

**PROTOZOOS DE VIDA LIBRE EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE LA
IMPORTANCIA EN LAS CIENCIAS LIMNOLÓGICAS**

ALISON YISEL SANABRIA PULIDO



**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
BOGOTÁ
2018**

**PROTOZOOS DE VIDA LIBRE EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE LA
IMPORTANCIA EN LAS CIENCIAS LIMNOLÓGICAS**

**ALISON YISEL SANABRIA PULIDO
20122140143**

**Semillero de Investigación en Limnología, Ecología, Educación Ambiental y
Tecnología de la Universidad Distrital SILEAT – UD -**

**Trabajo de grado en modalidad de Monografía para optar al título de Licenciada en
Biología**

**DIRECTOR
GUSTAVO GIRALDO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
BOGOTÁ
2018**

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 117, Capítulo 5 Acuerdo 02.

"La Universidad Distrital Francisco José de Caldas no se hará responsable de las ideas expuestas por los graduandos en el trabajo de grado"

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Director Lic. Gustavo Giraldo Quintero M. Sc

Jurado Evaluador José Joaquín Castro Avellaneda

DEDICATORIA

A Dios, por ser el gestor de la naturaleza, y la fuente de energía positiva, para lograr todo lo que me propongo.

A la naturaleza por soportar nuestro modo de vida, sin ella no tendríamos alimento, hospedaje y refugio, por ello, necesitamos cambiar paulatinamente nuestro modo de vida, donde busquemos protegerla y conservarla.

A la biología, por ser la llave para abrir la puerta del conocimiento, y aprender más allá de lo que es visible.

A mi madre por ser mi apoyo incondicional, ser una mujer guerrera y llena de esperanzas, que siempre me impulso a dar lo mejor, gracias por tener Fé en mí, el resultado es la culminación de esta fase de mi vida, recuerda que siempre te amare, y contaras conmigo para siempre.

A mi familia, en especial a Fidel Sotelo, Luisa Barbosa y Julio Pulido, por ser mi apoyo económico y emocional desde siempre, gracias por quererme y por darme ánimos a su manera, los amo.

A mis hermanas Laura e Isabella porque me enseñaron que lo más importante es la unión familiar y el sacrificio por las personas que amas

A mis amigos y compañeros, por hacer parte de mi formación académica, personal y profesional.

Al lector de este trabajo, porque he dedicado tiempo escribiendo para ti, para que te enteres de lo que se ha realizado en nuestro país en cuanto a los protozoos de vida libre, para que con este documento, continúes tú proyecto, y sigas realizando preguntas entorno a la microscopia en especial a los microorganismos de vida libre.

Alison Yisel.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y en especial a los docentes que me han formado con amor disciplina y empeño, para cada uno de ellos, un fuerte abrazo.

Agradezco particularmente al Licenciado Gustavo Giraldo Quintero, y al semillero de investigación en Limnología, Ecología, Educación Ambiental y Tecnología – SILEAT – UD- por darme la oportunidad de ingresar y conocer el mundo de los protozoos y algunos otros microorganismos, por el apoyo y guía para la realización de este documento, y por los valiosos aportes que me brindaron en varias oportunidades.

Agradezco a Dios, a la naturaleza, y a la vida, porque son los ejes de mi mundo, donde investigo la protección de la naturaleza, el cuidado por el otro y el amor por lo que me rodea; sin embargo sola es imposible... por eso también me conecto con el gestor de todo lo bueno, y lo positivo, para que me ayude en esta misión de dejar huella a todos los lugares a los que me lleve el destino.

A mi Familia por tenerme paciencia, brindarme ánimos durante todo este tiempo y en especial a mi mamá, quien siempre me incentivó a seguir adelante, como el elefante...

A mis queridos amigos y compañeros en la UD, en especial a Fernanda Rodríguez, Carolina Rincón y Alejandra Perlaza, por su preocupación y constante apoyo, pues siempre estuvieron para mí, cuando las necesite.

Por último, gracias al lector, porque sé que usaras el conocimiento, como el recurso para abrir senderos a lo desconocido...

PROTOZOOS DE VIDA LIBRE EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE SU IMPORTANCIA PARA LAS CIENCIAS LIMNOLÓGICAS

RESUMEN

Los protozoos son microorganismos primordiales ubicuos, de los cuales se pueden caracterizar dos grandes ramas, una patógena y otra de vida libre, estos últimos permiten reconocer la calidad del ecosistema acuático en el cual habitan, entre otra información que aún falta por descubrir. En Colombia los estudios en protozoos de vida libre son mínimos, dado a que hace falta conceptualización de la importancia de la microfauna acuática. Este documento crítico, contribuye a el campo de la limnología, en él se consolidan los resultados obtenidos de las diferentes investigaciones de protozoos de vida libre en Colombia a través de la búsqueda en diferentes fuentes bibliográficas y entrevistas con especialistas. De esta manera, permite reconocer la importancia de los protozoos para las ciencias limnológicas, y en consecuencia, manifiesta la escasez de estudios en este campo; que aportan al sostenimiento ambiental de nuestro país, en especial a los cuerpos de agua, los cuales los estamos contaminando constantemente y requieren de una mayor atención, tanto a nivel científico como social, para mejorar nuestra calidad de vida.

Palabras claves: Bases de Datos, entidades públicas, entrevista, Protozoarios de Vida libre y foraminíferos.

FREE LIVING PROTOZOA IN COLOMBIA: AN ANALYSIS OF ITS IMPORTANCE FOR LIMNOLOGICAL SCIENCES

Abstract

Protozoa are ubiquitous primordial microorganisms, of which two large branches, pathogenic and free-living can be characterized, the latter allow to recognize the quality of the aquatic ecosystem in which they live, among other information still failure to discover. In Colombia the studies in free-living Protozoa are minimal, because it does lack conceptualization of the importance of the aquatic microfauna. This bibliographic review, contributes to the field of Limnology, where consolidated the results of various investigations of protozoa living free in Colombia, this review allows to recognize the importance of protozoa in the sciences Limnological, and therefore shows the paucity of studies in this field; that contribute to the environmental sustainability of our country, especially to the bodies of water, which we are contaminating them constantly and require greater attention, both scientific and social level, to improve our quality of life.

Key words: Databases, public entities, interview, free living protozoa and foraminifera.

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
2.1 Planteamiento de problema	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. MARCO TEORICO.....	18
4.1 Generalidades de los Protozoos.....	18
4.2 Perpetuación de los protozoos	19
4.3 Taxonomía Inconclusa (Protista Vs. Protozoa).....	21
4.3.1 Clasificación clásica (Protistas).....	22
4.3.2 Clasificación Moderna (Protozoa)	25
.....	25
4.4 Zonas Hidrográficas de Colombia.....	30
4.5 Limnología en Colombia (antecedentes)	31
4.6 Contaminación del recurso hídrico	32
5. METODOLOGÍA.....	35
5.1 Fase General.....	35
5.2 Fases Específicas.....	36
5.2.1. Fase I: Recopilación	36
5.2.2. Fase II: Matriz	48
5.2.3. Fase III: Documento Critico	51
6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	52
6.1 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Magdalena – Cauca	53
6.1.1. Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Magdalena - Cauca.....	53
6.1.2. Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Magdalena – Cauca	55
6.2 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Caribe	76
6.2.1. Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Caribe	76
6.2.2. Bases de datos en la Zona Hidrográfica Caribe	78
6.3 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Orinoco.....	87
6.3.1. Entidades Públicas y base de datos en la Zona Hidrográfica Orinoco	87

6.4	Recopilación académica encontrada en la Zona Hidrográfica Pacífico.....	92
6.4.1.	Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Pacífico.....	92
6.4.2.	Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Pacífico.....	93
6.5	Recopilación académica encontrada en la Zona Hidrográfica Amazonas.....	104
6.5.1.	Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Amazonas.....	104
6.5.2.	Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Amazonas	105
6.6	Entrevista a Especialistas Colombianos en Microorganismos Acuáticos.....	111
6.6.1.	Importancia de las Ciencias Limnológicas en Colombia.....	111
6.6.2.	Estrategias para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos	115
6.6.3.	Estrategias a implementar desde los estudios limnológicos	118
6.6.4.	Investigaciones en protozoos de vida libre	120
6.6.5.	Retos y perspectivas para continuar investigaciones en microorganismos acuáticos, especialmente protozoos de vida libre	123
6.7	Entrevista al Especialista Español en Microorganismos Acuáticos – Antonio Guillén	126
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	133

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Reino Protista, conformado por protozoos, algas, y mixomicetos (tomado de: https://www.standardmethods.org/.....</i>	22
<i>Figura 2. Protozoos de Vida libre de México (Imagen tomada de Gallegos, Lugo, Calderón, Sánchez, 2014) Amibas tecadas <i>Centropyxis discoides</i>; B, <i>Arcella vulgaris</i>, (A y B aisladas de la reserva ecológica: “La Cantera Oriente”, Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, D. F. <i>Nuclearia sp.</i> del “Lago Mayor” de Chapultepec, México, D. F.; C, amibas desnudas patógenas aisladas de balnearios termales de la región de Tecozautla, Hgo.: <i>Acanthamoeba castellanii</i> trofozoítos múltiples en medio de cultivo axénico; D, quistes estrellados de <i>Acanthamoeba astronyxis</i>; E trofozoítos de <i>Acanthamoeba polyphaga</i>; F, amiba no patógena, trofozoítos de <i>Vannella sp.</i>; G, amiba patógena aislada de los canales de riego del valle de Mexicali, B. C., trofozoíto de <i>Naegleria fowleri</i>; H, quistes esféricos y lisos de <i>N. fowleri</i>; I, microfotografías fotónicas por contraste de fases 40x y Mayen, 2014).....</i>	25
<i>Figura 3. Árbol de la evolución eucariota, propuesta por Cavalier- Smith (2009). Encerrado de color naranja, se encuentra la clasificación de los protozoos, dentro de los Unicontas. El clado de los Neozoa conformado por Sarcomastigota (choanozoa, apuzoa, amebozoa). Por otro lado, se visualiza otro grupo, los eozoa, se establecen los metamonada, excavata y percoza. Más distanciado se encuentra los euglenozoa... </i>	26
<i>Figura 4. Mapa de Colombia, indicando la magnitud y severidad de la degradación del suelo, que afectan directamente a los cuerpos de agua, especialmente a los ríos principales de Colombia. (IDEAM, 2017).....</i>	33
<i>Figura 15. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica de Magdalena - Cauca.....</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 16. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Caribe.....</i>	77
<i>Figura 17. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica del Caribe</i>	79
<i>Figura 18. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Orinoco.....</i>	88
<i>Figura 19. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos públicos y privados de la zona hidrográfica del pacifico</i>	93
<i>Figura 20. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos para la zona hidrográfica del pacifico.....</i>	94
<i>Figura 21. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Amazonas</i>	105
<i>Figura 22. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica del Amazonas</i>	106

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación protozoos de vida libre en el reino protista</i>	23
<i>Tabla 2. Clasificación de los protozoos de vida libre en el reino Protozoa</i>	27
<i>Tabla 3 Universidades (U) de Colombia con pregrados y postgrados afines a las ciencias Biológicas, consultadas durante la metabúsqueda</i>	39
<i>Tabla 4. Documentos producidos por entidades públicas en la zona hidrográfica Magdalena- Cauca</i>	53
<i>Tabla 5. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica Magdalena – Cauca</i>	55
<i>Tabla 6. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Magdalena - Cauca</i>	57
<i>Tabla 7. Publicaciones encontradas en entidades públicas y privadas de la Zona hidrográfica del Caribe</i>	76
<i>Tabla 8. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica del Caribe</i>	78
<i>Tabla 9. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Caribe</i>	79
<i>Tabla 10. Publicaciones encontradas en entidades públicas y privadas de la Zona hidrográfica del Orinoco</i>	87
<i>Tabla 11. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Orinoco</i>	88
<i>Tabla 12. Documentos producidos por entidades públicas en la zona hidrográfica del Pacífico</i>	92
<i>Tabla 13. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos de la zona hidrográfica del pacífico</i>	93
<i>Tabla 14. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica de Pacífico</i>	96
<i>Tabla 15. Publicaciones encontradas en entidades públicas de la Zona hidrográfica del Amazonas</i>	104
<i>Tabla 16. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica Amazonas</i>	105
<i>Tabla 17. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Amazona</i>	107
<i>Tabla 18. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿cuál es la importancia de las ciencias limnológicas en Colombia?</i>	112
<i>Tabla 19. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Qué estrategias se deben aplicar para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos?</i>	115
<i>Tabla 20. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cuáles estrategias se deberían generar desde los estudios limnológicos para que se amplíen los conocimientos en esta rama?</i>	118
<i>Tabla 21. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta las líneas de importancia, taxonomía, política y educación?</i>	120
<i>Tabla 22. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta las líneas de importancia, taxonomía, política y educación?</i>	123
<i>Tabla 23. Respuestas del Especialista Español a las diferentes preguntas formuladas</i>	126

1. ANTECEDENTES

La palabra Limnología deriva del griego λίμνη, límnē, "lago" y λόγος, lógos, "estudio"; estudio de los lagos, sin embargo después de algunos años y a través de algunas disertaciones hechas por diferentes expertos en la temática, se establece que este término, se usa para designar el estudio de aguas continentales, sin importar si son lenticas o lóaticas (Roldán y Ramírez, 2008), teniendo en cuenta las "relaciones funcionales y de productividad de las comunidades de agua dulce y como estas afectan el ambiente físico, químico y biológico (Wetzel, 1983; Wetzel & Likens, 2000), donde su objetivo principal es aportar metodologías para mejorar el manejo de los ambientes acuáticos (Pinilla, 1998).

