso de curaduría y la variedad taxonómica que se puede encontrar en la colección entomológica en cuanto a información geográfica y número de ejemplares.

### **Investigaciones sobre Colecciones Biológicas desde el contexto nacional**

En el proyecto de investigación realizado en la Universidad de Antioquia titulado Colección limnológica de la Universidad de Antioquia por Londoño, H (2012) se busca promover el flujo permanente de la información estandarizada para las colecciones biológicas que posee la Universidad de Antioquia como instituto de investigación y educación superior mediante programas de bases de datos a todos los ejemplares colectados por diferentes tipos de muestreos se realizó una recopilación estandarizada de su colección biológica. Y así hacer uso de todo ese material biológico que puede aportar al conocimiento de los insectos morfología y sus funciones ecológicas.

Posso & Gonzales. (2008), en su trabajo realizado con base a la colección del Museo Entomológico de la Universidad del Valle, dan cuenta de la gran cantidad de especímenes que posee la colección, su trabajo se denomina Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. Y tienen como objetivo obtener un referente y una aproximación de la biodiversidad y distribución de los ejemplares de esta familia representados en el museo, para lo

cual realizaron una revisión y determinación de los organismos hasta a nivel de especie, mencionan que este trabajo representa un aporte taxonómico que complementa la distribución de los géneros de este grupo para Colombia.

Montaño, Meza y Díaz (2012), en su trabajo titulado la colección entomológica Cebuc y su potencial como referencia de insectos acuáticos. Destacan que las colecciones biológicas constituyen un archivo histórico natural de un país o una región donde la preservación de los especímenes y su información asociada, son la base para estudios taxonómicos, biogeográficos y filogenéticos. La colección entomológica de la universidad de caldas ha contado con el depósito de especímenes desde 1993, sin embargo no contaba con una sistematización. Por lo que posteriormente se realizó un proceso de curaduría y determinación taxonómica de los insectos acuáticos de esta colección, dando cuenta la importante diversidad de ejemplares con la que cuenta.

Morales y Medina (2009), presentan en su trabajo titulado Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH) el proceso de revisión y sistematización de los ejemplares de esta colección en donde pretenden aportar al conocimiento de cuatro órdenes de insectos como Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Dytioptera. Sobre su taxonomía y su distribución en la Orinoquia Colombiana. Además resaltan la importancia de obtener los registros de las colecciones biológicas pues se puede estimar en cantidad la biodiversidad con la que cuenta un país tan diverso como lo es Colombia. Sin embargo existe un gran número de especies que no están documentadas ni descritas esto dificulta los estudios científicos e investigativos que se realizan en conservación y en biodiversidad.

### **Investigaciones realizadas en el contexto local: Universidad Pedagógica Nacional**

Arias (2012), en su trabajo de grado titulado estructuración y valoración de la base de datos para los órdenes Trichoptera y Coleóptera de la Colección de Insectos Acuáticos del departamento de biología, realizó una revisión de los organismos de estos grupos para así generar un recurso con base a las nuevas tecnologías de la educación, en donde resalta la importancia del material biológico que posee la colección y la significativa contribución que esta hace en los conocimientos de los licenciados en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Su trabajo se basó en la organización de estos órdenes por medio de la realización de una biblioteca de PDF en donde generó un banco de información sobre estos órdenes, apoyado

de una base de datos en la cual los estudiantes pueden consultar y agregar especímenes al inventario con todos los datos necesarios en la base de datos diseñada en Java con conexión a Microsoft Access (2007). Así mismo enfatiza los procesos de sistematización usando nuevas tecnologías como un recurso que los estudiantes pueden tener de libre acceso y el cual promueve a la investigación. Centurión (2013), en su trabajo de grado denominado clave taxonómica de identificación virtual de la colección de insectos acuáticos del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional, destaca la importancia de recursos virtuales para el conocimiento de insectos mediante la creación de una clave taxonómica virtual para la identificación de insectos acuáticos de los órdenes Tricoptera y Coleoptera, la cual permite acceder a la información de los especímenes por los estudiantes y ser implementada para la identificación taxonómica por medio de claves dicotómicas. La aplicación virtual fue diseñada por medio de lenguajes de programación con la metodología Agil Scrum, sistemas que contienen una interfaz gráfica agradable a la vista y manejo, además permite cuantificar los organismos pertenecientes a estos órdenes y ser utilizada como una base de datos y dar cuenta de los insectos existentes en la colección.

Sepúlveda (2014), asegura la importancia de la organización de especímenes de la colecciones biológicas en su trabajo de grado denominado Sistematización de especímenes de la familia Pieridae (papilionoidea) del museo de historia natural de la Universidad Pedagógica Nacional, en donde se realizó una sistematización ordenada y completa de los especímenes pertenecientes a la familia pieridae, según los estándares establecidos por Darwin Core, los datos se ingresaron a una base de datos en donde se le asignó a cada ejemplar una categoría taxonómica hasta Genero y Especie. Además destacan el importante papel de la colecciones, pues contribuye a la divulgación, intercambio y consulta de los especímenes con otras instituciones y favorece a la conservación. La sistematización fue realizada en la base de datos Zoorbar, teniendo en cuenta la metodología en organización basada en metadatos trabajada por Darwin Core.

Delgadillo y Góngora (2008), enfatizan y resaltan el valor de la colección de microalgas como estrategia didáctica en su trabajo de grado titulado reestructuración de la Ficoteca de la universidad pedagógica nacional como estrategia didáctica que contribuya en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos biológicos dentro del departamento de biología, en donde en una serie de materiales educativos entre ellos guía ilustrada, micro preparados y una base de datos permite que los estudiantes accedan de manera contextualizada a la información de esta colección. Por medio de estos materiales educativos se busca

apoyar los procesos académicos e investigativos de los estudiantes, además de fortalecer el uso de la colección de Microalgas de la Universidad Pedagógica Nacional, además de una compilación organizada de esta en una base de datos diseñada en Microsoft Access 2007, con su debida curaduría y organización de datos hasta Género.

Hernández y Algeciras (2007), en su trabajo de grado titulado diseño del software educativo “insectos acuáticos en un sistema lógico (quebrada)” basado en estudiantes de pregrado, identifican la necesidad de diseñar, programar e implementar un software como ayuda educativa para enriquecer las clases de los estudiantes, además para manejar y explorar un nuevo espacio en el que se emplea un ambiente virtual que puede facilitar los procesos de enseñanza. Este software se diseñó por medio de storyboard, para elaborar un prototipo de la organización en diferentes formatos de los componentes del software, el cual contiene una unidad de botones para explorar y acceder a diferentes subunidades también disponen de un menú principal y una página principal, para esto fue diseñado en Microsoft FrontPage. Los autores enfatizan en que este medio educativo es una fuente como material de apoyo, clases, laboratorios y diversas actividades académicas.

Toro (2014), en su trabajo de grado titulado informatización de la colección entomológica del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional: los Papilionidos, un estudio de caso (Lepidoptera Papilionidae) (recurso electrónico). presenta el proceso de informatización de los especímenes depositados en la colección entomológica del Museo de Historia Natural, con la plataforma de gestión Zoorbar tomando los papilionidos como experiencia inicial, de igual forma resalta la importancia para la investigación y el avance de esta contar con un inventario sistematizado de los especímenes que se encuentran en una colección biológica.

Forero & Hurtado (2010) en su trabajo de tesis importancia y valor educativo de las colecciones biológicas, en la formación de los licenciados en biología-una síntesis, destaca la importancia y el valor educativo de los museos de historia natural (vistos desde las colecciones biológicas de referencia para la docencia y la investigación) como espacios académicos para la información de los licenciados en Biología; además estos pueden aportar elementos que fomentan el uso de las colecciones biológicas de la Universidad Pedagógica Nacional. Además mencionan las actitudes de los estudiantes en algunos casos de desinterés frente a las colecciones y las diversas actividades que se realizan allí, entre ellas las de

identificación taxonómica, por lo tanto resaltan la importancia de fomentar el aprendizaje por medio de las colecciones biológicas, reconociendo y apropiando estos espacios como parte de su formación.

Casallas (2014), en su propuesta de trabajo denominado base de datos de la tribu Oryctini (coleoptera Scarabaeidae: Dynastinae) del Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional. Propone una implementación de una base de datos de este grupo de insectos usando como recurso los especímenes que se encuentran en la colección, mostrando además la diversidad de organismos que posee la colección entomológica del museo de historia natural. Esto muestra la gran base que puede ser una colección biológica como recurso y como fuente de información consolidado en una base de datos disponible para los trabajos que se realicen posteriormente sobre este orden.

Díaz (2007) realizó una estructuración del orden de inmaduros de Trichoptera de la colección De Insectos Acuáticos de La Universidad Pedagógica Nacional en donde se hizo un correspondiente proceso de curaduría de este material biológico, teniendo en cuenta todos los datos de colecta para realizar una determinación de los órdenes posibles de este grupo. Resaltando la importante representación con la que cuenta la colección del orden Trichoptera en cuanto abundancia y diversidad, además de realizar el debido proceso de curaduría con el fin de mantener la colección.

## REFERENTE TEÓRICO

### **Colecciones biológicas**

Darrigran (2012) define las Colecciones biológicas como aquellas colecciones científicas que se conservan para documentar los resultados de una investigación científica y permitir la generación, ampliación y contrastación de hipótesis de trabajo. Las actividades académicas en las colecciones biológicas son a menudo re-analizadas utilizando nuevos instrumentos y técnicas, proporcionando nuevos datos y conocimientos a partir de ejemplares estudiados previamente como lo menciona Darrigran (2012). Las colecciones proporcionan evidencia irremplazable de las tendencias históricas a largo plazo, permitiendo a los investigadores realizar predicciones para el futuro. También de ellas se pueden tener muestras científicas de inesperada relevancia para investigaciones distintas de aquellas para las cuales fueron colectadas Darrigran (2012).

El registro que colecciones biológicas juega un papel fundamental, ya que las colecciones biológicas son bancos o centro de documentación indispensables y son parte de la fuente primaria para la producción de conocimiento científico Simmons & Muñoz (2005). En esta guía los autores realizan un análisis de todo los ámbitos que abarcan en el manejo y la construcción de colecciones biológicas, desde un análisis histórico hasta las diferentes gestiones que se realizan en las técnicas de preservación y curaduría de una colección las colecciones biológicas contiene una historia y una gestión rigurosa lo cual se evidencia desde las más pequeñas colecciones hasta los grandes museos de historia natural Simmons & Muñoz (2005). Las colecciones biológicas son una recopilación de material biológico que documentan y que soportan la investigación científica estos sirven como base para conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la base natural del país. Son bancos de datos como lo son las bibliotecas o centros de documentación son consideradas patrimonio nacional y de interés por la humanidad, por ser fuente primaria de conocimiento sobre nuestra diversidad, razón por la que deben ser mantenidas y debidamente curadas, garantizando su permanencia en el tiempo. Simmons & Muñoz (2005).

Además las colecciones biológicas son una muestra de la variación biológica de la naturaleza la colecciones deben ser manejada bajo el concepto de conservación preventiva, con el cuidado manejo y conservación de ejemplares de las

colecciones biológicas y sus datos asociados se puede realizar una gran variedad de investigaciones que conducen a desarrollar conocimiento sobre la diversidad biológica en cuanto a la investigación con base en las colecciones biológicas Simmons & Muñoz (2005).

Las colecciones biológicas también son archivo de la ocurrencia de los ejemplares en un lugar y un tiempo especial. Las colecciones y sus datos asociados constituyen, la mayor fuente de información acerca de la geología local y distribución geográfica de un animal o una planta, por todo esto las investigaciones se realizan en: taxonomía, sistemática, estudios evolutivos e investigaciones sobre el ambiente, ecología, contenidos estomacales y demás estructuras Simmons & Muñoz (2005).

La información estandarizada de una colección biológica permite comparar el estado de varios taxos, realizar el seguimiento de la colección a largo tiempo y evaluar el trabajo de curador. Simmons & Muñoz (2005). Las colecciones biológicas son un banco de información en el cual entran y salen datos constantemente la organización de esta permite que esta información sea útil y complementada a lo largo del tiempo.

Una colección biológica es un archivo histórico de utilidad múltiple: es la referencia más directa para la identificación correcta de ejemplares; es el cimiento de la taxonomía y la nomenclatura; es una fuente de información para muchos tipos de proyectos aplicados (por ejemplo de uso sustentable y de conservación) y es un instrumento para la educación a varios niveles. Simmons & Muñoz (2005). Su objetivo principal es ser el organismo de recepción y custodia de los ejemplares biológicos resultantes de las labores de investigación y docencia. Entre las prioridades que se tienen al manejar colecciones biológicas se puede encontrar la investigación científica, la educación y la exhibición.

Para Simmons & Muñoz (2005) el propósito de la organización de las colecciones biológicas es el de generar, organizar y difundir la información que contienen para generar conocimiento. Es por ello que la gestión de esta información es tan importante, la generación de esta resulta de actividades de conservación, cuidado y manejo para la exhibición y educación.

También se hace referencia a la organización de la información de las colecciones biológicas debido a que esta incluye las relaciones entre los elementos de información y los objetos en la colección y el uso de esquemas de clasificación

empleados para la información. Simmons & Muñoz (2005). En el pasado la calidad de la información y el tiempo necesario para manejarla limitaban la información disponible a los usuarios. Una de las ventajas más grandes es la sistematización.

La difusión de la información de las colecciones biológicas significa la creación y el mantenimiento de archivos de datos que permitan llegar a las colecciones; exhibiciones de las colecciones; programas educativos o publicaciones (impresas y también en páginas de internet). Simmons & Muñoz (2005). Entonces el producto primario de una colección es la información que está basada en su colección y en sus datos asociados.