En Europa, exactamente en Suiza aparece el padre de la Limnología, el científico Francois-Alphonse Forel, gracias a la publicación de tres volúmenes de libro denominados "El lago como un microcosmos Vol 1" en 1892; "El lago como un microcosmos Vol 2" en 1895 y "El lago como un microcosmos Vol 3" en 1904 realizados en el lago Le Léman, Suiza. Seguidamente realiza varias investigaciones en torno a los fenómenos físico y químicos del agua, determinando la tipología de los lagos en: Polares, templados y tropicales (Roldan y Ramírez, 2008).

En Alemania en 1891, se inaugura el primer laboratorio dedicado a estudios limnológicos "Instituto de Limnología Plon" por Otto Zacharias, su principal fenómeno de estudio eran los organismos planctónicos, a su vez se establece una sede de investigación del instituto en Brasil cuyas investigaciones fortalecieron la importancia de la limnología a nivel mundial. Años más tarde Thienemann asume la dirección del Instituto de Plon hasta 1957, donde la estructura como una ciencia aplicada gracias al desarrollo del microscopio invertido junto con su discípulo Hans Uthermohl, la creación de la revista Binnengewasser (aguas continentales), consolidando la sociedad Internacional de Limnología como una fundación, donde desarrollo el perfeccionamiento de numerosas técnicas de análisis químico del agua junto con Waldemar Ohle; gracias a dichos avances germánicos se pudo extender las investigaciones en este campo a nivel continental (Roldan y Ramírez, 2008).

Al mismo tiempo Norteamérica desarrolló su propia escuela, gracias a Edward Asahel Birge junto con su equipo de trabajo, quienes establecen las bases de la Limnología moderna, gracias a su desempeñado trabajo en zooplanctología y los fenómenos de estratificación térmica, designando términos como termoclino, epilimnio e hipolimnio en los lagos. Ha inicios del siglo XX, se asoció Birge y Juday con el fin de caracterizar los lagos de esta región, utilizando como indicador el estado trófico y el patrón de distribución del oxígeno en una columna de agua.

En 1941, George Evelyn Hutchinson establece un árbol con las diferentes ramas proporcionadas cada una de ellas a un pasante dedicado a la Limnología, publicado en la revista Limnology y Oceanography, sin embargo, sigue investigando acerca de este campo y publica un libro denominado treatise on limnology (Tratado de Limnología), en donde se

fundamenta gran parte de la limnología moderna y cuya caracterización permitió la aparición de importantes investigadores tales como: George K. Reid, Gerald A. Cole y Robert Wetzel, cuyos libros son usados actualmente a nivel mundial (Roldan y Ramírez, 2008).

Por lo cual se establecen dos escuelas que desarrollaron desde sus perspectivas los estudios limnológicos, sin embargo ambas hacen uso de la microbiología, en el preciso momento donde aparece el microscopio y se descubre la importancia de los microorganismos para visibilizar la calidad del agua.

Cabe resaltar que dentro de los diferentes estudios que existen a nivel biológico, uno de los más característicos, y los cuales marcaron abruptamente el tiempo, es la microbiología, un campo de estudio de las ciencias exactas, que se fundamenta en posibilidades técnicas y especulación filosófica principalmente (Collard, 1985).

La microbiología a nivel histórico, se divide en cuatro eras: La primera considerada, como la era de la especulación donde, se pretendía consolidar hipótesis para resolver preguntas inherentes al orden de la vida; la segunda era de observación, donde inicia el trabajo del microscopista Antony Van Leeuwenhoek, publicado en 1675; fue el primero en ver y descubrir diminutas formas de vida en aguas de un lago cerca de Delf - Holanda, descubrió muchos organismos de los cuales preciso unos dibujos y los denominó “animaculos”, y en la actualidad establecen que los organismos determinados fueron: *Vorticella campanula*, *Oicomonas termo*, *Oxytricha sp.*, *Stylonychia sp.*, *Enchelys*, *Vaginicola*, *Coleps*; la tercera era, se enmarco en el desarrollo de los microcultivos, y finalmente la cuarta era, tenía como propósito los estudios fisiológicos y bioquímicos microbiológicos (Collard, 1985)

Gracias a Leewenhoek, que al revisar muestras de agua lluvia, de mar, agua potable y las resultantes infusiones de pimienta e informar a la Royal Society of London, junto con Huygens en 1678, se describen varios protozoos de vida libre, y permiten el afianzamiento de la limnología, especialmente en la rama del estudio de los protozoos en el campo de la microbiología; años más tarde se genera el primer tratado de la protozoología por Loius Joblot, en donde, redacta en el primer tomo, donde se ilustran temas concernientes a la microscopía y diversas especies de microorganismos. En el segundo tomo se identifica el primer “*Paramecium*” en 1752 junto con el Naturalista Hill (Collard, 1985).

El primer naturalista que enmarca los protozoos, dentro de un gran grupo es Wrisberg en 1764, denominándolos como infusorios, en donde incluía los “animaculos”. Hacia el siglo XVII Carl Linneo, clasificó a los protozoos en la clase “*Vermes*” y el género “*Chaos*”, cuya única especie encontrada fue *Chaos proteus* “*C. proteus*”, de la cual hasta el momento no se tiene ningún otro registro. En 1786 se publica “*Animalcula Infusoria Fluvia Tilia et Marina*”, donde se sistematiza los infusorios, determinando su morfología e ilustrando aproximadamente 350 especies (Muller, 1786). Hacia el Siglo XVIII, se trabajó la clasificación de animales, en donde se introdujo el término de “Protozoo”, gracias a Goldfuss. A mediados de este siglo y gracias al avance científico se tenía conocimiento de protozoos de vida libre como parásita. En el siglo XIX y XX, se redujo considerablemente

el estudio de los protozoos de vida libre e inició la etapa de la protozoología médica (Collard, 1985).

A su vez en Colombia hacia 1957, se escribe “Protozoos de las aguas amazónicas y andinas de Colombia, América del Sur” por Eugene C. Bovee “Gene”, un ilustrador de amebas, biólogo, periodista, protozoólogo, taxónomo y sistemático de las amebas, nacido en Iowa, estado Unidos, quién realizó una investigación de protozoos comparando cuatro puntos de muestreo de cuerpos de agua ubicados en Amazonas y en Medellín, identificando taxas, hasta especie, encontrando 40 cilioforos, 26 mastigoforos, 17 sarcodinos, y 1 esporozoo, con un total de 84 especies determinadas (Bovee, 1957). Desde entonces, se vienen realizando pequeñas investigaciones acerca de los protozoos, como veremos a continuación, sin embargo, este trabajo es único para Colombia, puesto que no se encuentra ningún protozoólogo Colombiano que enseñe acerca de los microorganismos, y muchas investigaciones quedan inconclusas por falta de corroboradores.

Con lo anterior, los invito a conocer especialmente a los protozoos de vida libre en Colombia, para determinar la diversidad e importancia en los ecosistemas acuáticos de la nación, especialmente en la rama de la limnología, a su vez, incentivar a la continuación de este proyecto, debido a que hasta ahora se está iniciando el proceso de la revolución en una gota de agua para el país, y de esta manera, hacer un llamado a la conservación de los ecosistemas acuáticos, donde docentes hasta políticos pueden intervenir satisfactoriamente, y se busquen soluciones a las actuales problemáticas ambientales.

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la ubicación hidrográfica de Colombia, el 74 % cubre el total del territorio nacional encontrándose en el extremo noroccidental de América del Sur, comprendida entre las coordenadas 4° 13' latitud sur y entre los 17° 50' de latitud norte y entre los 66° 50' de longitud oeste y los 84° 46' de longitud oeste de Greenwich”, adicional, una cuenca oceánica de 988.000 km² (IDEAM, 2013); es importante destacar, que no se tiene información del deterioro del recurso, que es causado principalmente por intervención humana, afectación, que sugiere realizar investigaciones en los ecosistemas acuáticos polifuncionales, donde se establezcan las interacciones desde los microorganismos hasta los macroorganismos (también humanidad); en este sentido, se hace importante iniciar estudios no solo a nivel macroscópicos, sino en especial a individuos microscópicos, que por lo general, son los organismos indicadores a pequeña escala de las afectaciones de los ecosistemas acuáticos especialmente, para obtener datos de la incidencia antrópica e índices de contaminación específicamente, antes de afectar a los macroorganismos, y con ello, observar la degradación del ecosistema acuático, con una baja probabilidad de recuperación.

Cabe resaltar, que al abordar una investigación en protozoos de vida libre, algunos especialistas consideran que no se tienen equipos especializados, desarrollo conceptual, ni las condiciones necesarias a nivel nacional, para ejecutarla; argumento que ha generado una falta de apropiación, para formalizar estudios a profundidad en ecosistemas tan importantes como los dulceacuícolas y marinos, que a su vez ha creado en la comunidad (científica y cotidiana), desinterés hacia estos microorganismos y sus asociaciones, sin tener en cuenta los porcentajes anuales de la degradación de los ecosistemas acuáticos; sistemas que permiten la estabilidad ecológica, para que interactúe coherentemente la naturaleza con la humanidad. En este sentido, este proyecto construyó un documento crítico, donde se evidencian los vacíos investigativos a través de la consulta y análisis de información de carácter bibliográfico y entrevistas con especialistas, donde se estableció la importancia de estudiar los microorganismos acuáticos, especialmente los protozoarios de vida libre, teniendo en cuenta su importancia ecológica, y por ende su establecimiento en las ciencias limnológicas, como una rama más a investigar, actualizar y socializar con la comunidad, para seguir fomentado conciencia sobre la importancia de la conservación ecosistémica, principalmente en el cuidado y preservación de los cuerpos de agua.

PLANTEAMIENTO

2.1 Planteamiento de problema

Los estudios limnológicos en Colombia de microorganismos acuáticos son muy escasos y la gran mayoría de ellos, describen aspectos superficiales de los grupos, en especial al referirse a protozoos de vida libre. Teniendo en cuenta que, en Colombia las investigaciones en este campo se encuentran muy diseminadas, además de no reconocer especialistas, ni un documento que permita determinar la microfauna acuática, por lo cual no se establece ninguna consecución conceptual que delimite los organismos encontrados en el territorio, y pierde importancia académica, científica y cotidiana al no tener referentes que consoliden información adquirida a través de las diferentes investigaciones que se han realizado en Colombia.

El reino Protozoa se caracteriza por constituir una gran variedad de organismos difíciles de caracterizar, debido a la diversidad de formas corporales, tipos de reproducción, modos de nutrición y vida (Acosta, Orozco, & Rodríguez, 2012). A pesar de que se estima que existen más de 200.000 mil especies vivas, en Colombia es poco lo que se conoce sobre los aspectos biológicos y ecológicos de las especies o grupos taxonómicos, que conforman esta población acuática, ya que los estudios que se han realizado a nivel del neotrópico, se han centrado en dilucidar tan solo los aspectos generales, teniendo en cuenta la información taxonómica y morfológica externa, desconociendo las características particulares de nuestro entorno (Roldán y Ramírez, 2008). Es importante destacar que Colombia cuenta con características específicas que permiten la variación genética y morfológica de los microorganismos, por lo cual se debería tener un documento base, en donde se pudiera indicar la manera más adecuada para desarrollar investigaciones en este campo, donde se incluya la morfología de organismos autóctonos, sus relaciones funcionales y genéticas, las metodologías a usar, y los tipos de análisis que se podrían adecuar, de acuerdo al cuerpo de agua que se esté estudiando. Sin embargo, al transcurrir el tiempo no hemos comprendido la importancia de los protozoarios en el campo de la Limnología, como seres de vida libre que a través de las múltiples relaciones que generan, pueden llegar a indicar el estado de contaminación del ecosistema acuático. Por lo cual, esta revisión establece la importancia de estudios en protozoos de vida libre en Colombia, y su relación con las ciencias limnológicas, ya que éste es un país que presenta diversas zonas hidrográficas, que deberían ser estudiadas, conservadas y protegidas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Analizar la información de los diversos estudios que se han desarrollado en Colombia acerca de los protozoos de vida libre para conceptualizar a nivel académico - científico su relación con las ciencias limnológicas.