En las colecciones biológicas se emplea la palabra ejemplar en lugar de objeto. Catalogar significa colocar en categorías, se utiliza un sistema de nomenclatura científica, que se basa en la clasificación de las especies, este sistema ahorra mucho tiempo porque se pueden colocar los ejemplares en las colecciones y recobrar los datos de su identificación, en lugar de realizar una investigación detallada como si lo es necesario en museos de arte e historia. Esto es muy conveniente por que las colecciones biológicas tienen colecciones grandes. Simmons & Muñoz (2005).

En cuanto a los criterios requeridos para el mantenimiento de una colección como lo es en este caso de insectos acuáticos hay que tener en cuenta que los especímenes en frascos según Márquez (2005) de formas inmaduras de insectos y otros artrópodos deben preservarse en alcohol u otra solución apropiada. En cuanto a el alcohol o solución preservadora debe estar libre de glóbulos de grasa (si esto ocurriese se debe cambiar la solución cuantas veces sea necesario) el volumen de la solución debe ser de cinco o más veces mayor que el de los insectos a preservar el Alcohol etílico es el líquido comúnmente utilizado.

En la preservación de insectos es el alcohol etílico al 70%, que puede variar entre 70% y 80%; incluso, los insectos acuáticos deben ser inicialmente preservados en alcohol etílico al 95%, ya que sus cuerpos poseen una alta cantidad de agua, posteriormente pueden ser cambiados a alcohol al 75% (Merritt y Cummins, 1995). Los ejemplares son colocados en frascos de plástico o de vidrio de diferentes capacidades, dependiendo del tamaño y número de éstos. Es frecuente utilizar tubos o viales de vidrio para preservar muestras de un mismo taxón, taxones cercanos, de un mismo sitio o de sustratos particulares; los viales son etiquetados cada uno y se colocan juntos en un frasco mayor que los satura con alcohol, el propio frasco puede ser rotulado para una mejor ubicación de las muestras.



Márquez (2005) Este tipo de preservación requiere la revisión periódica de las muestras para reponer el alcohol que se evapore y para el cambio de alcohol sucio en algunas muestras, también es recomendable colocar las muestras en lugares frescos, secos y oscuros para disminuir la evaporación y la decoloración que pueda provocar la luz a los organismos (anaqueles o gabinetes entomológicos cerrados).

El etiquetado de organismos en alcohol al 70 % puede hacerse con plumones indelebles o con lápiz, también se pueden imprimir etiquetas elaboradas en computadora y obtener copia fotostática de éstas para usarlas sin problema de perder los datos (aunque las impresiones con calidad laser no se pierden con el alcohol). Actualmente se usa alcohol etílico o isopropílico absoluto para sacrificar y preservar insectos que serán destinados a estudios moleculares, los cuales deben ser conservados en frío para evitar la desnaturalización de las proteínas, cuyas secuencias pueden ser estudiadas (Steyskal et al., 1986).

### **Base de datos**

Según menciona (Pons et al., 2008) una de las principales misiones de un sistema de gestión de bases de datos manipular gran cantidad de datos de forma eficiente, por lo tanto es una colección de archivos relacionados que permite el manejo de la información de alguna compañía. Cada uno de dichos archivos puede ser visto como una colección de registros y cada registro está compuesto de una colección de campos. Cada uno de los campos de cada registro permite llevar información de algún atributo de una entidad del mundo real.

Una base de datos Según Silberchatz y Korth (1993) Consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. La colección de datos, normalmente denominada base de datos, contiene información relevante para una institución. El objetivo principal de una base de datos es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente. Los sistemas de bases de datos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información. Silberchatz y Korth (1993). La gestión de los datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información.

En el mundo actual existe cada vez más una demanda de datos, esta demanda siempre ha sido fundamental en empresas y en general en sociedades y diversas instituciones como las educativas. Pero en estos últimos años la demanda se ha disparado más debido al acceso multitudinario, al internet y a la aparición de dispositivos y aplicaciones que requieren esta información. Nevado (2010), la informática se ha encargado de proporcionar herramientas que faciliten la gestión de los datos, en comparación a como se realizaba antes a mano mediante carpetas y archivadores. Los sistemas informáticos han adaptado herramientas para que los elementos que el usuario maneja en el ordenador sean similares al manejo que se realizaba manualmente solo que de una manera más eficaz.

Para Silberchatz y Korth (1993) un sistema de información (SI) es un conjunto formal de procesos, que recopilan, elaboran y distribuyen la información o parten de ella para poder realizar operaciones propias de actividades de control y dirección según las estrategias u objetivos. Un sistema de información consta datos en los cuales se trata de una información relevante que almacena y gestiona el sistema de información. Los datos por si solos no aportan conocimiento, es necesario procesarlos y transformarlos (Silberchatz y Korth, 1993). La información es el resultado de esta transformación. También este sistema cuenta con un hardware que es un equipamiento físico que se utiliza para gestionar los datos, permite la comunicación, el procesamiento y el almacenamiento de la información. Además de un software que son esas aplicaciones que permiten el funcionamiento adecuado del sistema. Y finalmente se habla de recursos humanos: personal que maneja el sistema de información, introducen, manejan o usan la información para realizar sus actividades en función de los procedimientos de trabajo establecido.

Silberchatz y Korth (1993) mencionan que la gestión de bases de datos ha evolucionado de ser una aplicación de computador especializada a un componente central de un entorno de computación moderno, un sistema de gestión de bases de datos (DBMS) database management system consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a esos datos, contiene información acerca de una institución determinada. El objetivo principal de un DBMS es proporcionar un entorno que sea a la vez conveniente y eficiente a extraer y almacenar la información de la base de datos. Los sistemas de bases de datos están diseñados para gestionar grandes bloques de información, la gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para el almacenamiento de información como la provisión de mecanismos para la gestión de la información (Silberchatz y Korth, 1993).

En cuanto al diseño de bases de datos, estas deben mantener la seguridad de la información almacenada, pese a caídas del sistema o intentos de acceso no autorizados. Si los datos van a ser compartidos por varios usuarios, el sistema debe evitar posibles resultados anormales.

Los sistemas de bases de datos se diseñan para manejar grandes cantidades de información. Millán (2012) Un objetivo principal de un sistema de datos es proporcionar a los usuarios una visión abstracta de los datos, esto se logra definiendo tres niveles de abstracción los cuales permiten al usuario observar y disponer de la información los cuales son:

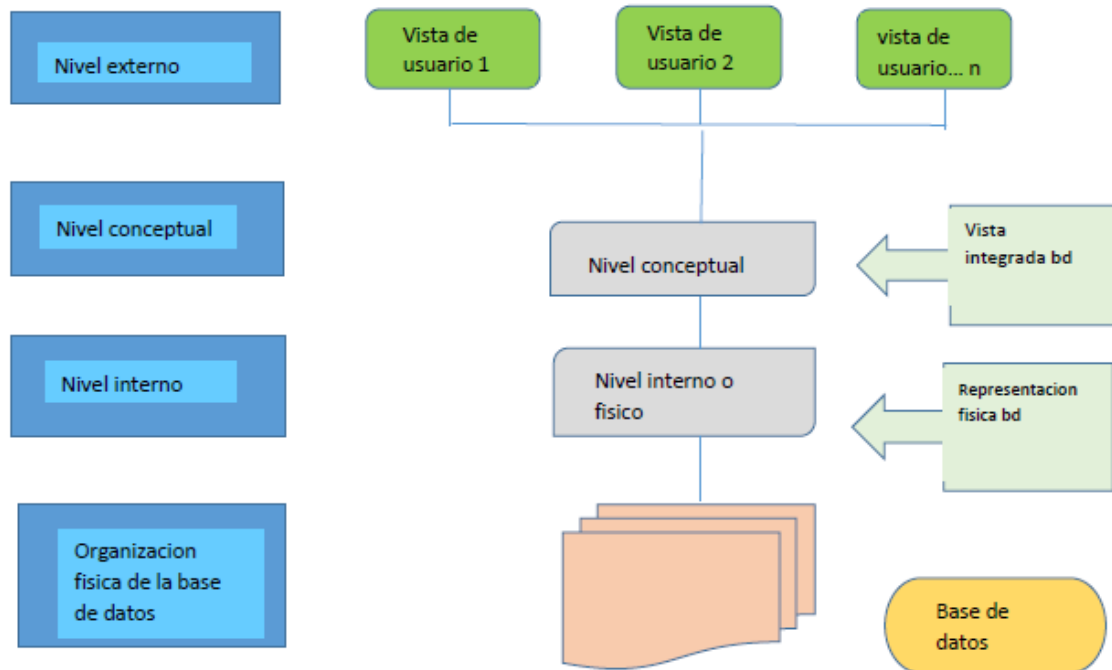
- nivel físico
- nivel conceptual
- nivel de visión

Las bases de datos cambian a lo largo del tiempo según se inserta o se suprime la información. La colección de información almacenada en una base de datos en un momento determinado de tiempo se llama instancia de la base de datos.

Un esquema de base de datos se especifica mediante un conjunto de definiciones la cuales se expresan mediante un lenguaje de definición de dato (DDL). Las cuales se compilan en un conjunto de tablas que son almacenadas en un archivo especial llamado diccionario de datos que contiene metadatos. Millán (2012)

Millán (2012) hace referencia que en la teoría de base de datos se incluye principios formales para definir y manipular datos estructurados e interrelacionados. Para definir los datos de utilizar un modelo de datos y para su manipulación un lenguaje También menciona los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) como una capa de software necesaria para crear, manipular y recuperar datos desde una base de datos. Es una herramienta de propósito útil para estructurar, almacenar y controlar los datos ofreciendo interfaces de acceso a la base de datos Millán (2012). Tareas fundamentales que desempeñan estos sistemas hacen referencia a la seguridad de acceso a los datos, manteniendo la integridad de los datos al control de concurrencia en el momento de acceder a los datos y a la eficiencia del sistema evaluada generalmente, en términos de tiempo de respuesta a las consultas de los usuarios. En las bases de datos se maneja Un lenguaje de definición de datos (DDL), en donde un usuario define una base de datos (tipo, estructura, restricciones) y puede recuperar, actualizar, insertar o borrar datos. Los usuarios no solo necesitan conocer detalles de almacenamiento de las base de datos, solo requieren tener una visión abstracta de los datos.

Millán (2012) Los usuarios no necesitan conocer detalles de almacenamiento de la base de datos, solo requieren tener una vista abstracta de estos como ya lo han mencionado los demás autores. Por esta razón la arquitectura de un SGBD, generalmente se basa en tres niveles: externo, conceptual e interno. Lo cual se plasma en la figura 1:



**Figura 1: Estructura de un Sistema de Gestión de Bases de Datos. Adaptado de Millán (2010) Fundamentos de Bases de datos.**

En cuanto a la gestión de datos biológicos el SiB (Sistema de Biodiversidad de Colombia) El SiB es una entidad nacional que tiene como objetivo brindar acceso libre sobre la diversidad biológica del país en la construcción de un mundo sostenible, por lo tanto dispone de una red para la publicación en línea de datos sobre la diversidad. Por medio del SiB Colombia, se puede aportar al conocimiento de la diversas especies que se encuentra en el país, de igual forma permite fomentar la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.

El SiB Colombia, es una red de redes, encargada de facilitar herramientas para la integración, publicación y consulta de la información sobre biodiversidad (datos, metadatos, conjuntos de referencia y fichas de especies), para hacerla más

fácilmente disponible a los usuarios. De esta manera, aunque se permite el acceso y el uso de la información a través de en una sola plataforma, se garantiza que ésta sea apropiadamente utilizada y su autoría reconocida. Es una forma de hacer útil y viable la valiosa información que contienen las colecciones biológicas o bancos de biodiversidad ya sean imágenes, sonidos. Para ampliar la investigación. Esto también hace posible la cuantificación de especies de plantas y animales para una sistematización desde el portal de datos. Las instituciones universitarias y de investigación biológica, cumplen un papel importante en la consolidación de datos de biodiversidad. A su vez el GBIF (Infraestructura mundial de información en Biodiversidad) Es la infraestructura mundial de información en la biodiversidad, se estructura como una red de nodos nacionales. El objetivo de esta red es dar acceso por medio a internet sobre los datos de biodiversidad en todo el mundo para apoyar la investigación científica, la conservación biológica y favorecer el desarrollo sostenible.

La Infraestructura Global de Información sobre Biodiversidad (Global Biodiversity Information Facility, GBIF) fue establecida como una iniciativa de mega ciencia para atender uno de los retos más grandes del siglo XXI: aprovechar el conocimiento sobre la diversidad biológica de la Tierra. La visión de GBIF es "un mundo en el que la información sobre biodiversidad está disponible de manera libre y universal para la ciencia, la sociedad y un futuro sostenible". La misión de GBIF es ser el principal recurso global de información sobre biodiversidad y desarrollar soluciones para el bienestar del medio ambiente y del ser humano. Para lograr esta misión, GBIF alienta a una gran variedad de proveedores de datos de todo el planeta a descubrir y publicar datos a través de su red.

Para GBIF es importante impulsar la investigación y el desarrollo sostenible del planeta dando a conocer la gran biodiversidad que posee, por medio de la web la cual es de fácil acceso y ofrece herramientas para que los usuarios aporten al conocimiento de la flora y fauna, por medio de la publicación y sistematización de datos. Estos datos según lo menciona la institución son únicos y representan la biodiversidad de diferentes regiones del planeta.

### **Aprendizaje significativo**

Rodríguez (2004), hace referencia a la primera persona que explicó el aprendizaje sobre la teoría cognitiva, es Ausubel en 1963 quien menciona que el aprendizaje es un proceso por medio del cual se relaciona una nueva información con algún

aspecto ya existente en la estructura cognitiva de un individuo y que sea relevante para el material que se intenta aprender. De igual hace referencia a que el aprendizaje debe tener necesariamente significado para el estudiante, si se quiere que este represente algo más que palabras o frases que repite de memoria en un examen. Para este autor algo que carece de sentido no solo se olvidara rápidamente si no que el estudiante no podrá relacionarlo con otros datos estudiados previamente, ni aplicarse a la vida de todos los días.