3.2 Objetivos Específicos

- ❖ Recopilar información relacionada con las investigaciones hechas en el campo de los protozoos de vida libre, a partir de tres fuentes de datos (Bases de datos, documentos en entidades públicas y entrevistas con especialistas).
- ❖ Jerarquizar la información encontrada sobre los Protozoos de Vida Libre a partir de una matriz bibliográfica, que permita un análisis profundo del nivel de avance que lleva Colombia.
- ❖ Elaborar un documento crítico que permita dilucidar el avance de la Protozoos de Vida Libre en Colombia teniendo en cuenta su importancia para las ciencias limnológicas.

4. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades de los Protozoos

Los protozoos son organismos microscópicos unicelulares o coloniales, que se autoconservan, autorregulan y autoreproducen, a través de los órganos celulares equiparables a los órganos que componen los metazoos llamados organelos. Así, el protozoo como microorganismo unicelular es completo, y al inverso de las células de un metazoo no depende de otras, debido a que puede vivir autónomamente (Kudo, 1946).

Dichos organismos unicelulares o coloniales eucariontes, tienen dimensiones microscópicas variables entre las 10 micras y varios milímetros con diferentes tipos de metabolismo entre ellos, fitófagos, bacteriófagos, necrófagos o depredadores (Ruppert, E. & Barnes, R., 1996; Infante, 1988), son conocidos hace poco menos de 300 años (Lee, Leedale & Bradbury, 2000), además su función ecológica es realmente compleja (Anderson, 1987; Pérez, 2009), debido a su alta tasa mutacional, se pueden adaptar a las condiciones de cada cuerpo de agua lenticó, haciéndolos prácticamente cosmopolitas, con preferencia a ambientes asociados con la humedad (Sánchez, 2000; Cortes, 2010); por ejemplo, regulan el crecimiento de poblaciones bacterianas, donde, actúan como principales desintegradores en los cuerpos de agua haciendo parte importante de las redes tróficas, así pues, son estos microorganismos, indicadores de las condiciones del medio donde habitan y del estado real de los procesos de depuración de aguas residuales (Roldán y Ramírez, 2008).

Hacen parte de un circuito microbiano, donde los flagelados y microciliados, consumen principalmente bacterias, de igual forma el consumo de microplancton por parte de los protozoos hace posible el “Reempacado trófico”, donde los protozoos reempacan a sus presas en partículas de tamaño accesible para niveles tróficos superiores. Así mismo, hacen la regeneración de nutrientes, y usan la materia orgánica muerta para la producción primaria, liberando materia orgánica e inorgánica (Cortes, 2010).

Es importante, destacar que a través de estudios cuantitativos se demostró que el circuito microbiano, es vital para la regeneración de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, donde las bacterias regeneran elementos vitales, como el magnesio; y al pasar a la siguiente fase del circuito, se regeneran otros nutrientes; por lo tanto, cumplen el papel de remineralizadores nutricionales en ecosistemas acuáticos salinos, alimentándose de materia orgánica particulada y organismos descomponedores, razón por la cual, conforman un grupo muy diverso e importante en los ecosistemas en los que se relacionan a los ciclos biogeoquímicos y al flujo de energía (Johannes, 1968; Laybourn, 1984; Page, 1988; Sherr & Sherr, 1988; Gifford, 1991; Caron, 1991; Strakrbová, 1993; De Lorenzo, 2001 tomado de Cortés, 2010)

El concepto “protozoa” inicial se encontraba más a fin con los zoólogos quienes consideraban la definición original “Heterótrofos unicelulares” dejando por fuera muchos linajes de protozoos, que emplean más de una estrategia nutricional, al ser un grupo parafilético resulta complicado definirlos. Por ejemplo, los protozoos heterotróficos, como las amebas, son una vía esencial directa para la descomposición de materia orgánica,

contribuyen de manera significativa a la remineralización de nutrientes, pero dentro de esta gran división también existen las tectamebas, denominadas así, por poseer una teca, que las protege del medio, y permite su supervivencia, cabe resaltar que juegan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos, por lo cual son utilizadas en diversos campos como la bioindicación, ecotoxicología, ciencias forenses, biomonitoreo, entre otros estudios. Son un excelente modelo de evolución taxonómica, evolutiva y ecológica. Así mismo, los protozoos flagelados tienen una tasa metabólica alta, lo que le da un papel importante en el ciclo de nutrientes, la mineralización de compuestos orgánicos, la producción y transferencia de materia orgánica en ambientes acuáticos (Rodríguez, 1994; Carrias et al, 2001; Tsyganov et al, 2016).

4.2 Perpetuación de los protozoos

La perpetuación de los protozoos, depende de dos variables, la primera, es su reproducción y la segunda, es el hábitat en donde se desarrollan, ya que allí, obtienen el alimento, oxígeno, se equilibran osmóticamente y eliminan desechos metabólicos (Pérez, 2009).

En la reproducción, los microorganismos responden a condiciones específicas en donde se encuentren, por lo tanto, algunos individuos se van a reproducir de manera sexual, donde ocurre una división meiótica, por ejemplo, en ciliados ocurre un proceso denominado “conjugación”, donde se fusionan dos células madre que producen núcleos cigóticos e intercambian material genético; después ocurre con cada individuo la fisión binaria; es decir, los microorganismos ciliados se reproducen tanto sexual como asexualmente (Anderson, 1987 en Cortés, 2010)

Por su parte, la reproducción de una gran parte de las amebas, foraminíferos y flagelados, es asexual, donde el material genético se multiplica a través de la mitosis; seguidamente ocurre la división celular longitudinal (fisión longitudinal) o transversal (fisión homotetogénica), como resultado se obtiene, dos células hijas iguales, cada una copia del material genético, a este proceso se le denomina, fisión binaria. En el caso de los microorganismos flagelados, los cuerpos basales inician la segmentación celular antes del proceso de división nuclear, en seguida ocurre la fisión binaria longitudinal, y cada cuerpo basal, se va encargar de regenerar los flagelos (Olmo, 1998; Guillen, 2002; Luna, 2006; Sina et al., 2007, Cortes, 2010, Gallegos et al., 2014).

Cabe resaltar que hay otros tipos de reproducción asexual, que son frecuentes en algunos protozoos, dependiendo del hábitat en el que se encuentren, por ejemplo, la fisión múltiple o esquizogamia, es donde, el núcleo se divide múltiples veces, para producir una gran cantidad de núcleos antes de la división celular, y cada uno de los núcleos conformados, genere una célula hija independiente, dicho tipo de reproducción ocurre principalmente en foraminíferos. Otro tipo de reproducción asexual, es por gemación, donde los núcleos hijos producidos por la división mitótica, migran a una protuberancia citoplasmática (brote o telotroca), que se va separando paulatinamente a través de fisión. La gemación ocurre principalmente en ciliados, particularmente en Vorticellas (protozoos unicelulares ciliados

de agua dulce eutrofizada) (Olmo, 1998; Guillen, 2002; Luna, 2006; Sina et al., 2007, Cortes, 2010, Gallegos et al., 2014).

En el caso de la segunda variable, se hace vital considerar si es un hábitat de agua dulce o salada, ya que, en un medio dulceacuícola los factores varían constantemente, respecto a un medio marino, por ejemplo, en humedales, el contenido de oxígeno, la turbiedad o la cantidad de agua son inconstantes (Aznar, 2000), en consecuencia, la baja concentración de sal, genera cierta dificultad en el mantenimiento del equilibrio hídrico y salino, por lo tanto, el condicional para el desarrollo y maduración de los organismos vivos, depende exclusivamente de los parámetros físicos y químicos allí presentes (Ruppert & Barnes, 1996), por ejemplo, la conductividad eléctrica, es un parámetro físico, dado a que el agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas, las que proporcionan al agua, la capacidad de conducir la corriente eléctrica (Aznar, 2000), por lo tanto, para la movilidad de los protozoos es indispensable su equilibrio, dado a que su membrana celular debe estar en homeostasis, sin ello, no podrían capturar su alimento o tener energía para huir de sus depredadores.

De igual forma se ven afectados por la turbidez del agua, siendo un parámetro físico, produce una falta de penetración de la luz natural y por tanto modifica la flora y fauna subacuática (Aznar, 2000), por lo tanto, si la turbidez fuera alta, a los organismos fotosintéticos, siendo autótrofos, no podrían alimentarse y de esta manera, limitaría el tiempo de supervivencia.

Es importante destacar que la temperatura del agua es un parámetro físico, importante para los organismos acuáticos, debido a que es un gradiente de energía causando la transferencia de calor, y modifica la solubilidad de las sustancias, aumenta los sólidos disueltos y disminución de los gases; que afecta significativamente a los protozoos, ya que la energía allí contenida perturba directamente a la actividad biológica (Aznar, 2000), en el hipotético caso de generar un aumento abrupto de la temperatura del agua, como, por ejemplo, aguas usadas en procesos industriales, esta intervención, podría causar la pérdida completa de la microfauna acuática.

Así mismo, el pH del agua que es un parámetro físico- químico, cumple uno de los papeles más importantes en el hábitat de los protozoos, debido a que es una medida de concentración de iones hidronio en una disolución, es decir determinara la acidez del agua; por lo tanto, “Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ellas, y las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas y pueden producir precipitación de sales insolubles” (Aznar, 2000), así pues, se requiere de un pH medianamente básico, para que en cuerpo de agua se encuentre mayor diversidad de protozoos o cualquier organismo acuático sensible a la contaminación ambiental.

Los sólidos suspendido en el agua, también son causantes de la turbidez del medio acuático, produciendo dispersión de la luz que atraviesa la muestra de agua (Aznar, 2000), de esta manera, entre más sólidos disueltos existan en ecosistema acuático, mayor turbidez y menor diversidad de microorganismos habitaran allí.

De igual forma la microfauna se ve degradada por los nitritos, nitratos y amonio, siendo el amoniaco uno de los compuestos intermedios, formados durante la biodegradación de los compuestos orgánicos nitrogenados, y junto con el nitrógeno orgánico son indicadores de contaminación reciente. La oxidación aeróbica de los compuestos amoniacaes y organonitrogenados, conduce a la formación de nitritos y posteriormente de estos en nitratos, por lo que un elevado contenido en nitratos y simultáneamente bajo en amonio, indica que se trata de un agua contaminada (Aznar, 2000), por lo cual, se evidencia que ha mayor contaminación causada por el hombre, menor será la diversidad acuática, y en este sentido será improbable el equilibrio ecosistémico, y como resultado se obtendrá un ecosistema acuático modificado (Roldan y Ramírez, 2008), los microorganismos acuáticos variarán, existiendo una relación estrecha entre, la aparición de determinadas especies, su mayor o menor desarrollo poblacional, y la cantidad de materia orgánica del medio.

4.3 Taxonomía Inconclusa (Protista Vs. Protozoa)

La taxonomía, es la ciencia que trata del hallazgo, descripción y clasificación científica de los organismos, donde se atribuyen a un sistema jerárquico, que permite el afianzamiento del conocimiento sobre las relaciones filogenéticas, teniendo en cuenta la asignación de nombres científicos (Escobar, Krieger & Salcedo, 1999), de esta manera, se ha intentado describir los protozoarios, como un conjunto de organismos microscopicos, eucariotas inferiores con caracteres morfológicos y genéticos disímiles, razón por la cual se busca clasificar sus diferencias coherentemente, estableciendo su arreglo en una jerarquía de grupos evolutivos interrelacionados (taxones) (Corliss, 1984).

La clasificación en los microorganismos especialmente en los protozoos, ha sido altamente debatida a través del tiempo, puesto que, los individuos presentan diferencias significativas, tanto en su morfología como en la forma de vida, y a su vez similitudes específicas, tales como, la multicelularidad, material genético hereditario encerrado dentro de una doble membrana, que delimita al núcleo celular; razones por las cuales evidentemente, no son organismos procariotas, y como consecuencia, algunos taxónomos han realizado estudios a niveles morfológicos y moleculares, para poder encontrar una verdadera filogenia de estos microorganismos acuáticos, por lo cual, se divide en dos clasificaciones los protozoos, una clásica, propuesta por el taxónomo Butschli y colaboradores , y otra propuesta por muchos taxónomos que han hecho estudios moleculares a través del último siglo.

4.3.1 Clasificación clásica (Protistas)



“Lo único que los protistas suelen tener en común es que no son animales, no son plantas, no son hongos y muchos son unicelulares”

Figura 1. Reino Protista, conformado por protozoos, algas, y mixomicetos (tomado de: <https://www.standardmethods.org>)

En el siglo XIX, el Zoólogo, paleontólogo y naturalista Georg August Goldfuss describe unas formas muy sencillas (unicelulares) que se consideraba animales primarios, dentro de los organismos eucariontes, propuso entonces una nueva clase, denominada Protozoa, dentro del reino animal. Tiempo después, en 1860, el naturalista, taxónomo, curador y botánico, John Hogg, organiza a los especímenes descritos en el reino “Primigenium” o Protoctista, formado por “los primeros seres”, posteriormente Erns Haeckel (1866), gracias a una investigación en bacterias, denomina a los seres nucleados unicelulares, como los “protistas”, basándose en un error filogenético, desarrollo unas divisiones en el clado de los eucariotas, por sus características particulares en protozoos, protofitos, y protistas atípicos, ya que al parecer, derivan de células ancestrales que obtenían su energía a partir de la fermentación de materia orgánica, es destaca que tratados posteriores a Haeckel han seguido clasificando los seres vivos en los reinos clásicos, de tal manera que Protozoa ha sido considerado un filo dentro del reino animal constituido por organismos unicelulares, sin embargo Otto Butschli, rechaza el tercer reino, dado a que es excesivamente polifiletico, por lo cual, insistió, en continuar estudiando los protozoos, bajo el concepto de que eran unos animales, nucleados, unicelulares; y además Butschli con sus colaboradores subdividen estos microorganismos en cuatro clases, basadas especialmente en su medio de locomoción, en pseudopodiales, ciliados, flagelados y esporozoos (parasitos) tabla 1, finalmente, Copeland Chatton, Hogg, Whittaker, propusieron, los cinco reinos Monera, Protista, Plantae, Fungi y Animalia, sin embargo, el reino protista se sigue debatiendo porque, para la clasificación solo tuvieron en cuenta caracteres metabólicos (Taylor, 2003; Fernández, 1990; Sánchez, 2000)

La clasificación de los protozoos de vida libre, de acuerdo a la división propuesta por Butschli (1880), se basa en características morfológicas, en microorganismos con flagelos, microorganismo con cilios y microorganismos con pseudopodos.

Tabla 1
Clasificación protozoos de vida libre en el reino protista

PROTOZOOS DE VIDA LIBRE (División Butschliana)		
FLAGELADOS	CILIADOS	PSEUDOPODIALES
Mastigophora	Infusoria	Rizópodos
<p>Estos microorganismos pueden tener diversas formas entre ellas encontramos ovoides, redondos, alargados. Pueden presentar uno, dos o más flagelos que se diferencian significativamente del cuerpo y tiene diferentes posiciones dependiendo del género y la especie (Butschli, 1880)</p> <p>Los flagelos son filamentos más largos que los cilios cuyo movimiento impulsa a la célula. Suelen presentarse en un número reducido (Butschli, 1880) Varios protozoos portan plastos y son por lo tanto, se consideran autótrofos o mixótrofos como los dinoflagelados y euglenas</p> <p>Los Metamonada tienen dos o múltiples flagelos, son anaerobios y en su mayoría simbioses o parásitos de animales.</p>	<p>La característica principal de estos microorganismos son los cilios, y presentan una estructura interna compleja pero análoga a los flagelos, los cuales también se relacionan con citoesqueleto y centriolos. La reproducción se da por fisión binaria y en ocasiones se puede presentar apareamiento sexual (conjugación o singamia) (Lee et al., 2000).</p> <p>Se alimentan de bacterias, flagelados, otros ciliados, rotíferos, gránulos de almidón, gotas de grasa (Lee et al., 2000)</p> <p>Son los organismos celulares con un mayor nivel de organización y distribución, presentan gran diversidad de formas, estructura celular, patrones de comportamiento y ciclos de vida, por ejemplo, paramecio (género</p>	<p>Son los protozoos, que se desplazan por medio de pseudópodos, es decir, formando apéndices temporales desde su superficie y como proyección del citoplasma, para desplazamiento, captura del alimento y realizar el proceso de fagocitosis, para nutrirse. Existen dos tipos de pseudópodos, los gruesos (lobopodios), encontrados en las amebas clásicas o delgados (filopodios), en radiolarios o foraminíferos (Butschli, 1880).</p> <p>Estos organismos no producen esporas, aunque muchos miembros del grupo producen quistes de resistencia a partir de minerales o partículas de un mismo tamaño (Anderson, 1987; Page, 1988) tomado de Cortez, (2010).</p>

Entre los uniflagelados (Paramecium) es un representante muy popular y los coanoflagelados (Butschli, 1880) del grupo, posee cilios alrededor de su cuerpo, que le permiten desplazarse (Streble & Krauter, 1987).

En la primera clasificación, realizada por Kudo, le otorga a los protozoos el nivel taxonómico de phylum, y de acuerdo a la forma natural de cada individuo, lo subdivide en organismos flagelados (mastigóforos), organismos pseudopodiales (amebas sarcodinas), organismos ciliados (ciliophora o infusorios) y esporozoos (división Butschliana) (Kudo, 1939)

Otro intento de clasificación, lo realizó, John Ozro Corliss, un protozoólogo estadounidense, publicó en 1984 en la revista *BioSystem*, "The kingdom Protista and its 45 phyla", intenta descubrir el posible origen endosimbiótico de los protistas (eucariotas "inferiores"), propone establecer 18 ensamblajes suprafiléticos en vernáculos, que a su vez son organizados en el nivel taxonómico de "phylum" dependiendo del grupo; por último, contrasta el reino "Protista", con los otros reinos preestablecidos, sin embargo, esta teoría no es validada por la sociedad de protozoología. Para el año de 1987, franceses de la Universidad de Clermont II, Pierre de Puytorac, Jean Grain y Jean-Pierre Mignot se preocupan por la sistemática de los protistas, y escriben el libro "PRÉCIS DE PROTISTOLOGIE", el cual distribuye, 13 phylum: Karyoblasta, Rhizopoda, Labrynthomorpha, Actinopoda, Dinoflagellata, Mastigophora, Opalinata, Pseudociliata, Sporozoa, Microspora, Myxozoa, Ascetozoa y Ciliophora (Fernández, 1990)

Otra propuesta establecida por Dofflein en 1901 y Lynn en 2008, es realizar un análisis descriptivo para la clasificación del phylum Ciliophora, mencionan dos subphylum Postciliodesmatophora, conformado por dos clases (Karyrelictea y Heterotrichea) y Intramacronucleata, por las clases: Spirotrichea, Armophorea, Litostomatea, Phyllopharyngea, Nassophorea, Colpodea, Prostomatea, Plagiopylea y Oligohymeophorea, anexa para Postciliodesmatophora a la clase Mesodinia y para Intramacronucleata a las clases Protocruzia y Cariacotrichea en otras subclases (Gao et al., 2016).

En resumen, existe un reino denominado Protista o Protoctista, el cual contiene todos los organismos con características particulares, que no se pueden clasificar dentro de los reinos convencionales (animalia, plantae, o fungi), en este gran reino, están clasificados los protozoos, debido a que presentan diversidad en sus estructuras de locomoción, además son heterótrofos, fagotrofos, detritívoros, o mixotrofos, dependiendo de su hábitat, en la anterior tabla (Ver tabla 1), se explican las diferencias entre las divisiones de organismos flagelados (mastigóforos), organismos pseudopodiales (amebas/sarcodinos), organismos ciliados (ciliophora/infusorios). Los esporozoos, no se tienen en cuenta, puesto que son organismos parásitos y no de vida libre, aunque algunos cuentan con la facultad de tener ambos estilos de vida. Se establece que aún faltan estudios para localizar a los protozoos de acuerdo a sus características particulares, y no ubicarlos en este gran reino pluriverso.

4.3.2 Clasificación Moderna (Protozoa)

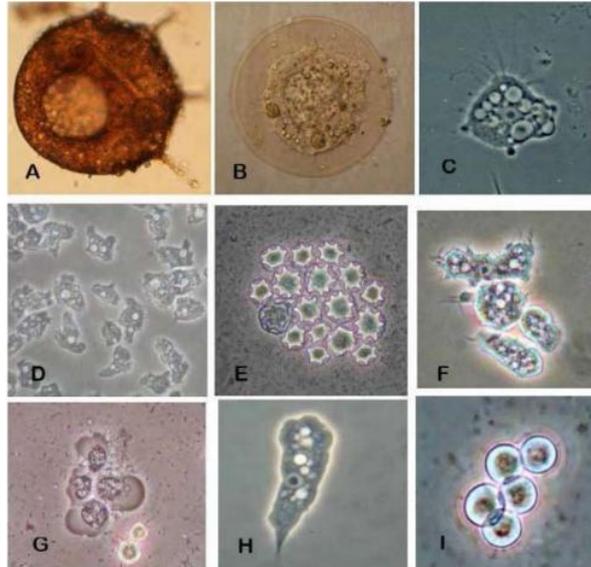


Figura 2. Protozoos de Vida libre de México (Imagen tomada de Gallegos, Lugo, Calderón, Sánchez, 2014) Amibas tecadas *Centropyxis discoides*; B, *Arcella vulgaris*, (A y B aisladas de la reserva ecológica: “La Cantera Oriente”, Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, D. F. Nuclearia sp. del “Lago Mayor” de Chapultepec, México, D. F.; C, amibas desnudas patógenas aisladas de balnearios termales de la región de Tecozautla, Hgo.: *Acanthamoeba castellanii* trofozoítos múltiples en medio de cultivo axénico; D, quistes estrellados de *Acanthamoeba astronyxis*; E, trofozoítos de *Acanthamoeba polyphaga*; F, amiba no patógena, trofozoítos de *Vannella* sp.; G, amiba patógena aislada de los canales de riego del valle de Mexicali, B. C., trofozoíto de *Naegleria fowleri*; H, quistes esféricos y lisos de *N. fowleri*; I, microfotografías fotónicas por contraste de fases 40x y Mayen, 2014)

Se han realizado investigaciones, donde se demuestra que existen grandes diferencias genéticas entre los grupos que conforman el Reino Protista, su diversidad se establece por el ciclo y condiciones de vida, análisis bioquímicos, biología molecular, que permite el análisis de datos de secuencias de ADN nuclear y mitocondrial; Así mismo, inquietan sobre el flujo génico que existe entre los diferentes grupos de protozoos y los linajes evolutivos que posiblemente reconocen su relación (Corliss, 1984).

Uno de los autores más importantes y vigentes en investigación filogenética es Thomas Cavalier-Smith, quien se ha encargado de postular diferentes perspectivas acerca de la evolución de los protozoos y organismos microscópicos. El taxónomo propuso las eras de la vida, dando paso a un nuevo sistema filogenético, conformado por 6 reinos, entre ellos, el protozoa, ya que cumplen el papel fundamental de depredación de bacterias en los ecosistemas acuáticos, y en tierra húmeda. Siendo así, aparece cuatro nuevos linajes principales, Alveolatas, Euglenozoa, Opisthokontos y Stramenopilos (Cavalier, 2010).

Por lo tanto, en el reino Protozoa, se encuentran aquellos individuos con pseudópodos o flagelos que les permiten adaptarse al medio, razón por la cual, en el año 2009, lo organiza en dos subreinos, como se evidencia en la figura 3, Neozoa (Sarcomastigota) y Eozoa.