La comprensión o capacidad de entender claramente lo aprendido es un elemento importante del aprendizaje significativo. Cuando esta no se da solo puede darse un aprendizaje memorístico, desde el punto de vista cerebral esto equivale a un almacenamiento arbitrario en la estructura cognitiva. Como consecuencia se produce una interacción mínima o nula entre la información nueva y la almacenada.

### **Material educativo**

Moreno (2004) resalta que prácticamente en casi todas las situaciones de enseñanza aparece el empleo de materiales didácticos de todo tipo y en cualquier soporte. Muchos procesos de aprendizaje están mediados por el empleo de algún tipo de material y de alguna tecnología, sobre todo audiovisual o informática, lo que condiciona incluso la forma de aprender. Por otra parte, determinados materiales tecnológicos afianzan cada vez más su presencia haciéndose, en muchos casos, imprescindibles. La cuestión, por tanto, es enseñar y aprender con y para los medios. Desde la consideración de los medios como materiales curriculares y didácticos la cuestión clave estará en su utilización y su selección con la intención de aplicarlos convenientemente a las distintas situaciones educativas y, también, de aprovechar al máximo todas sus características técnicas y sus posibilidades didácticas. Desde el punto de vista de su utilización didáctica los medios y los materiales curriculares deben reunir algunos criterios de funcionalidad (Moreno, 2004), por lo tanto deben ser una herramienta de apoyo o ayuda para nuestro aprendizaje, deben ser útiles y funcionales. Y sobre todo, Su utilización y selección deben responder al principio de racionalidad. Desde una perspectiva crítica, se deben ir construyendo entre todas las personas implicadas en el proceso de aprendizaje.

Los recursos digitales según OECD (2006) pueden copiarse y utilizarse sin acabar con su existencia, son un bien público o recursos renovables, es bien

sabido que a partir de estudios educativos, los estudiantes movilizan muchos diferentes tipos de recursos para el aprendizaje. Los alumnos también aprenden utilizando creativamente recursos no pensados para propósitos formativos. Un punto de vista similar podría aplicarse a los profesores, sabiendo que un recurso educativo es algo que puede utilizarse para organizar y apoyar las experiencias de aprendizaje.

En el contexto de la enseñanza aprendizaje asistidos por un ordenador informáticos, los recursos se conciben a menudo como contenidos formativos que pueden ser almacenados en un repositorio digital, como un fichero de texto, de sonido o de video. Este punto de vista en algunos casos OECD (2006).

Las imágenes como material educativo tienen gran importancia debido a que las representaciones externas por medio de imágenes ocupan un espacio creciente en los materiales que se proponen y utilizan para enseñar ciencias, sobre todo si se los compara con los utilizados hace una década en varios países. (Fanaro et al., 2005). Además la cantidad de imágenes, en las tecnologías de impresión y en las tecnologías de la información y la comunicación, se ha modificado la relación entre información visual e información verbal, llegándose a producir una sustitución de imágenes por palabras con efectos educativos cuyo impacto merece estudiarse, tanto para los profesores, los estudiantes y los materiales que se usan para enseñar (Fanaro et al., 2005). En la Investigación en Educación en Ciencias, el interés por las imágenes externas y su uso escolar es relativamente reciente y se plantea desde enfoques diferentes aunque complementarios. Como material educativo las Fichas son según González (2004) un documento en el que se registran los datos más relevantes sobre un tema específico. Existen diferentes tipos de fichas técnicas que varían dependiendo los datos que se estén registrando también se puede hablar de Fichas técnicas en donde según una ficha técnica es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de un objeto, material, producto o bien de manera detallada.

Las fichas de contenido se utilizan para registrar la información que contienen las fuentes; se clasifican en ficha textual, de comentario personal, mixto, de reseña y de síntesis. Las fichas de contenido según González (2004) son documentos escritos con un contenido breve conciso y selectivo extraído de un tema durante el estudio del mismo. La fichas dan información sobre un tema específico de estudio de manera práctica se puede dar cuenta en una lámina o ficha de diferentes aspectos que engloban dicha temática, esta pueden incluir imágenes y distintos diseños que las hagan llamativas

El material educativo y el aprendizaje significativo tienen una gran relación. Como lo menciona tomando en cuenta la importancia de compartir una educación de calidad para propiciar aprendizajes significativos, los conocimientos no solo deben construirse de manera teórica sino también basada en la práctica con los niños y jóvenes. (Verdugo, 2012) Los materiales y recursos educativos despiertan el interés y motivación constante dentro del proceso educativo, entre los materiales educativos que menciona se encuentran: cuadros, láminas, tarjetas de lectura, etc.

### **Generalidades de Ephemeroptera**

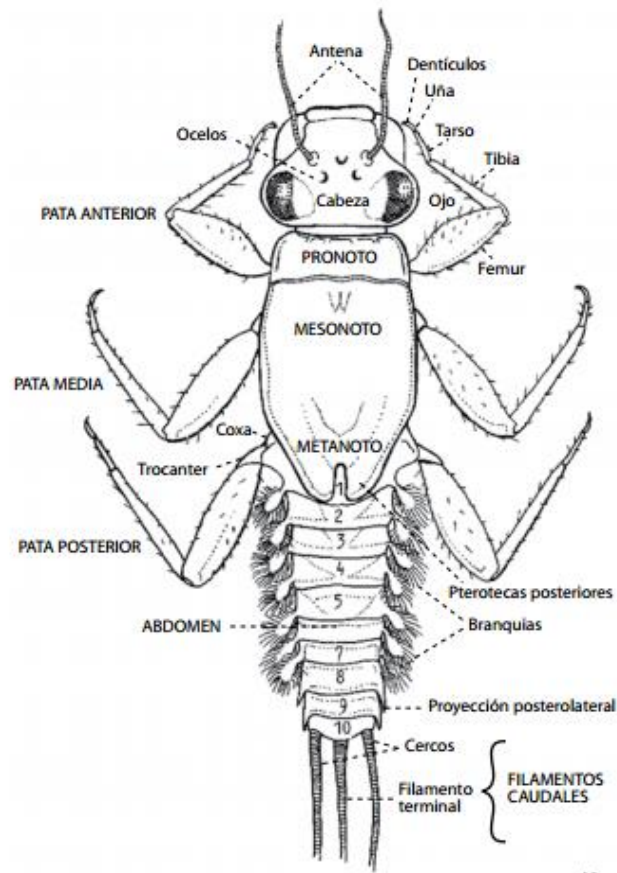
El orden Ephemeroptera se constituye de gran importancia en muchos hábitats de agua dulce, tanto sistemas lóticos como lénticos. La baja tolerancia a la contaminación que exhiben muchas especies ha permitido considerarlas como de importancia en el contexto de biorremediación. Muñoz y Ospina (1999). en su ciclo de vida estos tienen dos estadios, subimago e imago los cuales son únicos entre los insectos. Las efímeras son los más primitivos de dos alas, con registro fósil que data del carbonífero y pérmico. Los adultos no se alimentan, son de vida corta y dependen en gran parte de las reservas ninfales; la principal función del adulto es el apareamiento, ovoposición y dispersión. La mayoría de las ninfas de efímeras viven en la superficie del agua Domínguez et. al., (2006), las ninfas son miembros de varias funciones de grupos alimenticios como recolectores, filtradores, raspadores, trituradores y predadores.

Como lo menciona Wolf (2006) en la actualidad el orden Ephemeroptera es el más antiguo de los insectos alados, se conocen aproximadamente 4.000 especies con 300 géneros. Las ninfas son en la mayoría de su desarrollo de forma acuática, por lo general se fijan en rocas, troncos u hojas. Por su parte los adultos terrestres voladores se mantienen cerca del agua de donde emergieron.

En cuanto a su morfología Según Rojas et. al., (1993) Las ninfas del orden Ephemeroptera presentan adaptaciones morfológicas y de comportamiento para vivir en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, pocas son las especies que resisten cierto grado de contaminación, por lo que se les considera buenas indicadores de la calidad del agua (Roldán, 1980; Escobar, 1989 y Zúñiga et al., 1992, citados en Rojas et. al., 1993). Como se evidencia en la figura 2 estas ninfas se conocen por su cuerpo generalmente elongado, cabeza grande, piezas bucales desarrolladas, antenas largas y filiformes, ojos compuestos, agallas traqueales en



la superficie lateral o dorsal de los segmentos abdominales, presencia de dos cercos largos en el extremo abdominal y un filamento caudal de tamaño variable.



**Figura 2: Vista general de la morfología de una ninfa de Ephemeroptera. Tomado de Domínguez, et al. (1992)**

Sus estructuras morfológicas y la importancia que tienen estas para la determinación taxonómica es relevante en el orden Ephemeroptera ya que estos se caracterizan por presentar estructuras importantes como la cabeza y las diversas proyecciones que esta posee tienen valor taxonómico y se usa en la clave de familias. (Flowers y De La Rosa, 2010) Las partes bucales que, necesitan cierto grado de disección para poder observarlas, son también diagnósticas, aunque generalmente a nivel de género o especie.

En lo que corresponde a la estructura del Tórax y a los patrones de coloración y también de las cubiertas de las alas (“pterotecas”; evidentes solamente en ninfas maduras o casi maduras en el mesotórax y metatórax) son de valor taxonómico. Cada segmento torácico posee un par de patas que en algunos géneros están

modificadas para diferentes funciones como filtrar, excavar, limpiarse, proteger las agallas o sujetarse al sustrato. (Flowers y De La Rosa, 2010).

El abdomen es de gran importancia según Flowers y De La Rosa (2010) y la mayoría de fuentes consultadas Todos los efemerópteros tienen 10 segmentos abdominales, aunque algunos pueden estar ocultos o reducidos. Las branquias están siempre en el abdomen, pueden tener posiciones ventrales, laterales o dorsales. El número asignado a un par de branquias (por ejemplo branquia III) se refiere a las que se encuentran en el tercer segmento abdominal, aunque los otros segmentos no tengan branquias. La mayoría de las especies poseen tres filamentos caudales (el filamento terminal y dos cercos), aunque en algunas, el filamento terminal está sumamente reducido o ausente.

En cuanto a la alimentación, las ninfas son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de una variedad de algas y detritus. (Flowers y De La Rosa, 2010) La mayoría viven en la superficie de piedras, arena o barro; sin embargo, las ninfas de las familias Ephemeridae y Polymitarcyidae excavan madrigueras en forma de “U” en las orillas de charcos y arroyos, ondulan sus branquias para producir corrientes dentro de las madrigueras y filtran partículas con las patas delanteras. En algunas pocas especies, las ninfas son depredadores. Ni los subimagos, ni los adultos pueden comer: carecen de una boca y piezas bucales funcionales. (Flowers y De La Rosa, 2010).

En su Comportamiento se ha podido evidenciar que muchas ninfas forman parte de la deriva de los ríos, en muchos casos como parte de un comportamiento defensivo, de dispersión o una consecuencia de actividades de alimentación (deriva accidental). También, la contaminación u otro cambio no favorable en la calidad del agua en un río pueden causar que las efímeras y otros insectos acuáticos entren a la deriva buscando condiciones más adecuadas. Los enjambres de adultos apareándose pueden ser observados en algunas especies en horas crepusculares, aún bajo aguaceros bastante fuertes.

Dentro de sus características ecológicas las ninfas de Ephemeroptera viven en aguas limpias y bien oxigenadas, por lo que se les considera indicadores ecológicos de buena calidad del agua, su distribución se extiende desde el nivel del mar hasta los 2500 o 3000 m.s.n.m. la mayoría de las ninfas viven debajo de los ríos, de las piedras, de troncos, de hojas y de sustratos similares; solo pocas especies viven enterradas en los fondos lodosos y arenosos, solo otras pocas especies viven asociadas a vegetación acuática enraizada (Roldan, 1980).

Flowers y De La Rosa (2010) menciona que el orden de los efemerópteros (efímeras) es un grupo de frágiles insectos exclusivamente acuáticos y relativamente primitivos. Presentan una característica única entre los insectos, la de poseer un estadio terrestre volador (el “sub-imago”) previo al del adulto sexualmente maduro. Las efímeras forman una parte importante de las cadenas alimenticias en ríos y arroyos (como alimento para otros organismos acuáticos, procesadores de materia orgánica y como herbívoros), y son elementos importantes en la transferencia de energía dentro del sistema acuático. Las ninfas se encuentran en casi todo tipo de cuerpos de agua, aunque en mayor abundancia y diversidad en ríos y arroyos de fondos rocosos. Los adultos viven desde unas pocas horas hasta algunos días, por lo que se hace difícil encontrarlos en la naturaleza, aunque se pueden atraer a luces puestas cerca de los ríos, en especial durante el amanecer y anochecer (crepúsculo).

Las adaptaciones a la vida acuática de las ninfas de los efemerópteros son de respiración hidropnéustica, más que nada por medio de branquias (agallas) externas. Flowers y De La Rosa (2010). Sin embargo, en los Baetidae y otras especies pequeñas de aguas bien oxigenadas, como se observa en la figura 3 estos organismos habitan prácticamente la totalidad de su desarrollo en el agua. La mayor parte de la respiración ocurre a través de la piel de la ninfa. En algunas especies, las branquias también sirven para crear corrientes de agua en sus madrigueras, como accesorios de agarre en las rocas o como estructuras osmo regulatorias (para el intercambio de sales).

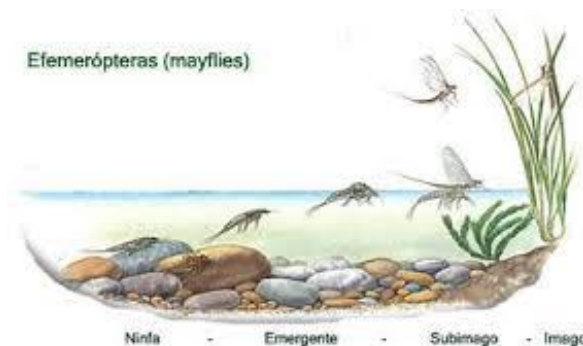


Figura 3: Vida Acuática de Ephemeroptera. Tomado de Suarez (2010). Ecología de aguas continentales.

El orden Ephemeroptera tiene gran importancia como Bioindicador de calidad en agua se ha estudiado sobre este orden mediante La denominación de una especie como indicadora requiere de conocimiento previo respecto a su composición comunitaria bajo condiciones normales. Por lo general las ninfas de los

Ephemeropteros viven en aguas bien oxigenadas, por lo que se les considera indicadores ecológicos de buena calidad del agua. La mayoría de las ninfas vive en el fondo de los ríos, debajo de las piedras, de troncos, de hojas y de sustratos similares en lo cual enfatiza Roldan (2012).

El agua tiene dos dimensiones que están muy relacionadas, calidad y cantidad. Según Roldán (2012) durante los últimos años el concepto de calidad de agua ha ido cambiando rápidamente de un enfoque puramente fisicoquímico a otro que integra todos los componentes del ecosistema. Actualmente, muchos países están apoyando el uso de comunidades acuáticas y el estudio de su comportamiento.

Los insectos acuáticos entre ellos los Ephemeroptera pueden actuar como herramienta fundamental para evaluar la calidad de las aguas superficiales continentales (Rosenberg et al., 2008). Señala que la calidad de agua está definida como las características físicas, químicas, biológicas y estéticas (apariencia y olor) del agua. Es decir que, un agua saludable debe contener una cantidad balanceada de nutrientes y fluctuaciones normales de salinidad y temperatura y al mismo tiempo un porcentaje alto de oxígeno y recibir suficiente luz solar para un adecuado crecimiento de los organismos. La contaminación del agua causada por daño o alteración de su estado en condiciones normales y la pérdida de las zonas de amortiguamiento de los ríos es un problema para la salud de todos los seres vivos que habitan el planeta (Mafla, 2005).

Sin duda, como menciona Springer (2010) el uso de indicadores biológicos en los estudios y el monitoreo de calidad de agua seguirá cobrando más y más importancia en el país y en la región centroamericana, por lo que se hace necesario unir esfuerzos tanto entre investigadores y universidades, como entre entes del sector gubernamental y otros actores involucrados en el manejo del recurso acuático. De igual manera es de suma importancia hacer disponible la información generada a través de bases de datos centralizadas y de acceso público.

## METODOLOGÍA

Las colecciones biológicas contienen una gran cantidad de información que para su aprovechamiento es importante contar con una estructuración y organización, que permita ser utilizada como fuente de diversas actividades académicas y de investigación. Los organismos pertenecientes al orden Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos de la Universidad Pedagógica Nacional, comprenden un gran número de especímenes, que para ser organizados en una base de datos deben llevar un proceso que a su vez permita obtener información detallada de sus características taxonómicas, hábitos y de ubicación geográfica para la realización de fichas ecológicas.

La curaduría de los especímenes de la colección, la consolidación de la base de datos y la realización de las fichas ecológicas del orden Ephemeroptera como material educativo, se realizó mediante las siguientes fases:

### Fase de curaduría

En esta fase se responde al primer objetivo específico que es “*Determinar los especímenes del orden Ephemeroptera hasta nivel de género que se encuentran en la CIA*”, ya que es importante realizar una organización del material biológico para poder evidenciar la cantidad y el estado de los especímenes. Esta fase se desarrolló desde Agosto de 2015 hasta el mes de abril de 2016, teniendo en cuenta el gran número de especímenes que contiene la colección, debido a que se revisó todo el material de docencia y referencia. En este proceso se establecieron tres momentos importantes aunque generalmente simultáneos:

Un primer momento fue la **verificación de los organismos** de Ephemeroptera en donde se realizó una revisión de los especímenes que se encuentran en la CIA para separar los que tienen datos completos, incompletos y los que carecen de datos para una posterior clasificación:

- Ejemplares con datos incompletos: de los viales que contienen información incompleta como solo familia o solo autores, se hace necesario la consulta de estos datos en tesis o trabajos de investigación en los cuales estos especímenes pueden pertenecer para completar su datos, separarlos por familia y género para poder diligenciar los datos de la matriz de campo. En

el caso de los ejemplares que no se lograba completar los datos de colecta, se procedía a seleccionarlos como muestras de docencia.

- Ejemplares que no poseen datos: los viales que carecen completamente de datos, pasan a la caja de docencia los cuales pueden ser utilizados para diversas actividades académicas y educativas. Estos no fueron determinados en el marco de los objetivos de este proyecto, se espera que con el uso en actividades educativas, esta labor se vaya cumpliendo paulatinamente.
- Ejemplares con datos completos: son directamente separados a las cajas por la información de sus etiquetas, son agregados a la matriz de campo que facilita su inventario. Estos ejemplares fueron los primeros que pasaron a las plantillas de registros biológicos y posteriormente los de datos incompletos una vez estos se completaran los mismos.

En el segundo momento se llevó a cabo la **organización de las muestras**. Luego de la separación de los organismos de acuerdo al tipo de datos que tenían, se realizó un proceso de organización en cajas provisionales en donde se separaron estos ejemplares por cajas correspondientes a su posible familia y posteriormente el género. De igual forma fue necesario hidratar con alcohol al 70% los viales que lo requerían, además de realizar una selección de los especímenes secos o en mal estado para su desecho de acuerdo con las normas de bioseguridad.

Para la reorganización de la estantería del orden Ephemeroptera se realizó la construcción de las cajas, para esto se tomaron las medidas de las cajas que se encuentran en la colección y se realizaron en cartón micro corrugado con tapas y etiquetas que describen la familia y género al que pertenecen los especímenes de los viales incluidos allí.

Cada vial lleva a su vez las etiquetas que describen por un lado, los datos de colecta (Autor, fecha, sistema acuático, municipio y departamento), por otro lado, el código asignado en la colección y finalmente, la etiqueta del nivel taxonómico inferior determinado, en este caso, género. Para ello se recopilaron los datos que llevaban anteriormente o se ampliaron y se introdujeron en un formato de etiquetas en arial 4 en papel pergamino al 60%, impresas con tinta láser, todo esto para que no se corra la tinta al contacto con el alcohol.

El tercer momento consistió en la **clasificación taxonómica** para la cual se diligenció una matriz de datos de campo (ver anexo 1) con los datos taxonómicos hasta género, y los respectivos datos de colecta y ubicación. Cada familia del orden Ephemeroptera tiene su respectivo separador en el portafolio taxonómico, permitiendo realizar un inventario general de las muestras directamente en la colección. Para la clasificación se utilizaron varias claves dicotómicas especializadas en las ninfas de Ephemeroptera, las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Domínguez & Fernández. (2009), Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos:
- ✓ Rojas, Baena, Serrato, Salcedo y Zúñiga (1993), clave para las familias y géneros de ninfas de Ephemeroptera del departamento del valle del Cauca. Colombia.
- ✓ Flowers, & De la Rosa (2010), Ephemeroptera revista de biología tropical
- ✓ Roldán (1988), guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad del Valle
- ✓ Muñoz & Ospina (1999), Guía para la identificación genérica de los Ephemeroptera de la sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos

Para la identificación y caracterización hasta género también fue necesario el uso de estereoscopio Advanced BM-1000, también de materiales de laboratorio, como cajas de Petri, pinzas, agujas, goteros y alcohol al 70%.

Como parte de la curaduría se realizó la corroboración de todas las etiquetas de los especímenes, así como la determinación de aquellos que no contaban con una, llegando a nivel taxonómico de género. Para ello se tomaron representantes de cada género y se tomaron fotografías previas que permitieran con la ayuda de las claves dicotómicas confirmar si es el género que señala la etiqueta, por lo tanto se realizó el registro de las estructuras del insecto que sirvieron para determinar taxonómicamente el organismo.

Entre las estructuras que usualmente determinan los géneros de cada familia se encuentran las agallas, las patas y en ellas el fémur, tibia, tarso y las uñas. De igual forma las estructuras bucales como el labro, mandíbulas y maxila. Para estructuras que son muy pequeñas por lo que no se pueden observar en el estereoscopio y son importantes para la determinación del género, se debe extraer la estructura de un espécimen y montarse en lámina para observarlas en el microscopio, es el caso de las uñas tarsales, agallas y setas de fémures.

## **Fase de diseño de fichas ecológicas**

Esta fase responde al segundo objetivo específico, que corresponde a “*Contribuir en el conocimiento del orden Ephemeroptera a partir del diseño de fichas ecológicas de los géneros encontrados en la CIA*” desarrollando el diseño de material educativo sobre Ephemeroptera, el cual son las fichas ecológicas que tienen como finalidad dar muestra de la diversidad de este orden y de reconocer los géneros disponibles en la CIA. Para la realización de estas fichas se realizó una revisión de material bibliográfico similar que se especializa en insectos, se tuvo en cuenta el tipo de información que estas debían llevar, además de aspectos como ser concisa, hacer énfasis en las fotografías y un diseño llamativo y acorde a la temática, todo esto se dio en tres momentos:

En un primer momento se realizó una **Revisión de material educativo** sobre fichas técnicas, descriptivas e ilustrativas que muestran las características de los organismos, como su hábitat, su descripción, la dieta y la ubicación de estos. Algunas fichas o cartillas contienen comentarios sobre el estado actual de investigación sobre los organismos.

Como segundo momento se llevó a cabo el **registro fotográfico** para el diseño de fichas, tomando las respectivas fotografías a los especímenes seleccionados con los caracteres más representativos de cada género. Para este registro se hace uso de la cámara semiprofesional Nikon p600 con zoom óptico de 60x y de 16.1 megapíxeles. Se contó con la colaboración del fotógrafo Pablo Beltrán para el registro fotográfico de los especímenes. También se utilizó el estereoscopio con cámara Labomed inc LB-340, disponible en el laboratorio el cual debido a su lente más amplio facilita la toma de las fotos además de contar con mayor iluminación.

Finalmente, en el tercer momento de **redacción y diseño**, se inició al realizar el proceso de selección de las familias y géneros representativos de la colección de Ephemeroptera, realizando unas fichas ecológicas que tienen la información de los aspectos ecológicos y de distribución geográfica donde se han realizado las colectas, permitiendo apreciar la diversidad de Ephemeroptera que se puede encontrar en estos ecosistemas colombianos.

Las fichas cuentan con una portada especificando el autor y la línea de investigación a la cual pertenece, además estas presentan una breve presentación e introducción y un contenido de las familias y géneros presentes en estas. También es fundamental la utilización de colores llamativos que cumplan la



función de distinguir los diferentes géneros, se utilizaron mapas que ayuden al lector a ubicar el lugar al cual pertenecen los organismos.

### **Fase de elaboración de base de datos**

Respondiendo al tercer objetivo específico que es “*Facilitar el acceso a las muestras de la CIA mediante la recopilación de la información del orden Ephemeroptera en una base de datos*”, se buscó contribuir a la organización de la colección de Ephemeropteros y sistematizar la cantidad de información que esta posee, además de la importancia que tienen las bases de datos en las colecciones biológicas, pues visibilizan y hacen disponibles los datos para ampliar el conocimiento y la investigación sobre biodiversidad. Se realizó una sistematización de los datos que permite resaltar la información de la CIA de la Universidad Pedagógica Nacional. Para llevar a cabo este proceso se dieron dos momentos:

Como primer momento se realizó una **revisión documental sobre bases de datos** así como de los programas de estandarización de base de datos empleadas por diferentes instituciones y las bases de datos que se han realizado en la Universidad Pedagógica Nacional, basándose en las diferentes colecciones con las que cuenta, como la CIA, la Ficoteca y otras en los diferentes trabajos de grado. También se consultó en el portal de la infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF) sobre el software disponible para sistematizar datos biológicos.

El segundo momento corresponde a la **organización e inclusión de los datos** en donde al obtener la información taxonómica y biológica de los organismos pertenecientes a Ephemeroptera y al confirmar que se utiliza el modo de bases de datos brindado por el SiB Colombia, se llena la plantilla en Excel titulada registros biológicos con las categorías que se basan en Darwin Core para que estas sean parte de los catálogos del SiB.

La información de estos organismos que se van a incluir en la bases de datos, se diligencia en la matriz documental (ver en anexos 2) para la documentación del registro biológico. Estas plantillas contienen una serie de columnas con las categorías que se van a diligenciar. Estos elementos son obligatorios para la publicación de los registros en el SiB Colombia y para el registro y actualización de las colecciones biológicas ante el Instituto Alexander von Humboldt quien es el ente que regula dichas colecciones.

En la organización de los datos es necesario tener en cuenta muchas fuentes de información como los trabajos de grados y de investigación asociados a Ephemeroptera, documentos y artículos especializados en los géneros de este y portales web y documentación sobre la ubicación geográfica y coordenadas.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el propósito de contribuir al conocimiento del orden Ephemeroptera en los licenciados en biología y de dar cuenta de la diversidad de este grupo en la colección de insectos acuáticos, se realizó una sistematización de los especímenes y de su información taxonómica y características ecológicas, mediante una base de datos proporcionada por el SiB, estos registros realizados son fundamentales pues aportan a la investigación biológica. Los organismos del orden Ephemeroptera presentan funciones importantes en los ecosistemas acuáticos estas son plasmadas en la realización de fichas ecológicas como material de apoyo a las consultas realizadas en la colección. A continuación se muestran los resultados de los procesos de sistematización, estructuración y diseño de material educativo de los Ephemeroptera de la colección de insectos acuáticos del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional.

### Curaduría

Haciendo referencia al objetivo específico ***Determinar los especímenes del orden Ephemeroptera hasta nivel de género que se encuentran en la CIA***, se evidenciaron los tipos de datos que contenían los especímenes para su posterior determinación taxonómica, encontrando un volumen de muestras explícito en la tabla 1.