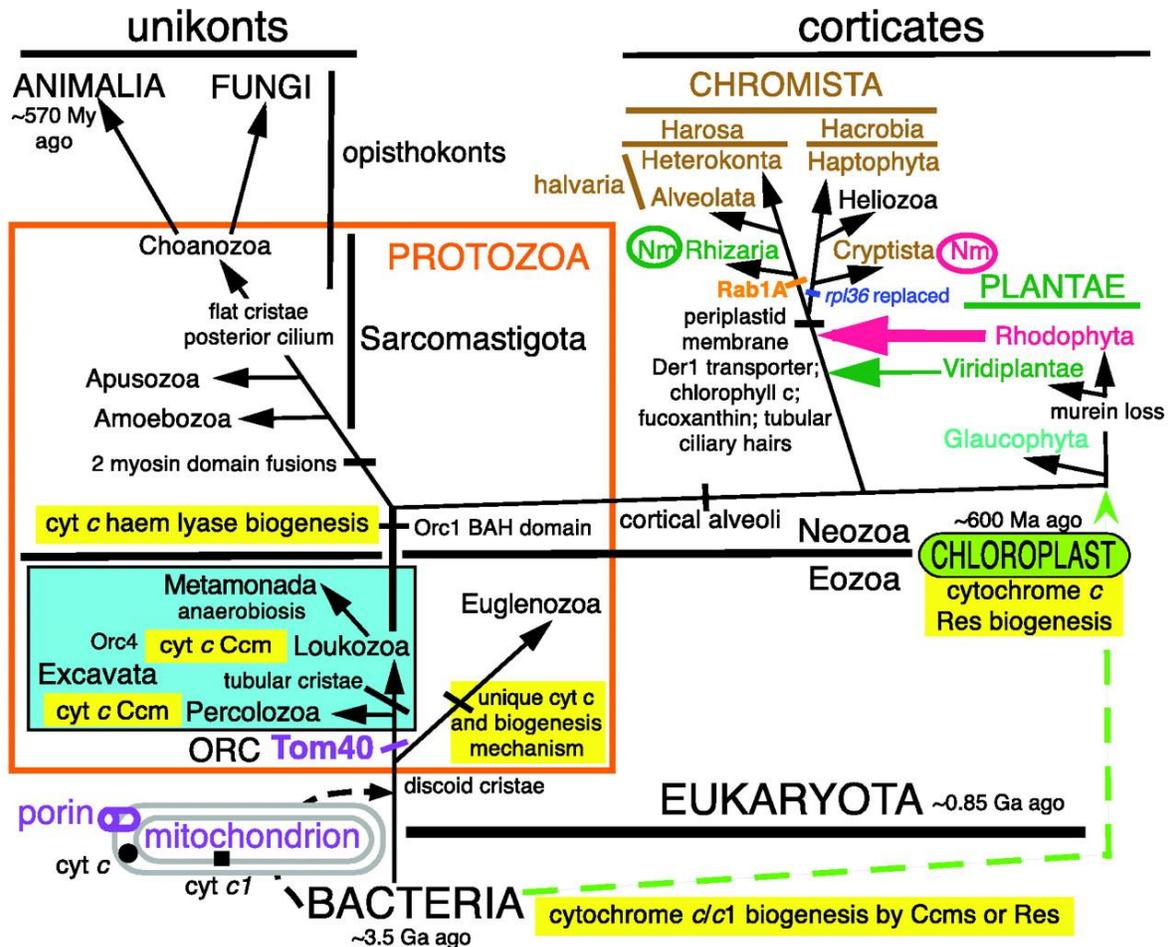


Figura 3. Árbol de la evolución eucariota, propuesta por Cavalier- Smith (2009). Encerrado de color naranja, se encuentra la clasificación de los protozoos, dentro de los Unikontas. El clado de los Neozoa conformado por Sarcomastigota (choanozoa, apuzoa, amebozoa). Por otro lado, se visualiza otro grupo, los eozoa, se establecen los metamonada, excavata y percozoa. Más distanciado se encuentra los euglenozoa.

Cavalier, establece molecularmente a los ciliados en el reino de los Chromistas, dado a que poseen paredes celulares con celulosa, en gran proporción organismos autótrofos, pluricelulares; Sin embargo cada división tiene características únicas, por lo tanto, son divididos en subgrupos, entre ellos, el haptonema de Haptofitas, el eycetosoma de Cryptofita, alveolos de Alveolata; y los dos flagelos desiguales de los Heterokontofitos. Cabe aclarar que ninguna de estas características está presente en todos los grupos.

Se hace una breve descripción de los linajes de los protozoos, se resalta que los organismos ciliados, Foramíferos y dinoflagelados no hacen parte del reino Protozoa, según estudios moleculares realizados por Thomas Cavalier Smith.

Tabla 2

Clasificación de los protozoos de vida libre en el reino Protozoa

PROTOZOOS	DESCRIPCIÓN
MICROORGANISMOS CILIADOS	<p>Los Chromistas, son un grupo de organismos eucariotas que constituiría un reino biológico independiente de acuerdo con los postulados de Cavalier, especialmente, los ciliados conforman un gran grupo de taxones marinos o de agua dulce son mixótrofos e ingieren microalgas que pueden mantenerse como endosimbiontes intactos y funcionales que luego son eventualmente digeridos. Las algas capturadas o sus cloroplastos proveen al ciliado de materia orgánica, pero también oxígeno (Cortés, 2010)</p> <p>Súper Grupo SAR: Son microorganismos que cuentan con Genes y proteínas compatibles entre ellos, sin embargo se diferencian en algunos aspectos, divididos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stramenopiles o Heterokonta: Microorganismos con dos flagelos desiguales (heterocontos), uno liso y otro son mastigonemas. Dentro del grupo se encuentra Bigyra (heterocontos), Pseudofungi (oomicetos) y Ochrophyta (algas pardas, diatomeas) • Alveolata (alveolados): Microorganismos con alveolos corticales (orgánulos que le dan soporte a la membrana plasmática), es un grupo pluridiverso, contando con Ciliophora (ciliados), Apicomplexa (apicomplejos), Dinoflagellata (dinoflagelados) • Rhizaria (rizarios): Microorganismos que comparten proteínas, genes únicos y otros caracteres moleculares únicos, abarcan organismos como los cercozoos (cercozoos), Radiolaria (radiolarios), Foraminifera (foraminíferos), Harosa y Halvaria
EOZOA	Excavata: Poseen un citostoma específico (forma de hendidura), utilizado para una alimentación por filtración, aunque algunos no lo presentan; sin mitocondrias y algunos presentan

	<p>hidrogenosomas.</p> <p>Metamonada microorganismos anaerobios de hábitats acuáticos pobres en oxígeno alimentándose de bacterias mediante fagocitosis. Algunos son parásitos como Giardia.</p> <p>Percolozoa: microorganismos incoloros, muchos de cuyos miembros pueden cambiar entre etapas ameboides, flageladas y quistes. La mayoría vive en el suelo, agua dulce o en las heces y unas pocas son marinas</p> <p>Euglenozoa: microorganismos flagelados. En muchas formas hay un citostoma asociado que utilizan para ingerir bacterias o pequeños organismos. Está sostenido por uno de los tres conjuntos de microtúbulos que surgen desde las bases flagelares; los otros dos sostienen las superficies celulares dorsal y ventral, y en los euglenoideos sostienen bandas proteicas que forman la película que se ubica por debajo de la membrana celular.</p> <p>Loukoozoa: Son microorganismos biflagelados, nadadores o sésiles</p>
<p>NEOZOA (Sarcomastigota)</p>	<p>En cuanto a la biodiversidad de protozoos ameboides es un grupo artificial que comprende organismos que pueden estar desnudos o cubiertos por una teca, tradicionalmente poseen pseudópodos (Gallegos, Lugo, Calderón, Sánchez & Mayén, 2014)</p> <p>Las amebas tecadas son protozoos de vida libre cuyo citoplasma se encuentra cubierto por un caparazón o teca, y poseen estructuras conocidas como pseudópodos. Son cosmopolitas y diversos. En ambientes marinos se estiman unas 2000 especies de Amebas tecadas, estas se alimentan de variedad de organismos incluidos hongos, bacterias, micrometazoos, otros protozoos y materia orgánica, también existen algunas que contiene algas endosimbióticas y probablemente son mixotróficas (Streble y Krauter, 1987)</p> <p>Sarcomastigota: Nivel de subreino que incluye a todos los protozoos pertenecientes al clado Podiata y que resulta</p>

	<p>parafilético porque se exceptúa a los reinos Animalia y Fungi.</p> <p>Choanozoa: Microorganismos con único flagelo para desplazamiento. Se clasifican en varias clases, unas relacionadas con los hongos y otras con los animales</p> <p>Apusozoa: Son microorganismos flagelados que presentan típicamente filopodios (seudópodos filosos) ventrales y mitocondrias con crestas tubulares, con tamaño alrededor de 5-20 μm y se encuentran en el suelo y en hábitats acuáticos, en donde se alimentan de bacterias.</p> <p>Amoebozoa: Microorganismos con pseudópodos son de tipo romo y en forma de dedo y se denominan lobopodios. La mayoría son unicelulares y son comunes en el suelo y en los hábitats acuáticos. La nutrición es heterótrofa, alimentándose por fagocitosis de bacterias, protozoos pequeños o materia orgánica muerta. Algunos se encuentran en simbiosis con otros organismos, mientras que otros son patógenos. Las células de los amebozoos pueden estar desnudas o cubiertas por una testa y a veces presentan flagelos.</p>
--	--

Breve descripción de los linajes de los protozoos, se resalta que los organismos ciliados, Forámiferos y dinoflagelados no hacen parte del reino Protozoa, según estudios moleculares realizados por Thomas Cavalier Smith.

Todos los resultados que se han podido concluir a través de las investigaciones moleculares, se recuperan en la web, en la página del catálogo de la vida, el cual se actualiza periódicamente, en donde aparece la taxonomía de los diferentes organismos registrados a nivel mundial (Ver Figura 4).

Catalogue of Life: 30th June 2018
indexing the world's known species




English French **Spanish** Chinese Russian Portuguese Dutch German Polish Lithuanian Thai Vietnamese

Consultar ▾

Buscar ▾

Info ▾

Consultar el árbol taxonómico

Mostrar estadísticas Mostrar proveedores Mostrar taxones extintos (†)

- Animalia • 1,207,598 of 1,525,728 est. living ssp (79%); 57,136 †spp • Múltiples proveedores
- Archaea • 377 of 502 est. living ssp (75%) • ITIS Global
- Bacteria • 9,982 of 10,358 est. living ssp (96%) • ITIS Global
- Chromista • 23,437 of 25,000 est. living ssp (94%); 2,366 †spp • Múltiples proveedores
- Fungi • 135,110 of 140,000 est. living ssp (97%) • Múltiples proveedores
- Plantae • 364,099 of 382,000 est. living ssp (95%); 349 †spp • Múltiples proveedores
- Protozoa • 2,686 of 8,118 est. living ssp (33%) • Múltiples proveedores
- Víruses • 3,186 of 3,186 est. living ssp (100%) • ICTV_MSL

Figura 4. Catálogo de la vida 2018. Base de datos acerca de las especies conocidas de animales, plantas, hongos y microorganismos en el mundo.

4.4 Zonas Hidrográficas de Colombia

De acuerdo a la ubicación hidrográfica de Colombia, el 74 % cubre el total del territorio nacional Colombia encontrándose en el “extremo noroccidental de América del Sur, comprendida entre las coordenadas 4° 13’ latitud sur y entre los 17° 50’ de latitud norte y entre los 66° 50’ de longitud oeste, y los 84° 46’ de longitud oeste de Greenwich”, donde se incluyen territorios marítimos como las costas en el Atlántico y el Pacífico; teniendo un área continental de 1.141.742 km². Adicional, tiene una área oceánica de 988.000 km²” (IDEAM, 2013), por lo cual, el Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-, desarrollan un plan de zonificación del país desde el punto de vista hidrológico con el fin de realizar estudios y análisis hidrológicos relacionados con los informes ambientales, y se fundamenta, mediante la Resolución 0337 del 1978, la cual establece que el país está conformado zonas y subzonas hidrográficas, propuesta determinada, por la clasificación y codificación hidrogeológica, instituida en este documento y tiene en cuenta los sistemas acuíferos; a estas unidades se les asignó la distribución, de acuerdo con el nombre del río principal o con el nombre que se venía empleando por parte de la zonificación del HIMAT (antiguo IDEAM), y que se refiere al espacio geográfico o región en la cual drenan las aguas superficiales (IDEAM, 2013)

Dicha zonificación de cuencas hidrográficas corresponde a tres niveles de jerarquía: áreas, zonas y subzonas hidrográficas. Las áreas hidrográficas corresponden a las regiones hidrográficas o vertientes que, en sentido estricto, son las grandes cuencas que agrupan un conjunto de ríos con sus afluentes que desembocan en un mismo mar; las cuales son cuatro vertientes, dos de ellas asociadas a ríos de importancia continental (vertiente del Orinoco y vertiente del Amazonas) y las vertientes del Atlántico y del Pacífico. Se delimita adicionalmente como área hidrográfica la cuenca Magdalena-Cauca, que aunque tributa y forma parte de la vertiente del Atlántico, tiene importancia socioeconómica por su alto

poblamiento y aporte al PIB –Producto Interno Bruto; Como resultado de la zonificación se subdivide el país en 5 áreas hidrográficas; las cuales son: Zona hidrográfica Amazonas, Zona hidrográfica Caribe, Zona hidrográfica Magdalena-Cauca, Zona hidrográfica Orinoco, y Zona hidrográfica Pacífico (IDEAM, 2013)

4.5 Limnología en Colombia (antecedentes)

Con el desarrollo de la limnología mundial, se inicia en Colombia el estudio de algunos lagos y lagunas, especialmente en algas e invertebrados realizados por suizos y norteamericanos (Fuhrmann & Mayor, 1914; Walker, 1915 en Gaviria, 1992), donde, se conoce las primeras listas de especies de Vida Libre, tales como Rizópoda y Nematoda. También, se construye un documento gubernamental del ministerio de Agricultura, donde se estudió la fisiografía externa de los cuerpos de agua. Hacia década de los 70' aparece la limnología fluvial, en la Universidad de Antioquia, donde se desarrollan estudios en invertebrados acuáticos e insectos. En simultaneo, se escriben informes contemporáneos de entidades del estado, como monitoreos de Calidad del agua, como por ejemplo las investigaciones de West en la Cordillera, el inventario de algas de la laguna glacial de Macotama en la Sierra Nevada, junto con monitoreos en zona andina, el altiplano, el páramo y embalses, donde se ha trabajado principalmente comunidades de fitoplancton, y como resultado, han pronosticado la tasa de afectación ambiental causada por la inundación de bosques para construir embalses con propósitos hidroeléctricos o la degradación de los ecosistemas acuáticos y su fauna al intervenir la electricidad.