TIPOS DE DATOS EN EL ORDEN EPHEMEROPTERA			
Datos completos e incompletos		Sin datos (docencia)	
Viales	Individuos	Viales	Individuos
1078	8858	302	2650

Tabla 1: Tipos de datos del Orden Ephemeroptera CIA.

La importancia de los datos de cada espécimen en una colección biológica es fundamental debido a la información que estos documentan, como lo es la localidad y un momento particular (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). Los Ephemeroptera de la CIA dan cuenta de una cantidad significativa de individuos, de los cuales un gran número contiene datos que pueden ampliarse, confirmarse y

por lo tanto brindar información relevante y precisa en consulta y en diversas actividades académicas. Sin embargo, así el número de especímenes que no contengan datos sea más bajo, representa un posible descuido en la manipulación de estos especímenes y técnicas de colecta. Esto dificulta la estructuración de la colección y posibles identificaciones que puedan aportar a la colección pues no tienen datos que soporten su procedencia y un futuro análisis, ya que “así como los ejemplares, su documentación asociada tiene valor” (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). A pesar de esto, los especímenes sin datos son utilizados en otros espacios académicos para ejercicios sobre el reconocimiento de la biodiversidad.

Como parte de esta fase se realizó el reconocimiento de las familias presentes en el orden Ephemeroptera lo cual se muestra en la tabla 2:

Familias	Viales	Individuos	Departamentos
<b><i>Baetidae</i></b>	604	6840	Cundinamarca, Boyacá, Huila, Risaralda, Tolima, Quindío
<b><i>Leptoblephiidae</i></b>	224	1146	Cundinamarca, Huila, Boyacá, Quindío, Caquetá, Meta
<b><i>Leptoxyphiidae</i></b>	201	766	Cundinamarca, Boyacá, Huila, Tolima, Quindío, Caquetá,
<b><i>Oligoneuridae</i></b>	31	77	Huila
<b><i>Euthyplociidae</i></b>	12	17	Huila

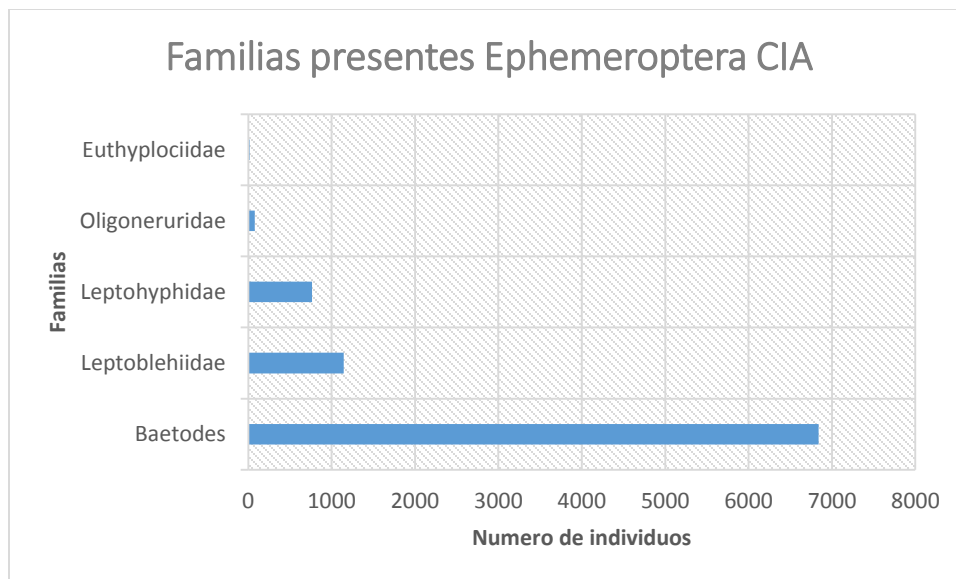
Tabla 2: Familias presentes en el Orden Ephemeroptera CIA

Las cinco familias de este orden representan los trabajos investigativos que se han realizado en la línea de investigación SARA de la UPN los cuales aportan a la investigación ya que como menciona Díaz (2007) mediante estos se fomenta una actitud investigativa en los estudiantes, con el objeto de que empiecen a profundizar sus conocimientos analizando cada situación de manera reflexiva.

Las colectas tuvieron lugar en diferentes departamentos y localidades de la región andina aunque se cuenta con colectas de otros lugares del país. Se evidencia que la mayoría de las familias están presentes en el departamento de Cundinamarca,

Boyacá, Quindío, Risaralda y Huila, por su parte solo familias como Baetidae y Leptohyphidae estuvieron presentes en el muestreo realizado en el departamento del Tolima. La familia Leptohyphidae estuvo presente en el departamento del Caquetá en la región Amazónica y la familia Leptoblephidae muestra su distribución en el departamento del Meta que pertenece a la región de la Orinoquia.

Es importante destacar que es evidente el énfasis que hace la línea de investigación sobre los cuerpos de agua ubicados en la región andina colombiana, mostrando la diversidad de macro invertebrados que se pueden encontrar en estos. Además de ello porque los macro invertebrados cumplen un papel importante como Bioindicadores de la calidad del agua. Roldán (1988) menciona que estos son organismos que se adaptan o perecen en condiciones adversas. Por lo tanto el tipo de comunidad que se encuentre en el ecosistema debe reflejar las condiciones ambientales que allí están prevaleciendo.



**Figura 4: Cantidad de individuos en las familias del Orden Ephemeroptera en la CIA.**

Una característica que es importante tener en cuenta es la cantidad de organismos de cada familia, pues esto muestra la abundancia que se puede encontrar en la CIA lo cual se puede evidenciar en la figura 4. La familia Baetidae muestra gran dominancia con 6840 individuos teniendo en cuenta que los especímenes con datos arrojan un total de más de 8850 individuos, hay que resaltar que la familia Baetidae es la más grande y diversa en países neotropicales (Flowers y De La Rosa, 2010), además los organismos de esta

familia poseen innumerables adaptaciones a los diferentes hábitats y condiciones de los cuerpos de agua. (Zuñiga et al., 2004). Por su parte la familia Leptoblephidae también representa una cantidad significativa con más de 1146 individuos, esta familia de igual manera es altamente diversa en ecosistemas tropicales de Suramérica (Flowers y De La Rosa, 2010), Euthyplociidae es la familia con menos individuos en los Ephemeropteros de la CIA, a pesar de que estos organismos son frecuentes en ecosistemas dulceacuícolas en Sur América, algunos factores pueden influir en su colecta, entre ellos probablemente su gran velocidad para nadar y moverse, su gran tamaño, formas de desplazamiento y hábitos minadores que les permite cavar en el sustrato del cuerpo de agua como lo afirma Zuñiga et al., (2004)

Cabe resaltar que estas familias encontradas en la CIA representan las diferentes formas de vida y diversidad del orden Ephemeroptera que por lo general se pueden encontrar en los sistemas loticos colombianos, que frecuentemente son ríos y arroyos de fondos rocosos.

Se encontraron 11 géneros y 11508 individuos en total del orden Ephemeroptera en la CIA.

### **Géneros presentes del orden Ephemeroptera en la CIA de la Universidad pedagógica Nacional**

Se pudo determinar, cumpliendo con el primer objetivo los especímenes de cada familia de Ephemeroptera hasta la categoría taxonómica género.

#### ✓ **FAMILIA Baetidae**

<b>GENERO</b>	<b>VIALES</b>	<b>INDIVIDUOS</b>	<b>LOCALIDAD/ MUNICIPIO</b>
<b><i>Baetodes</i></b>	397	5991	Bogotá, Palestina, Acevedo, Villeta, Choachi, Chicaque, Iguaque, Tunjuelito, La Calera, Pacho, Filandia, Arcabuco, La vega, Bremen, Guasca
<b><i>Baetis</i></b>	69	407	Tunjuelito, La Calera, Chicaque, Iguaque, Palestina, Junín, Villa de Leyva
<b><i>Mayobaetis</i></b>	30	112	Chicaque, Villeta, Palestina, Choachi
<b><i>Americabaetis</i></b>	14	54	Choachi, Villeta, Tunjuelito, La Calera
<b><i>Moribaetis</i></b>	6	8	Palestina, Junín, Chivor, Santa María

<i>Andesiops</i>	85	260	Pacho, Chicaque, Arcabuco, Palestina
<i>Camelobaetidius</i>	4	5	Villeta, Palestina

Tabla 3: Géneros de la familia Baetidae y su ubicación

Para la familia Baetidae se encontraron 7 géneros distribuidos en diferentes municipios y localidades aledañas a Bogotá y en otros departamentos de Colombia. El género *Baetodes* cuenta con una amplia distribución en ríos y quebradas de 16 municipios y localidades así como el género *Baetis* los cuales representan la diversidad encontrada en la región andina, este género se caracteriza por tener una amplia distribución dentro de los ríos de la sabana de Bogotá (Muñoz y Ospina, 1999). El género *Americabaetis* presentó una distribución en municipios y zonas aledañas a Bogotá, los géneros *Mayobaetis*, *Americabaetis*, *Andesiops* y *Camelobaetidius* muestran presencia en municipios de Cundinamarca y también del Huila como Arcabuco y Palestina. En relación con la cantidad de viales el género *Baetodes* contiene la mayor cantidad, reflejando de igual forma la dominancia en la familia Baetidae.

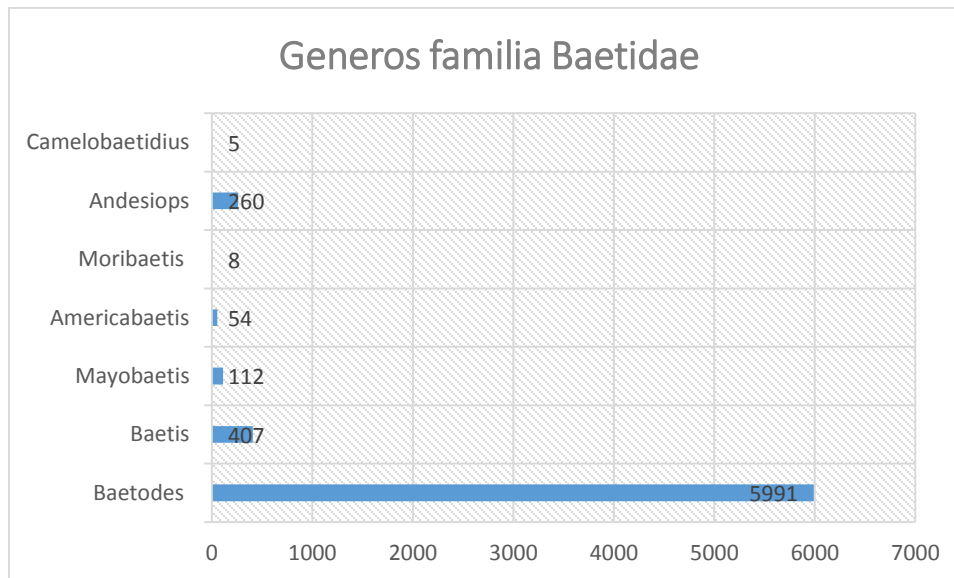


Figura 5: Número de individuos de los Géneros encontrados en la familia Baetidae.

En cuanto a la cantidad de organismos de cada género de la familia Baetidae, se encontró que el género *Baetodes* domina con una cantidad de casi 6000 individuos, este género se caracteriza por habitar cuerpos de agua en los cuales el sustrato es rocoso en áreas de corriente (Muñoz y Ospina, 1999), además puede soportar altos niveles de contaminación y alteración de su hábitat, razón por la

cual pueden llegar a ser localmente muy abundantes (Flowers y De La Rosa, 2010). Las ninfas *Baetis* son un género que frecuenta ríos con fondos rocosos al igual que Baetidae, estos cuerpos de agua se localizan en la sabana de Bogotá y municipios aledaños lo cual hace frecuente su presencia (Muñoz y Ospina, 1999). Los géneros *Andesiops*, y *Mayobaetis* cuentan con un número entre 100 a 200 individuos aproximadamente, los cuales frecuentan aguas torrentosas y bien oxigenadas, no son completamente tolerantes a aguas con un grado de contaminación bajo como lo menciona (Flowers y de La Rosa, 2010), *Moribaetis* y *Camelobaetidus* con menos de 10 individuos, de igual forma se encuentran en ríos y quebradas limpias y si se llegasen a niveles de contaminación esta debe ser moderada. La misma intolerancia a la contaminación en aguas la posee *Americabaetis* quien habita en ríos de corrientes rápidas y en pequeñas rocas o musgo bien oxigenados, este género tiene una presencia en la CIA con más de 54 individuos. Teniendo en cuenta estas características y la gran cantidad de organismos del género *Baetodes* que se encuentran en la CIA se puede evidenciar que estos organismos prevalecen en los ecosistemas acuáticos loticos debido a su gran adaptación a diferentes tipos de agua entre ellos los altamente contaminados (Rojas et al., 1993) por lo tanto los organismos del género *Baetodes* muestran características de adaptación a ambientes euritolerantes debido a que presentan un margen ancho de tolerancia a un determinado factor ambiental, lo que hace más fácil su adaptación. (Begon et al., 1995).

✓ **FAMILIA Leptohyphidae**

GENERO	VIALES	INDIVIDUOS	LOCALIDAD/ MUNICIPIO
<i>Tricorythodes</i>	61	204	Tota, Santa María, Conguta, Apia, Chicaque, Palestina, Acevedo, Villeta, San Francisco, Alto del Vino, Ucumari,
<i>Leptohyphes</i>	139	560	Villeta, Chicaque, Choachi, Villeta, Palestina, Acevedo, San Francisco, Arcabuco,



			Mariquita, Filandia, Mamáramos
--	--	--	--------------------------------------

**Tabla 4: Géneros presentes en la familia Leptohyphiidae**

En esta familia se encontraron los géneros *Tricorithodes* y *Leptohyphes* con una distribución en municipios aledaños a Bogotá y en cuerpos de agua situados en el Santuario de Fauna y Flora Iguaque como la Quebrada Colorada y Mamáramos, y también en algunos municipios del Huila. En cuanto a la cantidad de individuos el género *Leptohyphes* cuenta con un número de 560, el cual fue más abundante que el género *Tricorithodes* con 204 individuos. Los organismos de estos dos géneros habitan en aguas con corrientes rápidas (Muñoz y Ospina, 1999), e indican aguas ligeramente contaminadas (Rojas et al., 1993).

✓ **FAMILIA Leptoblephiidae**

GENERO	VIALES	INDIVIDUOS	LOCALIDAD/ MUNICIPIO
<i>Thraulodes</i>	220	1129	Chicaque, Villeta, Pacho, Palestina, Acevedo, Bogotá, Tota, La Vega, Florencia, Restrepo, Gacheta, Filandia, Ucumari, San Francisco, Mariquita, Fucha
<i>Traverella</i>	4	17	Remolinos

**Tabla 5: Géneros encontrados en la familia Leptoblephiidae**

Dentro de la familia Leptoblephiidae se identificaron dos géneros, *Thraulodes* con un número de 1129 individuos, este es un género abundante en la sabana de Bogotá (Muñoz y Ospina, 1999) y en municipios aledaños esto se evidenció en los lugares en los cuales fueron colectados los individuos, presentados en la tabla 5. Estos organismos son indicadores de aguas limpias y ligeramente contaminadas (Rojas et al., 2004). El segundo género que se pudo determinar de esta familia es

*Traverella* con tan solo 17 individuos colectados en Remolinos-Meta, este género puede tolerar niveles moderados de turbidez (Flowers y De La Rosa, 2010) por lo tanto son indicadores de aguas medianamente contaminadas. Esto puede reflejar que los ríos y quebradas donde fueron colectados estos individuos presentan niveles de contaminación en bajo nivel.

✓ **FAMILIA Euthyplocidae**

GENERO	VIALES	INDIVIDUOS	LOCALIDAD/ MUNICIPIO
<b>Euthyplocia</b>	12	17	Palestina, Acevedo

**Tabla 6: Géneros encontrados en la familia Euthyplocidae**

Para la familia Euthyplocidae se identificó el género *Euthyplocia* con tan solo 17 individuos que hacen parte de dos municipios del Huila, en los ríos Chaina y Barbas ver tabla 6. Este Género es de las ninfas más grandes del orden Ephemeroptera en cuanto a diámetro y son bastante comunes en corrientes fuertes con fondos arenosos y aguas limpias (Flowers y De La Rosa, 2010).

Teniendo en cuenta que *Euthyplocia* y *Lachlania* fueron colectados en los mismos ríos del municipio de Acevedo y Palestina, se puede evidenciar que la presencia de estos organismos indica que en estas localidades los ecosistemas conservan sus aguas limpias.

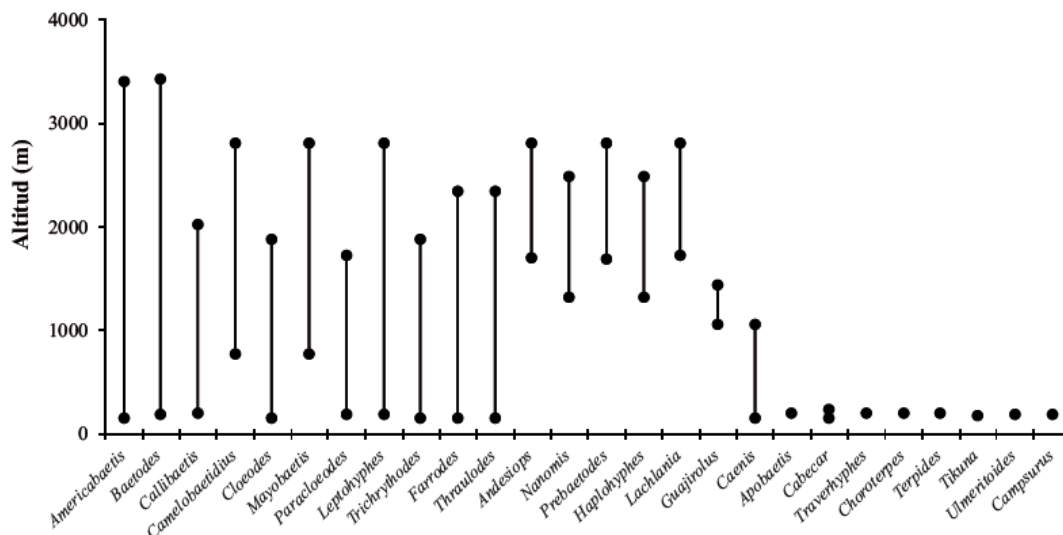
✓ **FAMILIA Oligoneuridae**

GENERO	VIALES	INDIVIDUOS	LOCALIDAD/ MUNICIPIO
<b>Lachlania</b>	38	77	Palestina

**Tabla 7: Géneros encontrados en la familia Oligoneuridae**

Se identificó el género *Lachlania* para la familia Oligoneuridae con un total de 77 individuos ver tabla 7, el evento de muestreo se realizó en el municipio de Palestina, estas ninfas habitan en ríos completamente limpios (Flowers y De La

Rosa, 2010), siendo totalmente intolerantes a cuerpos de agua contaminados, lo que lleva a inferir que habitan en quebradas y ríos privilegiados es decir en aguas limpias.



**Figura 6: Distribución altitudinal de los Géneros de Ephemeroptera. Tomado de Gutiérrez y Díaz (2015)**

Como se puede evidenciar en la figura 6, los géneros de Ephemeroptera que se encuentran en mayor altitud son Baetodes y Americabaetis que van más allá de los 3000 m.s.n.m, sobre esto dan cuenta los registros realizados en la base de datos de Ephemeroptera de la CIA. Para el género Baetodes y Americabaetis su distribución corresponde a la represa del Neusa, la Quebrada La Vieja, el Río Tunjuelito y Río Blanco los cuales se encuentran entre los 2900 y 3600 m.s.n.m. estos organismos pueden habitar corrientes de agua de páramo (Muñoz y Ospina, 1999). Por su parte los géneros Camelobaetidius, Mayobaetis, Leptohyphes y Andesiops tienen una altitud más allá de los 2000 m.s.n.m, de acuerdo a esto se puede encontrar en los registros de la CIA que su distribución corresponde a las Quebradas La Playa, Río Dulce, Quebrada Guance, Río Villeta y Quebrada Cristales que va desde los 800 hasta los 2300 m.s.n.m., estos géneros están presentes por lo general en altitudes máximas en la región andina Colombiana que es el énfasis de la Línea de Investigación SARA del Departamento de Biología, sin embargo se encuentran registros de especímenes en otras regiones. Géneros como Apobaetis, Terpides, Ulmerites entre otros se encuentran en niveles de altitud significativamente bajos los cuales probablemente no están presentes en la región y por lo tanto tampoco en la CIA.

## Diseño de fichas ecológicas

Con el propósito de dar cuenta del objetivo específico **Contribuir en el conocimiento del orden Ephemeroptera a partir del diseño de fichas ecológicas de los géneros encontrados en la CIA**. En donde se pretendió aportar un material que sirva de base para reconocer esa diversidad de Ephemeroptera y representativa que contiene la CIA. Se realizó una revisión previa de fichas realizadas por otras instituciones e investigaciones, para identificar los criterios y categorías a tener en cuenta para el diseño de las mismas.

Entre la revisión previa que se realizó de fichas y cartillas ecológicas se encuentran los siguientes documentos y textos:

- Wolf Echeverri (2006), **Insectos de Colombia**: contiene un registro fotográfico de todos los órdenes del grupo de insectos que se pueden encontrar en Colombia. cada orden contiene las familias más representativas y las características generales morfológicas, de hábitat y descripción.
- Klimaitis (2000), **Cien mariposas argentinas**: muestra las especies de mariposas más representativas con su respectiva fotografía, la clasificación taxonómica, el nombre vulgar, la nomenclatura taxonómica y el texto que consta de cuatro partes que son generalidades, identificación, localización y sinonimia que trata los diferentes nombres científicos que han utilizado diferentes autores
- Centeno (2003), **Fichas técnicas para la caracterización de plagas**: estas fichas contienen información precisa sobre taxonomía, ecología, patología de artrópodos que actúan como plagas, además de su distribución geográfica. estas fichas son empleadas para identificación en trabajo en campo
- Garcia, Constantino, Heredia y Kattan (2002), **Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia**: estas fichas contienen información sobre las diferentes familias, géneros y especies de las mariposas presentes y las cuales representan los ecosistemas de la cordillera central de Colombia, de igual forma muestran información geográfica, sexo y morfología de diferentes estructuras del organismo
- Ministerio del medio Ambiente y medio rural y marítimo (2009), **Macroinvertebrados de la cuenca de Ebro**: muestra los Macroinvertebrados que se pueden encontrar en ecosistemas acuáticos de España, por medio de una serie de fichas las cuales dan cuenta de la

taxonomía, descripción general y fotografía, además cada grupo de Macroinvertebrados está separado por una ficha de presentación.

Posteriormente se dio paso al registro fotográfico donde se eligieron los especímenes en mejor estado y que representan las estructuras que cumplen una función importante al momento de la determinación taxonómica, como lo son las agallas uñas tazarles y diferentes partes de la cabeza. Este registro fotográfico fue realizado para las fichas ecológicas en las cuales se pueda plasmar los organismos de cada género que están presentes en la colección, sirviendo de apoyo para las consultas que se realicen sobre el orden Ephemeroptera.

Las fichas ecológicas se diseñaron y se realizaron en el programa de office Publisher 2013, el cual ofrece diferentes estilos y posibilidades de crear folletos, libros, documentos publicitarios y fichas. Se tuvo en cuenta colores y títulos que representaran la diferencia de cada familia y su género.

Para el diseño de las fichas se tuvo en cuenta que la información debe ser concisa y concreta, dando cuenta de la información taxonómica y ecológica, para consolidar esta información fue necesario realizar consultas en diferentes fuentes especializadas sobre Ephemeroptera y sus géneros. La información correspondiente a la ubicación geográfica donde se encontraron los organismos de todos los géneros, debió consultarse y verificarse en textos y portales web que se especializan en mapas y ubicación geoastronómica. Esta información está representada en mapas para el caso general de los diferentes departamentos de Colombia y sus localidades.

Se realizaron 34 fichas que representan las cinco familia y los 13 géneros presentes en las CIA, que tiene como título principal “Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos UPN: fichas ecológicas y taxonómicas”, presentando la siguiente estructura:

**Portada:** Las fichas cuentan con una portada especificando el autor y la línea de investigación a la cual pertenece, esta debe ser ilustrativa al tema que tratara es decir al orden Ephemeroptera y sus características ecológicas y taxonómicas como se observa en la figura 7. De igual forma las fichas contienen una breve presentación.



Figura 7: Portada de las fichas ecológicas de Ephemeroptera CIA

**Ficha de presentación de familia:** Cada familia del orden Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos tiene una ficha de presentación con las ubicaciones que se pueden encontrar de estos organismos en la región andina, mostrando los diferentes departamentos en los cuales se realizó el proceso de colecta.

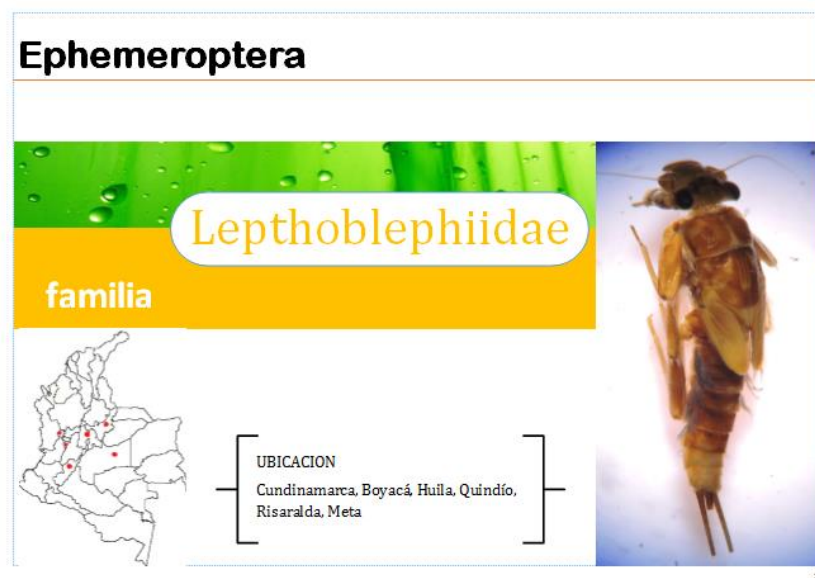


Figura 8: Ficha de presentación de la familia

**Ficha de género:** La información que tendrá cada ficha de género es principalmente la familia y el género correspondiente, la descripción, el hábitat, dieta, características taxonómicas, la ubicación geográfica y por último la fotografía del organismo como se muestra en la figura 9. Cada una de estas categorías presentes en la ficha de género tiene como función brindar información concisa sobre diferentes ítems, a las consultas que se realicen en la CIA sobre Ephemeroptera.