En el caso, de Ríos y cuerpo de aguas loticos, como el Rio Magdalena, que es uno de los fluentes más grandes en Colombia, se han realizado diversos estudios limnológicos, en el cual, se establece que la principal actividad pesquera, ha disminuido en los últimos años, debido a la contaminación acuática, probablemente por el uso de métodos inadecuados de pesca, a los métodos de transporte de sólidos y de sedimentación, asimismo porque sostiene a más del 80% de la población Colombiana, y como consecuencia todos los desechos tanto orgánicos como inorgánicos son arrojados al cuerpo de agua (Gaviria, 1992), para lo cual no se ha construido ninguna estrategia pedagógica para contrarrestar la afectación.

Luego, Santiago Gaviria Melo, realiza un escrito de la limnología en Colombia, donde explica brevemente la evolución de la limnología y su biota, establece la limnología geográfica y divisiones en Colombia, determina la relevancia que han tenido los estudios en embalses, ciénagas y planos inundables en la últimas décadas, así como del auge la hidrobotánica para ese momento, finalmente indica que no hay expertos en esta área; menciona que la primera cátedra en Limnología fue dirigida por Elizabeth Gaviria de Viena, formadora del profesor Gabriel Roldan, quién publica el primer libro de limnología en el neotrópico, y en una cuartilla tiene en cuenta los protozoos de vida libre en el establecimiento de la armonía en los ecosistemas acuáticos (Gaviria, 1992; Roldan & Ramírez, 2008).

Para el año 2009, Yimmy Montoya junto con Néstor Aguirre, presentan un artículo sobre el estado del arte en la limnología de lagos inundables, sin embargo no tienen en cuenta el

grupo de protozoos, sino únicamente los euglenofitos como parte fundamental de las características de los lagos (Montoya & Aguirre, 2009). Para el año 2013, de nuevo Yimmy Montoya con Nestor Aguirre, escriben un artículo a cerca del Estado del Arte del perifiton en Colombia, encuentran que hace parte del conocimiento de los ecosistemas acuáticos, explican que el concepto de “perifiton” ha cambiado constantemente, algunos expertos se reunían con el fin de unificar si definición, metodología y ampliar estudios en este campo, así como también hacen un llamado para que se promueva estudios en zooperifiton puesto que solo tienen un registro de este tipo de investigación, finalmente establecen que la falta de investigación en estos microorganismos en Colombia tanto, estudios ecológicos como taxonómicos; de este modo, no se han realizado más estudios a nivel de la limnología en donde se tengan en cuenta los protozoos o como suelen ser designados, los “protistos” (Acosta, Orozco, & Rodriguez, 2012). A pesar de que se estima que existen más de 200.000 mil especies vivas, en Colombia es poco lo que se conoce sobre los aspectos biológicos y ecológicos de las especies o grupos taxonómicos, que conforman esta población acuática, ya que los estudios que se han realizado sobre los protozoos a nivel del neotrópico, se han centrado en dilucidar tan solo los aspectos descriptivos, sin tener en cuenta las características particulares de nuestro entorno (Roldán y Ramírez, 2008), en la última revisión realizada en el año 2016, Diana Medina Nieto, escribe el estado actual de la limnología en Colombia, establece que el fitoplancton y zooplancton, han sido estudiados enfáticamente en comportamiento de las aguas lenticas, adicional, concluye que en este campo hacen falta estudios en los ecosistemas acuáticos Colombianos (Medina, 2016).

4.6 Contaminación del recurso hídrico

La contaminación del recurso hídrico, es la modificación de su condición natural, por fuentes naturales o antrópicas (Sierra, 1999), tales como, las causadas por el sector industrial agropecuario y doméstico, que producen alrededor de 8.950 toneladas diarias de material contaminante, y más del 80% generadas por las industrias agrícolas y pecuarias, también, las descargas puntuales de residuos líquidos, donde más de 4'000.000 de m³ de líquidos contaminados son vertidos a aguas continentales y marinas diariamente en Colombia, perturbando parcial o absolutamente su estructura y funcionalidad ecológicas del cuerpo de agua (Sánchez, et al. 1994; (DANE, 2003) tomado de Acherman, 2007).

En la figura 4, se observa el mapa de Colombia con índices de la contaminación causada por el deterioro suelo causando sedimentos que terminan llegando a los diferentes cuerpos de agua, cerca de 340 millones de toneladas de sedimentos se genera cada año, haciendo que el cuerpo de agua, pierda su capacidad de autoregularse y otras dinámicas del sistema hídrico, y allí es donde aparecen las inundaciones o desboradamientos (IDEAM, 2017)

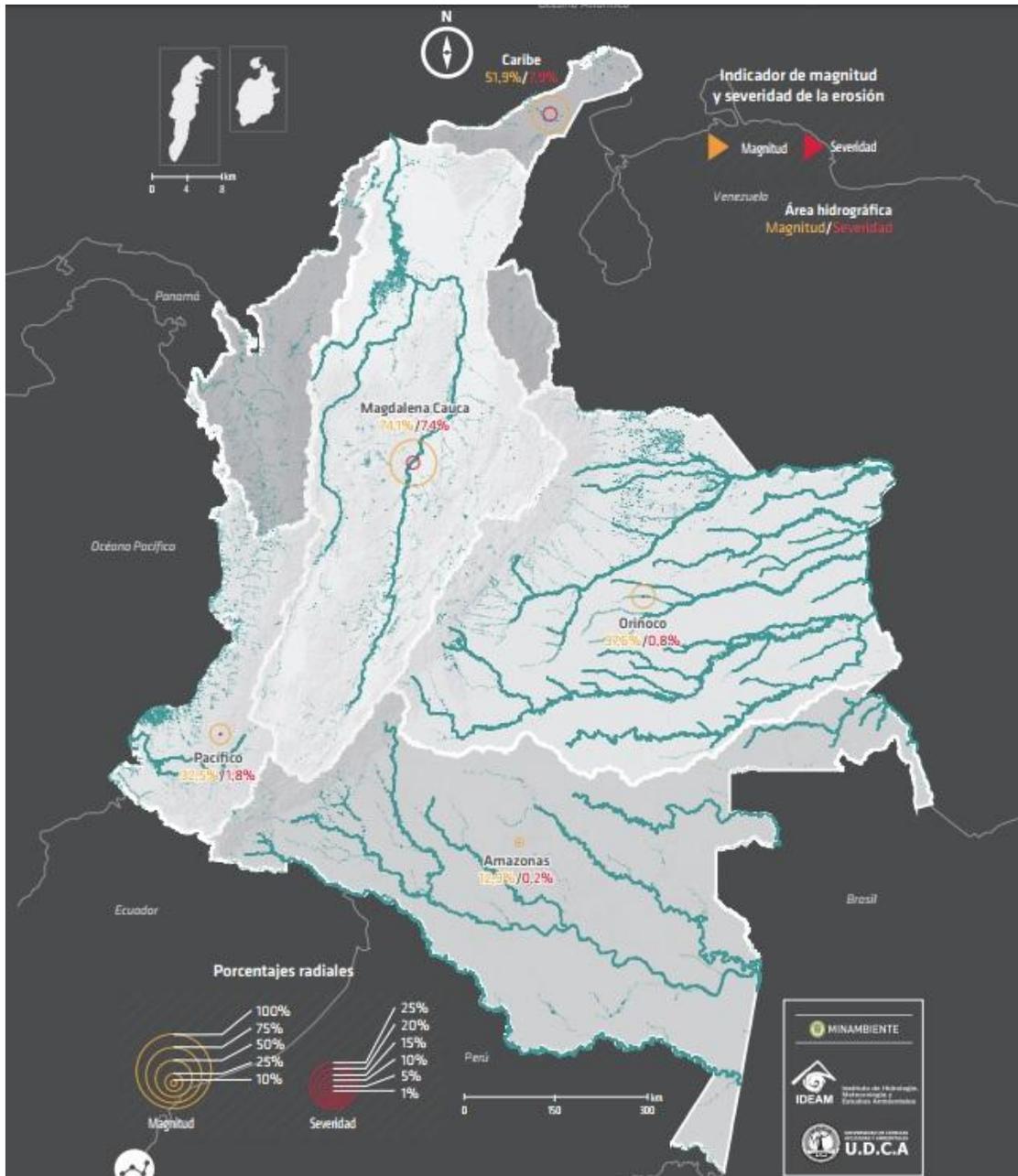


Figura 4. Mapa de Colombia, indicando la magnitud y severidad de la degradación del suelo, que afectan directamente a los cuerpos de agua, especialmente a los ríos principales de Colombia. (IDEAM, 2017)

Colombia es un país biodiverso con diferentes problemáticas ambientales, desde los microorganismos acuáticos, se puede conocer el estado del cuerpo de agua, su toxicidad, y generar soluciones a dichas problemáticas.

5. METODOLOGÍA

Este documento crítico, es de carácter exploratorio, ya que pretende familiarizarnos con un tópico desconocido (Sampieri, Fernández & Baptista, 2010), particularmente con los protozoos de vida libre en Colombia, donde no se ha avanzado prácticamente en ningún estudio sobre esta temática, para lo cual se realizó una serie de fases, de acuerdo a cada objetivo, como se observa en los siguientes figuras metodológicas, organizados en fase general y fases específicas.

5.1 Fase General

Se realizaron tres fases en la elaboración de este trabajo como se observa en la figura 4, es un esquema general de la metodología abordada.

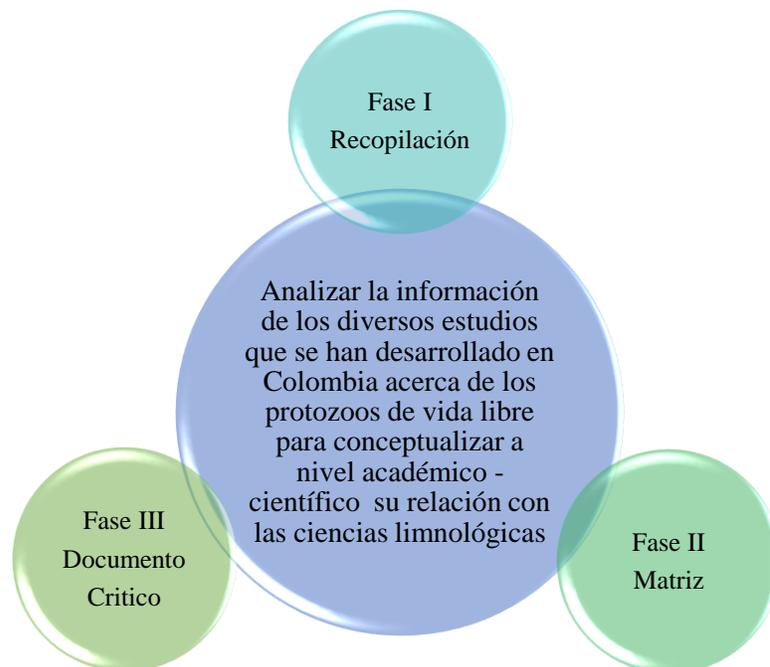


Figura 5 Fase metodológica general, a partir del objetivo general, se construyó una metodología distribuida en tres fases. La primera fase de recopilación de información, la segunda fase de diseño y jerarquización de la información a través de una matriz y la tercera fase de escritura del documento crítico.

5.2 Fases Específicas

Para poder realizar las fases anteriormente descritas (Ver Figura 4), hubo una serie de métodos que se explicaran a continuación a través de la figura 5, figura 9 y figura 11, las cuales concuerdan con cada objetivo específico establecidos en esta investigación.

5.2.1 Fase I: Recopilación

La primera fase, consistió en identificar los convenios que tiene la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, para poder realizar la metabúsqueda sin ningún inconveniente, por lo tanto se estableció las entidades estatales, entidades privadas, y bases de datos, para ello, se establecen materiales y metodos que facilitaron la metabúsqueda, como se observa en la figura 5.