## FAMILIA LEPTOPHLEBIIDAE


**DESCRIPCION :** Es el genero mas frecuente de la familia Leptoblephidae

**CARACTERISTICAS TAXONOMICAS:** Posee el labrum mas pequeño en comparacion con la longitud de la cabeza


**HABITAT:** suelen habitar aguas rapidas asi como pueden econtrase bajo troncos, piedras y hojarasca

**DIETA:** se alimentan de gran variedad de material vegetal por lo general microfitas en trozos finos

**UBICACION**



### GENERO:Thraulodes



Cundinamarca	Rio Villeta, Q. La Playa, Q. La Cuy, Q. El Carmen, Rio Dulce, Q. La Vieja, Rio Simijaca
Huila	Q. Cachera, Q. Lindosa, Q. Cascajosa, Rio Suaza
Tolima	Rio Medina
Boyacá	Q. Conguta, Rio Tota, Represa Chivor, Rio Legupa, Rio Iguque, Rio Chaina
Quindío	Q. El Pensil, Rio Barbas
Meta	Caño La Raya

15

**Figura 9: ficha que describe el género de la respectiva familia**

Dentro de estas fichas la información incluida corresponde a:

- **Familia:** es la categoría que comprende los diferentes grupos del orden Ephemeroptera.
- **Género:** cada género de las diferentes familias tendrá su respectiva ficha con el título llamativo que dé cuenta de este.
- **Descripción:** da una puntual explicación acerca del género y las características generales.
- **Hábitat:** muestra el tipo cuerpo de agua donde las ninfas de este género viven y en donde se pueden encontrar.
- **Dieta:** describe el tipo de alimento que usualmente consumen los organismos de este género.

- **Característica taxonómica:** muestra las características particulares morfológicas.
- **Ubicación geográfica:** representa el punto de ubicación donde se encuentra el género seguido del río quebrada donde se muestreo.
- **Fotografía:** registro fotográfico que representa el género para evidenciar sus características morfológicas.

Cabe hacer énfasis en el propósito de estas fichas ecológicas las cuales pueden usarse como una guía práctica para conocer esa diversidad de familias y géneros que están presentes en la colección de Ephemeroptera de la CIA, identificando esos criterios que caracterizan a ese organismo como parte de un género además de generar interés, mostrando que se pueden realizar materiales y proyectos en torno a los insectos.

### **Organización de la base de datos**

En cumplimiento al objetivo específico ***Facilitar el acceso a las muestras de la CIA mediante la recopilación de la información del orden Ephemeroptera en una base de datos***

Se realizó una previa consulta sobre las bases de datos que han sido utilizadas para registrar los especímenes biológicos y toda su información, se encontró que en la universidad se han realizado algunas bases de datos en Microsoft Access y en programas soportados por java, además el GBIF Maneja varios programas para organizar datos de herbarios y colecciones como Herbar y Zoorbar, sin embargo. Para colecciones biológicas en Colombia y para su registro el SiB ofrece una plantilla, la cual es más fácil y practica de usar, además contiene los campos necesarios, estas plantillas mantienen los derechos de autor y propietario de la colección. En la revisión realizada se encontró que varias instituciones contienen organizados los datos de sus colecciones biológicas en su mayoría registradas con el SiB Colombia como se muestra a continuación:

la Universidad de la Salle en Bogotá cuenta con un museo de historia natural y una serie de colecciones biológicas entre ellas se encuentra la de Ofidios, la cual cuenta con 4487 registros de estos individuos, la colecta de estos registros ha sido realizada en su mayoría en el territorio colombiano, la información de cada espécimen contiene su respectiva información de ubicación y características geo



referenciales, fechas de colecta y niveles de curaduría, de igual forma se realiza una verificación taxonómica y la recopilación de datos de acuerdo a las investigaciones realizadas. La sistematización de estos datos se encuentra en archivos de Darwin Core, puesta a disposición a través del SiB Colombia.

La Universidad Javeriana posee colecciones biológicas de vertebrados, microorganismos, herbarios y entomología. En donde se tiene como base avanzar y realizar investigación en curaduría, taxonomía y ecología de estos grupos.

La colección de artrópodos de la Universidad Javeriana cuenta con 298 registros catalogados hasta la categoría especie. La colecta de estos ejemplares proviene de actividades como salidas de campo, proyectos de investigación. Debido a la gran representación biológica de estos ejemplares se publicaron los datos para SiB Colombia mediante una base de datos disponible en Darwin Core.

La colección entomológica de la Universidad de Los Andes tiene como objeto determinar taxonómicamente los ejemplares y realizar una base de datos que represente los diferentes grupos que se encuentran en Colombia. La colección entomología se divide en: Colección de Hymenoptera de las orquídeas: la colección de abejas cuenta con 6.000 especímenes colectados en diferentes departamentos como Santander y Boyacá colección de Odonatos: esta colección de libélulas se encuentra totalmente catalogada, encontrando nuevos registros para Colombia, la catalogación y sistematización de estos organismos se ha realizado mediante la fuente de Darwin Core. También cuenta con la colección lepidóptera compuesta en su mayoría por ejemplares del grupo papilionidae que ha sido colectado a través de diferentes actividades académicas.

En cuanto a la colección entomológica de la Universidad del Valle cuenta con ejemplares digitalizados colectado de diferentes trabajos de campo y docencia. De acuerdo al significativo número de ejemplares se construyó una base de datos basado en las categorías de Darwin Core y publicado en la página de la universidad y disponible en la página de colecciones y referencias del SiB Colombia esta información es actualizada cada vez que sea necesario.

Así mismo la Universidad Nacional dispone de un amplio número de ejemplares de abejas y murciélagos polinizadores los cuales fueron registrados y catalogados depositados en dos colecciones (ICN LABUN) de la Universidad Nacional de Colombia, cada espécimen incluye las categorías según los estándares Darwin Core.

De igual forma la Universidad Nacional sede Medellín realizó una sistematización y un proceso de curaduría de la colección taxonómica central del MEFLG que cuenta con 398 ejemplares del grupo Odonata con lo cual se registró una base de datos en el programa specify Data base. Esta base de datos contiene información taxonómica y de colecta, además de la ubicación específica de la localidad de donde pertenecen los especímenes.

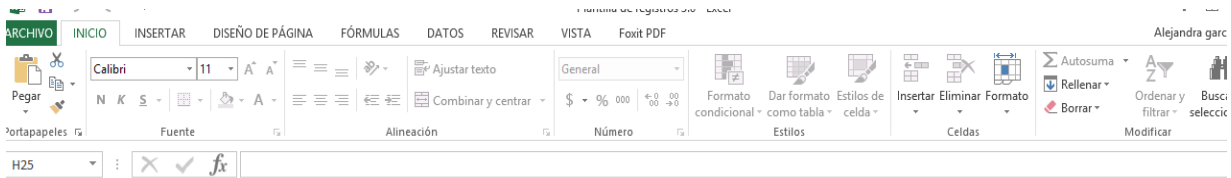
En cuanto a la estructuración y consolidación de la base de datos se realizó en la plantilla de registros biológicos del conjunto de datos que ofrece el SiB Colombia. El cual contiene los campos necesarios para sistematizar la información de colecciones biológicas basado en el estándar Darwin Core. Para la construcción de la base de datos fue necesario descargar la plantilla con los campos necesarios para colecciones biológicas y posteriormente diligenciar los campos correspondientes de cada registro en este caso, de cada vial.

#### **Plantilla para colecciones biológicas: Registro biológico**

Esta plantilla cuenta con la información general de la colección como lo es el número del catálogo, los datos de la institución que posee el material o especímenes biológicos además de los datos de muestreo como fechas y hábitat donde se realizó la colecta y por último datos del identificador taxonómico. Las categorías más relevantes se muestran a continuación.

- ID del registro biológico
- base del registro
- código de la institución
- código de la colección
- número del catalogo
- tipo
- idioma
- titular de los derechos
- derechos de acceso
- citación bibliográfica
- referencias
- ID de la colección
- ID del conjunto de datos
- Nombre del conjunto de datos
- Código de la institución propietaria
- Información retenida
- Propiedades dinámicas

- Registrado por
- Número de individuos
- Etapa de vida
- Condición reproductiva
- Comportamiento
- Medios de establecimiento
- Estado del registro biológico
- Preparaciones
- Disposición
- Taxones asociados
- Protocolo de muestreo
- Esfuerzo de muestreo
- Fecha de muestreo
- Hábitat
- Geografía superior
- continente
- Cuerpo de agua
- País
- Departamento
- Centro poblado/ cabecera municipal
- Elevación original
- Latitud y longitud original
- Identificador por
- Fecha de identificación
- Cometario de la identificación
- Nombre publicado año
- Clasificación superior
- Reino, filo, orden, clase, familia, género.
- Categoría del taxón
- Nombre común
- Estado taxonómico
- Estado nomenclatural
- comentarios del taxón



**Figura 10: plantilla de colecciones biológicas del SiB para la realización de la base de datos**

Esta plantilla contiene el número de catálogo al que corresponde cada espécimen, número de registro, estado de la colección y demás datos de curaduría. Contiene información taxonómica y el lugar de colecta, para facilitar, la revisión de estos organismos teniendo en cuenta todos los datos necesarios.

Para ingresar los datos a la BD fue necesario verificar la información y completar aquella que hacía falta, para ello se consultaron trabajos de grado sobre el orden Ephemeroptera o relacionado a este, se consultaron más de 19 tesis del Departamento de Biología de la UPN que aportaron de forma significativa datos de ubicación, coordenadas, de muestreo, fechas de evento y demás para el diligenciamiento completo de la base de datos. Algunos datos muy específicos como lo fue en los datos de ubicación como veredas y cabeceras se consultó portales de georreferenciación y para la información precisa de cada municipio y/o ciudad de donde provenían las muestras de la colección se consultó archivos del DANE.



mencionar que los trabajos realizados con base a la CIA fueron fundamentales para verificar y confirmar la procedencia de las muestras y por supuesto completar los datos que hacían falta, además de comprender el sentido de estudiar la diversidad y taxonomía de estos organismos además de su distribución.

La base de datos contiene el código correspondiente y datos completos teniendo en cuenta los campos obligatorios, recomendados y opcionales para el orden Ephemeroptera de la colección con un total de 1031 registros y 60 categorías. La información de esta base de datos estructurada está disponible en las páginas web del Instituto Humboldt y el Registro Nacional de Colecciones Biológicas, para hacer accesible y viable el acceso y uso por parte de los estudiantes y docentes y apoyar consultas e investigaciones que se realicen.

## CONCLUSIONES

En el proceso de curaduría del orden Ephemeroptera de la CIA se encontraron cinco familias de las cuales se determinaron 13 géneros, que posteriormente fueron incluidos en las fichas ecológicas y organizados en la base de datos. La familia Baetidae es la de mayor cantidad de especímenes en la CIA, al igual que la de mayor riqueza en cuanto al número de géneros. La cantidad total de especímenes en la CIA demuestra la potencialidad que esta representa como fuente de información para la investigación y de referencia para consultas de diversas temáticas.

Mediante los estudios realizados sobre insectos acuáticos se pueden interpretar dinámicas que se dan en los cuerpos de agua que incluso se encuentran en nuestro contexto. Los trabajos de investigación realizados sobre Ephemeroptera y fauna asociada, que fueron usados en este trabajo tienen un gran valor, pues muestran momentos únicos que documentan la presencia de este orden en los ecosistemas Colombianos. Consultar los trabajos realizados en la CIA permitió reconocer los diferentes estudios que se han realizado en torno a Ephemeroptera, demostrando que es un orden importante en los procesos de los sistemas loticos y calidad del agua, además estos trabajos permitieron consolidar y estructurar la base de datos de Ephemeroptera CIA-UPN.

La distribución de las familias y géneros de Ephemeroptera da cuenta del énfasis que tiene la línea de investigación, ya que están ubicados en varios departamentos de la región andina, sin embargo, también se encuentra representantes de otras zonas que han sido estudiadas en el marco de las salidas y prácticas de campo realizadas.

Se evidencia y resalta la importancia de organizar y sistematizar los ejemplares de la CIA dado que fundamenta investigaciones biológicas, además de los trabajos educativos que de allí se pueden derivar, así mismo la organización de la información permite y promueve el acceso y uso continuo de estos ejemplares, dándole un sentido interactivo a la colección. Por medio de la base de datos se hace más factible el acceso a la información de los especímenes debido a que estos se encuentran recopilados con todos los datos biológicos completos de ubicación, colecta y taxonomía entre otros.

La organización de la información obtenida en la revisión de Ephemeroptera de la CIA en la base datos representa una forma práctica de almacenar y mantener disponible contantemente la información para facilitar las consultas y descripción detallada de los especímenes.

El diseño de fichas ecológicas permite dar muestra de la diversidad del orden Ephemeroptera disponible en la CIA debido a que estas brindan los criterios más relevantes de cada género en su ubicación, ecología y taxonomía, sirviendo como guía en el laboratorio y en el trabajo de campo. Además de brindar un medio de acercamiento al estudiante o docente para conocer los aspectos más importantes de estos organismos que le dan un papel importante en las interacciones de los ecosistemas acuáticos



## RECOMENDACIONES

El orden Ephemeroptera de la CIA, puede derivar diversas temáticas para realizar investigación en biogeografía, taxonomía, bioindicación y temáticas de la ecología como las adaptaciones a la vida acuática, interacciones en los ecosistemas acuáticos, factores fisicoquímicos, entre otros.

Mantener un constante control en la curaduría de los especímenes, pues puede afectar la calidad de la colección y las consultas que se realicen con base en esta. Se requiere Continuar con el proceso de etiquetado y verificación de datos sea constante, pues sin ellos los especímenes carecen de información que afecta la colección y que ésta sea utilizada como fuente de consultas, por lo que varios especímenes no pudieron hacer parte de la colección de referencia de Ephemeroptera de la CIA.

Se propone dar uso de los materiales que se han diseñado con base en la colección, ya que estos aportan a reconocer lo que posee la CIA lo cual es importante para apoyar las prácticas en laboratorio y campo, estos pueden ser implementados en eje correspondiente al énfasis de ecología y asignaturas como comunidades acuáticas y ecosistemas acuáticos.

Es fundamental apropiarse de estos conocimientos de identificación y de curaduría, los cuales pueden ampliar y generar nuevos planteamientos para la investigación sobre insectos acuáticos e implementarlos para diseñar estrategias para abordar temáticas sobre la biología en general.

Se recomienda continuar con el proceso de sistematización y verificación de los especímenes, como es sabido estos provienen de salidas de campo y otras actividades académicas este punto es crucial pues se debe procurar mantener toda la información de los datos y el buen estado de los organismos para no perder el sentido del trabajo en campo e investigativo en la CIA.

Se propone la realización de diferentes investigaciones basadas en el orden Ephemeroptera ya que en este trabajo se muestran esbozos de que se pueden ampliar en el trabajo investigativo, como lo son la vindicación y ubicación geográfica.

Se recomienda muestrear otros municipios, localidades y departamentos que hacen parte de la región andina, en el trabajo se pudo identificar que departamentos como Cundinamarca y Boyacá tienen una fuerte representación en la CIA, esto puede ampliar de manera significativa los registros biológicos y estudios de ubicación geográfica que se realicen o se quieran continuar.

## BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, C., & Alba, A. (2008). Composición y distribución de la comunidad de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera de la Quebrada Guance del municipio de Pacho Cundinamarca (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Almonacid, D. (2005). Estudio preliminar de la emergencia de Trichoptera en la Quebrada La Vieja (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Arias, L. (2012). Estructuración y validación de la base de datos para los órdenes trichoptera y coleóptera de la Colección de Insectos Acuáticos (CIA) del Departamento de Biología. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Begon, M., Harper, J & Townsend, C. (1999). Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades, Barcelona: editorial Omega.

Cañón, S. (2009). Diseño y elaboración de una guía ilustrada de la entomofauna acuática de sistemas loticos del Santuario de Fauna y Flora Iguaque (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Casallas, D. (2014). Base de datos de la tribu Oryctini (Coleóptera: Scarabaeidae: Dynastinae) del Museo de Historia Natural de la UPN [Recurso Electrónico] (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Centeno, G. (2003). Fichas técnicas: perfil para la caracterización de plagas. Venezuela: Comunidad Andina.

Centurión, P. (2013). Clave taxonómica de identificación virtual de la colección de insectos acuáticos del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional [Recurso Electrónico]. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Darrigran, G. (2012). Las colecciones biológicas: ¿para qué?. *Boletín biológica*, 6 (23), 28-31.

Delgadillo, I., & Góngora, F. (2008). Reestructuración de la Ficoteca de la Universidad Pedagógica Nacional como estrategia didáctica que contribuya en la enseñanza y aprendizaje de conceptos biológicos dentro del departamento de Biología (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Díaz, A. (2007). Estructuración del orden de inmaduros de Trichoptera de la Colección de Insectos Acuáticos en la Universidad Pedagógica Nacional (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Domínguez, E. & Fernández, H. R. (2009) Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.

Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., & Nieto, C. (2006) Ephemeroptera of South America Aquatic Biodiversity in Latin America. Bulgaria, Moscow: Pensoft Publishers.

Eguiguren, A. (2014). Trophic variability of stream macroinvertebrates along an altitudinal gradient and among size groups in the Oyacachi River Basin (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

Fanaro, M., Otero, M., & Greca, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 4(2), 1-24.

Flowers, R., & De La Rosa, C. (2010). Capítulo 4 Ephemeroptera. *Revista biología tropical*. 58(4), 63-93.

Forero, I., & Hurtado, A. (2010). Importancia y valor educativo de las colecciones biológicas, en la formación de los licenciados en biología - una síntesis (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Garavito, D. (2002). Distribución espacial de los Trichoptera de la Quebrada la Playa (San Antonio del Tequendama, Cundinamarca) (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

García, C., Constantino, C., Heredia, M., & Kattan, G. (2002). Guía de campo: Mariposas comunes de la cordillera central de Colombia. Colombia: Wildlife Conservation Society Colombia.

García, J., Cantera, J., Zúñiga, M., & Montoya, J. (2009). Estructura y diversidad de las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del Río Dagua (Anden Pacifico Vallecaucano – Colombia). *Revista de ciencias Universidad del Valle*, (13), 25-48.

Godínez, A., & Bernal, S. (2010). Catálogo de Psychodidae (Diptera) de la colección de artrópodos con importancia médica del indre, secretaría de salud, México. *Revista Acta Zoologica Mexicana*, 26(1), 99-121.

González, B. (2004). ¿Cómo elaborar una ficha de lectura? Bogotá, Colombia: Universidad Sergio Arboleda.

González, López & Malpica. (2001). Composición y distribución de los Trichoptera y Ephemeroptera en los ríos Blanco y Tunjuelito (Cundinamarca) y su relación con la calidad del agua (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Gutiérrez, C., & Reinoso, G. (2010). Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Revista Biota Colombiana*, 11(1-2), 23-32.

Gutiérrez, L. (2015). Guía fotografía de las familias de los órdenes coleóptera, Hymenoptera Parque Natural Chicaque, Cundinamarca (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Gutierrez, Y., & Diaz, L. (2015). Ephemeroptera (Insecta) de Caldas – Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Revista Papéis Avulsos de Zoología*, 55(2), 13-46.

Gutierrez, Y., & Llano, C. (2015). First record of *Americabaetis alphus* (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 147-148.

Hernández, A., & Algeciras, A. (2007). Diseño y elaboración de software educativo "insectos acuáticos en un sistema lotico (quebrada)", basado en el modelo de

aprendizaje significativo y dirigidos a estudiantes de pregrado (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Hernández, F. & Bailey, A. (2007). Los Ctenuchinae (Lepidoptera: Arctiidae) de la colección de artrópodos de la Universidad del Valle, Guatemala, Guatemala. *Revista Dugesiana*, 14(2), 99-106.

Izquierdo, I., Martín, C., París, M., & Santos, C. (1997). La Colección de Entomología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (csic). *Revista Graellsia*, 53,49-85.

Klimaitis, J. (2000). Cien mariposas Argentinas. Buenos Aires, Argentina: Albatros.

Korth, F., & Silberschatz, A. (1993). Fundamentos de bases de datos. Universidad de Texas, EE.UU.

Latorre, I. (2005). Entomoofauna acuática del Río Dulce (Villeta-Cundinamarca) y su relación con la calidad del agua (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Londoño, M. (2012). Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia. *Revista Boletín de Investigaciones y Marinas y Costeras*, 44(1) ,163-184.

Mafla, M. (2005). Guía para evaluaciones ecológica rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano. Talamanca – Costa Rica. CATIE Publ., Turrialba, Costa Rica.

Márquez, L. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín sociedad entomológica Aragonesa*, 37(385), 385-408.

Merritt, R. y Cummins, W. (1995) An introduction to the aquatic insects of North America. Oregon, USA: Kendall/ Hunt Publishing Company.

Millán, M. (2012). Fundamentos de bases de datos, notas de referencia. Universidad del Valle: Cali, Colombia

Ministerio del medio Ambiente y medio rural y marítimo, Confederación Hidrográfica del Ebro (2009). Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro. Recuperado de

<http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/otros/guia-macroinvertebrados.pdf>

Montaño, M., Meza, A. y Días, L. (2012). La Colección Entomológica del Programa de biología de la Universidad de Caldas (CEBUC) y su Potencial como Colección de Referencia de Insectos Acuáticos, *Revista boletín científico centro museos. Museos de historia natural*, 16 (2): 173 – 184.

Morales, I., & Medina C. (2009). Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). *Revista Biota Colombiana*, 10(1-2), 31-53.

Moreno, I. (2004). La utilización de medios y recursos didácticos en el aula. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Muñoz, D., & Ospina, R. (1999). Guía para la identificación Genérica de los Ephemeroptera de la sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos Géneros de adultos. *Revista Actualidad Biológica*, 21(70), 47-60.

Nevado, M. (2010). Introducción a las bases de datos relacionales. Madrid, España: Visión libros.

Oñate, L., & Llorente, J. (2010). El uso de bases de datos curatoriales para reconstruir la historia del conocimiento taxonómico: un ejemplo con papilionidas y píeridas mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Revista Mexicana de Biodiversidad.*, 81(2), 343-362.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2006). El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos. España: Extremadura: Regional Government 2009.

Páez, M. (1995). Aspectos ecológicos de los Macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua Quebrada Carrizal, Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Pérez, S. (2005). Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera del Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos Huila (Quebradas Cristales, Chanchiras y La

Cascajosa (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Pons, O., Acid, S., Marin, N., Medina, J., & Vila, M. (2008). Introducción a los sistemas de bases de datos. Madrid: editorial Paraninfo, S.A.

Posso, C & Gonzales, R. (2008). Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 230-238.

Quiroga, D. (2006). Aspectos ecológicos de la entomofauna de las Quebradas Empedrada y los Francos del Santuario de Fauna Iguaque (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Ramírez, M. (2002). Trichoptera del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá), aspectos ecológicos y taxonómicos y su relación con la calidad del agua (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Rodriguez, L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. Of the First Int. Conference on Concept Mapping, 38009.

Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo, Centro de Educación a Distancia (C.E.A.D.). En Pedro Suárez Hdez, Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. Of the First Int. Conference on Concept Mapping Pamplona, Spain

Rodríguez, V., Duarte, G., & Fuentes, J. (2014), familias y géneros de ninfas maduras de Ephemeroptera en los ríos de la provincia de Veraguas y su clasificación trófica en grupos alimenticios funcionales. *Revista Tecnociencia*, 17(2), 73-89.

Rojas, M., Baena, M., Serrato., Caicedo, G., Zúñiga, M. (1993). Clave para las Familias y Géneros de ninfas de Ephemeroptera del departamento del Valle del Cauca Colombia. *Boletín Museo Entomológico. Universidad del Valle*, 1(2), 33-46.

Roldán, G. (1980). Contribución al conocimiento de las ninfas de los Epheméropteros (Clase: Insecta, orden: Ephemeroptera) en del departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Actualidades Biológicas*, 14(51), 3-13.



Roldán, G. (1988) Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá, Colombia: Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia: Centro de investigaciones CIEN. Editorial Presencia Ltda.

Roldán, G. (2012) Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Bogotá D.C: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Rosenberg, D.M., R.S. King & V.H. Resh. (2008). Use of aquatic insects in biomonitoring, p. 123-137. In R.W. Merritt, M.B. Berg & K.W. Cummins (eds.). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, EEUU.

Ruiz, M. (2001). Trichopteros como bioindicadores de la calidad del Rio Villeta (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Sepúlveda, C., & Ramírez, L. (2014). Sistematización de especímenes de la familia Pieridae (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Serrano, N., & Cepeda, A. (2010). Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Ephemeroptera en El Salvador, Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 29 pág.  
Recuperado [https://www.academia.edu/1457808/Gu%C3%ADa\\_ilustrada\\_para\\_el\\_estudio\\_ecol%C3%B3gico\\_y\\_taxon%C3%B3mico\\_de\\_los\\_insectos\\_acu%C3%A1ticos\\_inmaduros\\_del\\_orden\\_Ephemeroptera\\_en\\_El\\_Salvador](https://www.academia.edu/1457808/Gu%C3%ADa_ilustrada_para_el_estudio_ecol%C3%B3gico_y_taxon%C3%B3mico_de_los_insectos_acu%C3%A1ticos_inmaduros_del_orden_Ephemeroptera_en_El_Salvador)

Simmons, J. Y Muñoz-Saba, Y. (2005). Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; Conservación internacional ANDES CBC.

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). (2016). <http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>

Springer, M. (2010). Capítulo 4. Biomonitorio acuático. Revista Biología tropical, 58(4), 52-58.

Steyskal, G. C., W. L. Murphy & E. M. Hoover (Eds.) 1986. Insects and mites: Techniques for collection and preservation. U. S. Department of Agricultura, Miscellaneous Publication No. 1443.

Suarez, M. (2009). Los organismos heterótrofos: diversidad y adaptaciones. Recuperado del sitio de internet de Universidad de Murcia <http://ocw.um.es/ciencias/avances-ecologicos-para-la-sostenibilidad-de-los/material-de-clase-1/presentacion-leccion-05.pdf>

Toro, A. (2014). Informatización de la colección entomológica del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional: Los papilionidos, un estudio de caso (Lepidoptera: Papilionidae) [Recurso electrónico] (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Traver, J., & Edmonds, G. (1968). A revision of the Baetidae with spatulate-clawed nymphs (Ephemeroptera). *Revista Pacific Insects*, 10(3-4), 629-677.

Vasquez, D. (2009). Historia de vida de cinco especies de Baetidos (Ephemeroptera: Baetidae) en la quebrada Gonzales, Parque Nacional Braulio Cariilo (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, Gonzales, Costa Rica.

Vera, D., & Peña, D. (2007). Estudio preliminar de la emergencia de Ephemeroptera en la Quebrada Cristales (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

Verdugo, B. (2012). Propuesta de elaboración de una cartilla didáctica para el uso adecuado de los medios de comunicación en el proceso de enseñanza aprendizaje con los niños y niñas del sexto año de educación básica de la escuela DR "Nicolás Muñoz Dávila" de la comunidad yanacocha del cantón Biblian provincia del Cañar durante el año lectivo 2011-2012 (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Wolf, M. (2006). Insectos de Colombia. Antioquia, Colombia: Laboratorio de Colecciones Entomológicas-GIEM. Universidad de Antioquia.



Anexo 2: Matriz documental.

<b>Bibliografía</b>						
<b>Municipio</b>						
<b>Localidad</b>						
<b>Coordenadas geográficas</b>						
<b>Lugar específico</b>						
<b>Fecha</b>						
<b>Temperatura ambiental</b>						
<b>Rango altitudinal</b>						
<b>Tipo de sistema</b>						
<b>Coriotopo</b>						
<b>Profundidad</b>						
<b>PH</b>						
<b>Método de colecta</b>						
<b>Oxígeno disuelto</b>						
<b>Dióxido de carbono</b>						
<b>Alcalinidad</b>						
<b>Dureza</b>						
<b>Solidos</b>						
<b>Calcio</b>						
<b>Amonio</b>						
<b>Sulfato</b>						
<b>Hierro</b>						
<b>Nitratos</b>						
<b>Materia orgánica</b>						
<b>Valor caudal</b>						

<b>Precipitación</b>						
<b>Ortofosfatos</b>						
<b>Conductancia</b>						
<b>Familia</b>						
<b>Género</b>						