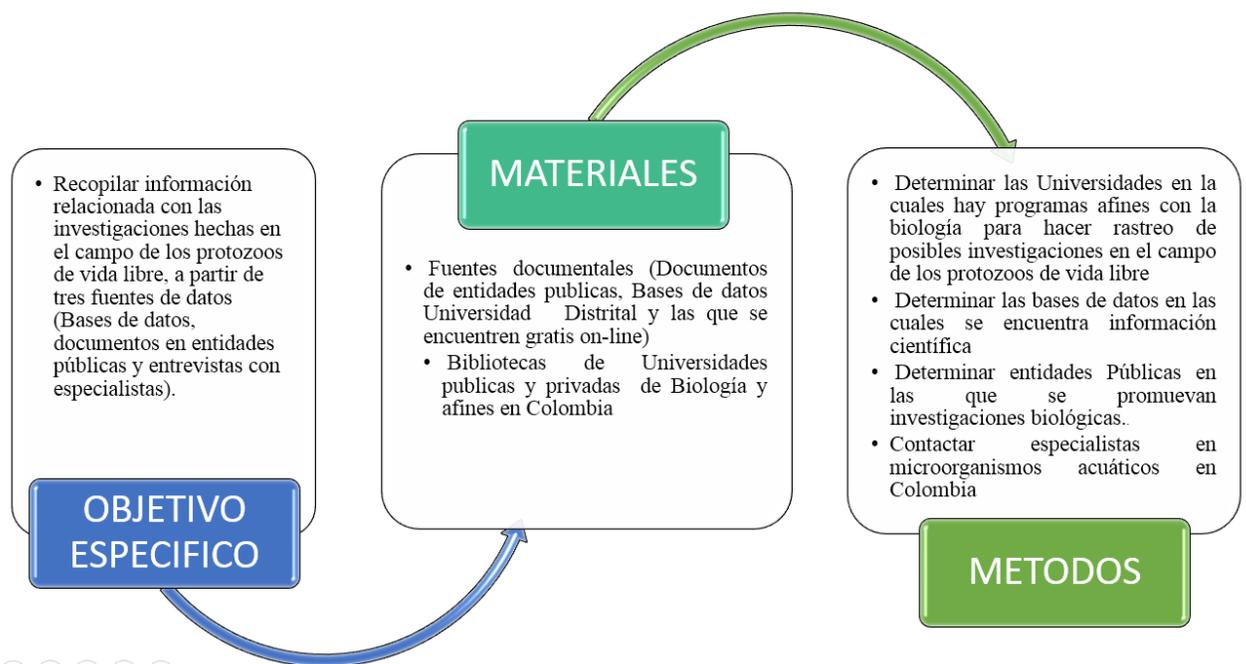


Figura 6 Fase de recolección de datos

Palabras claves para realizar la metabúsqueda

Para la primera fase, fue necesario establecer palabras claves, para rastrear la información de protozoos de vida libre en cada catalogo, repositorio y bases de datos a consultar. Se hizo la búsqueda tanto en inglés como en español, como se evidencia a continuación:

free-living ciliates Ciliados de vida libre : Son organismos que presentan Cilios, y habitan en ambientes abiertos, por ejemplo, el agua o el suelo.

free-living flagellates flagelados de vida libre : Son microorganismos flagelados, y viven libremente en la naturaleza

free-living amoebas Amebas de vida libre: Son protozoos, eucariontes, aerobios. También se les conoce como amibas anfitriónicas, tienen la capacidad de vivir libremente en la naturaleza, como la facultad de vivir como parásitos e inducir enfermedades en el ser humano y en los animales (Page, 1988)

Protozoan Freshwater Protozoo de vida libre Colombia: Microorganismos unicelulares que se encuentran libremente en la naturaleza Colombiana, especialmente en ambientes acuáticos.

Protozoa Protozoarios Colombia: Conjunto de organismos unicelulares microscópicos que se encuentran libremente en cualquier ecosistema en Colombia. De acuerdo a Thomas Cavalier constituye un supergrupo basal parafilético, excluye a aquellos grupos caracterizados por contener diversos tipos de algas y otros organismos relacionados con ellas, por lo cual, los agrupa en el reino Chromista. Protozoa es un reino y constituye el grado evolutivo basal en la historia del mundo eucariota (Cavalier, 1993)

Infusoria Infusorio Colombia: son microorganismos provistos de cilios u otras estructuras de motilidad para su locomoción, ubicados en Colombia

Animalculo Colombia: Es un animal demasiado pequeño para ser visto a simple vista en Colombia

Protozoic Protozoos Colombia: Son microorganismos eucarióticos, unicelulares, pueden ser heterótrofos o autótrofos o mixótrofos, que habitan en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, algunos son parásitos de otros seres, sin embargo, no se tuvieron en cuenta para la búsqueda. Únicamente aquellos microorganismos que habitan en los diferentes ecosistemas Colombianos

Plankton Plancton Colombia: Microorganismos que habitan en aguas marinas o de agua dulce; tradicionalmente, se representan en dos grupos fitoplancton y zooplancton.

Phytoplankton Fitoplancton Colombia: Está conformado por todos los organismos microscópicos autótrofos

Zooplankton Zooplancton Colombia: Está conformado por todos los organismos microscópicos de origen “animal”, que flotan libres en el agua, principalmente protozoos, rotíferos y microcrustáceos (Roldán y Ramírez, 2008)

Suctorina Colombia: Son organismos sésiles, ciliados en la fase juvenil. Se encuentran en ambientes acuáticos y semiacuáticos (Bhamrah & Juneja, 2002)

Foraminifera Foraminíferos Colombia: Son microorganismos que presentan pseudopodos, su característica principal es una concha o esqueleto con forámenes, razón por la cual,

fueron denominados foraminíferos, habitan en ambientes acuáticos en Colombia (Acosta, 2004).

Periphyton Perifiton Colombia: Está conformado por un ensamblaje de especies que se ubica en la interfase agua-sustrato, lo que permite que pueda aprovechar recursos de este ecotono (Montoya & Aguirre, 2013)

Ciliate Protozoa Protozoos Ciliados Colombia: Microorganismos de estructura compleja, y de entre los protozoos son de los más grandes, llegando a medir hasta 4 mm de longitud (Luna, 2006) habitan en ecosistemas naturales Colombianos.

Ciliophora: Son uno de los grupos principales de los protistas

Parameciidae: Es una familia de ciliados del orden peniculida

Paramecium: Es un género de ciliados, unicelulares de forma ovalada, habituales en aguas estancadas con abundante materia orgánica, como charcos y estanques.

Vorticella: Es un género de Ciliados, se fija al sustrato con un pedúnculo contráctil, con un cuerpo de forma campanular o vesicular.

Rhizopoda - Rizopodo - Rhizaria Colombia: Microorganismos de estructura compleja que habitan en Colombia, unicelulares, desnudos o cubiertos por un caparazón, esqueleto o concha, que emiten pseudópodos, apéndices deformables, formados por expansión de la superficie celular. Con capacidad de enquistarse con el objeto de protegerse del medio. Comprenden a las amebas, foraminíferos, radiolarios y heliozoos.

Sarcodina: Incluyen amebas, generalmente no poseen una forma definida, el cuerpo o citoplasma fluye en cualquier dirección. Se consideran asimétrica y no hay diferenciación entre un extremo anterior y uno posterior. Todas las amebas son capaces de emitir pseudópodos el cual es un órgano locomotor y con el que atrapan su alimento.

Testacida: Corresponde al orden Arcellinida (forma teca) de la clase rhizopodea, están encerrados en testas o conchas, y generalmente, se encuentran en agua dulce, a veces en aguas saladas o en suelo.

Lobosa: Es un subfilo de Amebozoa, caracterizado por tener pseudópodos gruesos (Lobos)

Arcellidae: Genero de amebozoa, caracterizado por encontrarse enquistado. La testa posee una abertura por la cual brotan los pseudópodos.

Amebido: Microorganismo que se mueven o se alimentan a través de pseudópodos.

Amoebas amebas: Genero de amebozoa, su forma es cambiante, posee pseudópodos que le permite capturar su alimento y movilizarse.

Mastigophora Colombia flagellates flagelados: Microorganismos unicelulares caracterizados por poseer uno o más flagelos largos, en una o en todas las fases de su ciclo

vital, sirven para locomoción captura de alimento. En su gran mayoría son de vida libre y solitaria, algunos sedentarios, y otros forman colonias.

Euglenozoa: Es el filo de los microorganismos flagelados, incluye diferentes formas de vida libre, algunos se alimentan por fagocitosis o fototrofos, debido a que presentan cloroplastos.

Euglenaceae: Es una familia de microorganismos flagelados, comúnmente presentes en agua dulce, son autótrofos. Pueden ser coloniales o solitarios y presenten uno o dos cloroplastos, pueden poseer pirenoide.

Euglenoid Euglena: Genero de microorganismos flagelados unicelulares, dependiendo del objetivo de la investigación, se pueden referir a algas o a protozoos, porque cuenta con numerosos cloroplastos y pirenoide, poseen orgánulo fotoreceptor denominado mancha ocular, sin embargo al no llegarle la luz pierde estos orgánulos, y se alimenta de manera heterótrofa, ingiriendo alimentado del ambiente acuático en el que se encuentre.

Fuentes documentales

También se definió las fuentes documentales abordar, y entre ellas, literatura gris, la cual se encuentra en los repositorios de las Universidades, por lo cual, se hace un listado de las Universidades con carreras afines a biología, como se observa en la siguiente tabla (Ver tabla 3), se busco en repositorios y catalogos de las Universidades con las palabras claves anteriormente descritas.

Tabla 3
Universidades (U) de Colombia con pregrados y postgrados afines a las ciencias Biologicas, consultadas durante la metabúsqueda

UNIVERSIDADES	CARRERAS AFINES
U Antioquia	Biología, Ingeniería Ambiental, Licenciatura En Ciencias Naturales, Microbiología Industrial Y Ambiental, Zootecnia.
U Atlántico	Biología, Licenciatura Biología y Química, Especialización Enseñanza de las Ciencias Naturales con Énfasis en Educación Ambiental, Maestría En Ciencias Ambientales, Maestría En Biología
U Amazonia	Biología, Maestría en Ciencias Biológicas, Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable
U Caldas	Biología, Licenciatura En Biología Y Química, Medicina Veterinaria Y Zootecnia.
U Cauca	Biología, Ingeniería Ambiental, Licenciatura En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental, Doctorado En Ciencias Ambientales, Maestría En Biología, Maestría En Recursos Hidrobiológicos Continentales
U Central	Biología, Ingeniería Ambiental
U Córdoba	Ing. Ambiental, Biología, Licenciatura Ciencias Naturales Y Educación Ambiental

U De Los Andes	Biología, Ingeniería Ambiental, Licenciatura en Ciencias Naturales, Microbiología, Maestría en Ciencia Biológicas: Biología Y Microbiología, maestría en Ingeniería Ambiental.
U Del Bosque	Biología, Ingeniería Ambiental.
U Distrital Francisco José de Caldas	Licenciatura en Biología, Ingeniería Ambiental
U Guajira	Biología, Ingeniería Ambiental
U Incca De Colombia	Biología
U Industrial De Santander	Biología, Especialización en Microbiología Ambiental, Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales Y Educación Ambiental
U Javeriana	Biología, Maestría en Ciencias Biológicas, Doctorado En Ciencias Biológicas
U Jorge Tadeo Lozano	Biología Marina, Biología Ambiental, Maestría En Ciencias Ambientales, Maestría En Ciencias Ambientales, Doctorado en Ciencias Del Mar.
U La Salle	Medicina Veterinaria, Zootecnia, Ingeniería Ambiental Y Sanitaria, Biología, Maestría En Recurso Hídrico Continental
U Libre	Ingeniería Ambiental, Licenciatura Básica con Énfasis en Ciencias Naturales Y Educación Ambiental, Microbiología Y Zootecnia, Maestría en Microbiología Molecular.
U Llanos	Biología, Acuicultura - Aguas Continentales, Acuicultura
U Magdalena	Biología, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Maestría en Ecología y Biodiversidad, Maestría en Ciencias Ambientales, Doctorado en Ciencias del Mar.
U Militar De Nueva Granada	Biología Aplicada, Ingeniería Ambiental, Maestría en Biología Aplicada, Doctorado En Ciencias Aplicadas
U Nacional de Colombia	Biología, Ingeniería Biológica, Ingeniería Ambiental
U Nariño	Biología, Maestría en Ciencias Biológicas.
U Pamplona	Biología, Zootecnia, Ingeniería Ambiental, Maestría en Ingeniería Ambiental.
U Pedagógica Nacional de Colombia	Licenciatura en Biología
U Quindío	Licenciatura En Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Biología, Maestría en Medio Ambiente
U Rosario	Biología, Doctorado en Ciencias Biomédicas y Biológicas
U Santiago De Cali	Microbiología, Licenciatura en Ciencias Naturales, Especialización en Educación Ambiental, Maestría en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible
U Sucre	Biología, Zootecnia, Maestría en Ciencias Ambientales

U Sabana	Licenciatura en Ciencias Naturales, Doctorado en Bio ciencias
U Tolima	Biología, Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
U Tecnológica Del Choco	Licenciatura en Ciencias Naturales, Biología, Ingeniería Ambiental.
U Colegio Mayor de Cundinamarca	Ciencia Básicas, Bacteriología
U Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Ingeniería Ambiental, Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Maestría en Ciencias Biológicas e Ingeniería Ambiental
U Valle	Biología, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Tecnología en Ecología y Manejo Ambiental, Tecnología en Manejo y Conservación De Suelos Y Aguas, Maestría Ciencias - Biología, Doctorado en Ciencias Del Mar, Doctorado en Ciencias Ambientales, Doctorado en Ciencias - Biología

Universidades de Colombia que tienen programas afines a la biología, en las cuales se hizo la búsqueda en repositorios o catalogos.

Bases de Datos

Se realizó la búsqueda en las bases de datos disponibles en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, así como también algunas de libre acceso, todas afines con las ciencias biológicas usando las palabras claves anteriormente descritas.

BASES DE DATOS

DOAJ El Directory of Open Access Journals (DOAJ) lista revistas de acceso libre, científicas y académicas, que cumplan con estándares de alta calidad al utilizar la revisión por pares

DIALNET Servicio de alertas sobre publicación de contenidos científicos. Constituye una hemeroteca virtual que contiene los índices de las revistas científicas y humanísticas de España, Portugal y Latinoamérica

BDCOL Red Colombiana de Repositorios y Bibliotecas Digitales que indexa toda la producción académica, científica, cultural y social de las instituciones de educación superior.

Ambientalex.com Base de Datos de tipo académica e investigativa, especializada en información ambiental, Nacional e Internacional, contiene además información científica y técnica en temas ambientales

InfoTrac Cengage Learning Centro de Investigación y Aprendizaje en Línea, ofrece más de 20 millones de artículos en texto completo de cerca de 6.000 revistas científicas y de divulgación

Engineering Village Bases de datos con resúmenes y citas de literatura científica a texto completo, ofrece artículos de revistas y capítulos de libros de más de 2500 revistas peer-review y 11000 libros.

Science Direct Bases de datos con resúmenes y citas de literatura científica a texto completo, ofrece artículos de revistas y capítulos de libros de más de 2500 revistas peer-review y 11000 libros

Scopus Base de datos de resúmenes y citas de literatura revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de congresos.

Web of Science Recurso Electrónico de Contenido multidisciplinario retrospectivo relacionado con la ciencia, las Ciencias sociales, las artes y las humanidades de aproximadamente 12.300 de las revista de investigación de alto impacto del mundo

EBSCO La extensa colección de bases de datos de investigación de EBSCO brindan a los investigadores y estudiantes miles de revistas académicas a texto completo

ProQuest Plataforma electrónica multidisciplinaria. Ofrece acceso a dos bases de datos enfocadas al área educativa: -ERIC, y ProQuest® Education Journals

SpringerLink Plataforma que proporciona el texto completo de revistas y libros publicados por Springer-Verlag y otros editores.

Figura 7. Bases de datos consultadas

Entidades Públicas

Se determinan las entidades públicas en las cuales se realizó la búsqueda. Para ello, se seleccionaron de acuerdo a la gestión y conservación del ambiente, en la figura 8, se encuentran las entidades públicas, y los ítems por los que fueron seleccionadas.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis - INVEMAR-

- Invermar busca realizar investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de estas, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo racional de la capacidad científica del Instituto y su articulación con otras entidades publicas y privadas (INVEMAR, 2018)
- Catalogo on-line de libre acceso

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-

- El Sinchi es una entidad de investigación científica y tecnológica de alto nivel, comprometida con la generación de conocimiento, la innovación y transferencia tecnológica y la difusión de información sobre la realidad biológica, social y ecológica de la Jurisdicción, satisfaciendo oportunamente las necesidades y expectativas de las comunidades de la región, para lo cual contamos con talento humano comprometido (SINCHI, 2018)
- Catalogo on-line de libre acceso.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas -CiOH-

- El CiOH Pretende desarrollar programas de investigación científica marina básica y aplicada de la Dirección General Marítima y la Armada Nacional; suministrar asesoría técnica y científica a otros entes nacionales, con el propósito de contribuir al conocimiento y el aprovechamiento de nuestros mares, así como a la seguridad de la vida humana en el mar (CiOH, 2018)
- Catalogo on-line de libre acceso

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA-

- El SENA está encargado de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país (SENA, 2018)
- Catalogo on-line de libre acceso

Corporación Autónoma Regional -CAR-

- Autoridad ambiental a nivel regional
- 35 Corporaciones a nivel nacional con una página web que recupera información de los diferentes estudios realizados en la nación.
- La misión de las corporaciones nacionales regionales es ejercer como máxima autoridad ambiental en su jurisdicción, ejecutando políticas, planes, programas y proyectos ambientales, a través de la construcción de tejido social, para contribuir al desarrollo sostenible y armónico de la región (CAR, 2018)
- Centro de documentación de las Investigaciones realizadas en diferentes departamentos de Colombia

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico CIDC

- La misión de CIDC es reglamentar, promover, controlar, evaluar, y socializar la investigación mediante políticas tendientes al desarrollo y consolidación de esta actividad como función esencial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico, 2018)
- Centro de documentación de las Investigaciones realizadas en la UDFJC

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

- El Ministerio de Ambiente es una entidad pública encargada de definir la política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a fin de asegurar el desarrollo sostenible y garantizar el derecho de todos los ciudadanos a gozar y heredar un ambiente sano (MINAMBIENTE, 2018)
- Cuenta con un catálogo web de acceso libre

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM

- El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general (IDEAM, 2018)
- Centro de documentación visible al público

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

- La misión del Instituto Humboldt es promover, coordinar y realizar investigación que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de **la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana**. Trabaja en red con múltiples organizaciones, con capacidad para incidir en la toma de decisiones y en las políticas públicas.
- Como parte de sus funciones, el Instituto se encarga de realizar, en el territorio continental de la Nación, la investigación científica sobre biodiversidad, incluyendo los recursos hidrobiológicos y genéticos. Así mismo, coordina el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2018)
- Centro de documentación visible al público.

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -COLCIENCIAS-

- La misión de COLCIENCIAS es construir política pública científica, tecnológica y de innovación, donde se impulse el avance del conocimiento y su apropiación, se estimule la creatividad y el pensamiento crítico como parte esencial de la cultura (COLCIENCIAS, 2018)
- Centro de documentación visible al público.

Figura 8. Entidades públicas consultadas

Entrevista a especialistas en microorganismos acuáticos

Para contactar especialistas en microorganismos acuáticos, se usó el correo electrónico como medio de comunicación, y se asistió al I Encuentro Taller de Ficólogos Colombianos, realizado en la Pontificia Universidad Javeriana, para lograr este objetivo (Ver figura 9).



Jhon Charles Donato - jcdonator@unal.edu.co

Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Barcelona
Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia
Especialista en Ecología del Fitoplancton



Nelson Javier Aranguren Riaño - nelson.aranguren@uptc.edu.co

Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia
Magister en Biología de la Universidad de Los Andes
Licenciado en Biología de la Universidad Pedagógica
Especialista en Plancton



Néstor Jaime Aguirre Ramírez - nestor.aguirre@udea.edu.co

Doctor en Ciencias Naturales en Justus Liebig University Giessen
Magister en Biología en la Universidad de Antioquia
Licenciado en Biología y Química de la Universidad de Caldas
Especialista en Plancton



Claudia Patricia Andramunio Acero - clauandramunio@gmail.com

Magister en Estudios Amazónicos de la Universidad Nacional de Colombia
Licenciada en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional
Especialista en Plancton



Carlos Alberto Rivera Rondón - carivera@javeriana.edu.co

Doctor en Ecología Fundamental y Aplicada de la Universidad de Barcelona

Magister en Ecología Fundamental y Aplicada de la Universidad de Barcelona

Magister en Biología en la Pontificia Universidad Javeriana

Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia

Especialista en Ecología del Fitoplancton



Gabriel Antonio Pinilla Agudelo - pinillag59@yahoo.com

Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad del Valle

Magister en Biología en Línea de Ecología de la Universidad Nacional de Colombia

Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia

Especialista en Ecología del Fitoplancton



Yimmy Montoya - Yimmymontoya3@gmail.com

Doctor de Ingeniería de la Universidad de Antioquia

Magister en Biodiversidad y Ambiente de la Universidad de Antioquia

Especialista en Educación Ambiental de la Universidad del Bosque

Biólogo en la Universidad de Antioquia

Especialista en Fitoplancton



Antonio Guillén Oterino

Director Científico de la Estación Biológica Internacional - EBI-Duero - Douro

Director de la Galería Micro de "Biodiversidad Virtual" y de "Proyecto Agua"

Catedrático de Ciencias y Doctor en Biología

Especialista Español en Microorganismos Acuáticos

Figura 9. Especialistas en microorganismos acuáticos

La entrevista cualitativa semiestructurada, tiene como finalidad el intercambio de información entre una persona (entrevistador) y otra (el entrevistado), en una conversacion intima, flexible y abierta a través de una guia general del contenido, donde el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla (Sampieri et al., 2010), para lo cual se construyo una guia de preguntas orientadoras, en donde, el entrevistado (especialista en microorganismos acuaticos), pudiera generar una respuesta clara y concreta, de acuerdo a sus conocimientos, las preguntas orientadoras fueron:

Entrevista a Especialistas en Microorganismos Acuáticos

1. ¿Cuál es la importancia de las ciencias limnológicas en Colombia?
2. ¿Qué estrategias se deben aplicar para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos?
3. ¿Cuáles estrategias se deberían generar desde los estudios limnológicos para que se amplíen los conocimientos en esta rama?
4. ¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta las líneas de importancia, taxonomía, política y educación?
5. ¿Cuáles son los retos y perspectivas para seguir investigando microorganismos acuáticos, en especial los protozoos de vida libre?

5.3 Fase II: Matriz

La segunda fase consistió en realizar una matriz de los documentos encontrados, usando formularios drive para su elaboración, se explica brevemente a través de la figura 9, los materiales y metodos a usar, para completar esta fase de la investigación

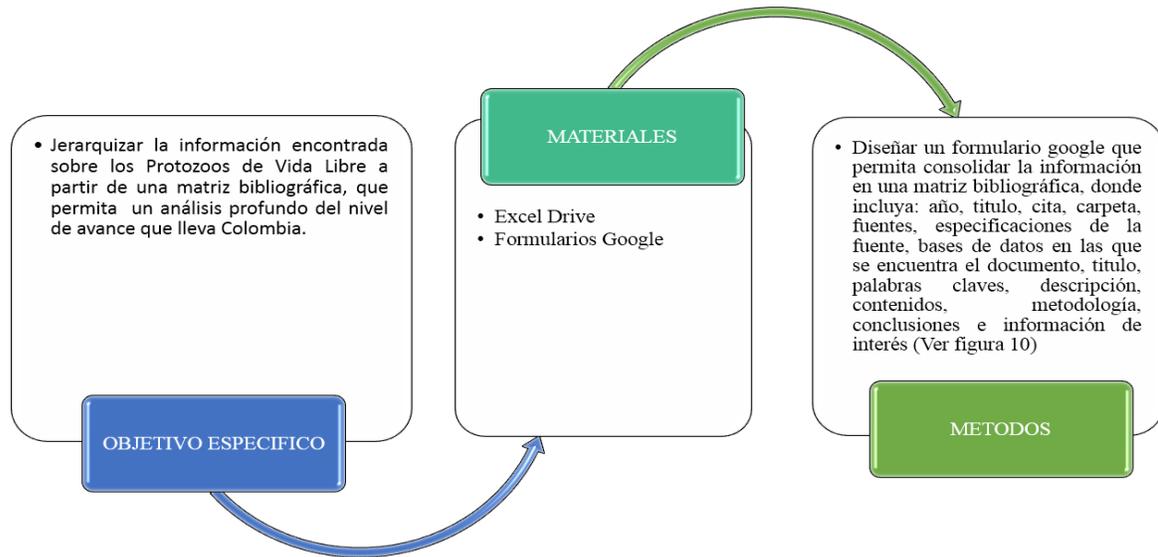


Figura 10. Fase de Jerarquización de la información a través de la matriz bibliográfica para ello se determinó los materiales y métodos abordar.

Con el proposito de tabular la información se diseña una “bitacora” (formas google), donde se obtuviera la información básica del documento a explorar (Ver Figura 11), en simultaneidad, se iban llenan los datos en excel drive, que después se permitia descargar, para analizar la información. (Ver Figura 12)



BITÁCORA

EL SIGUIENTE BUSCA ORGANIZAR LA BASE DE DATOS DE LA MONOGRAFIA DENOMINADA 'PROTOZOOS DE VIDA LIBRE: UN ANÁLISIS DE SU IMPORTANCIA EN LAS CIENCIAS LIMNOLÓGICAS)

***Obligatorio**

AÑO

Tu respuesta

AUTORES

Tu respuesta

CITA

Tu respuesta

CARPETA *

- PROTOZOOS
- FITOZOOPLANCTON
- ECOSISTEMAS ACUATICOS
- PROTISTOS (COMPONENTE TAXONÓMICO)

FUENTES *

- LIBROS
- BASES DE DATOS
- REVISTAS
- DOCUMENTO PUBLICO
- DOCUMENTO PRIVADO
- TESIS
- GOOGLE ACADEMICO
- Otros: _____

ESPECIFICACIÓN DE FUENTE *

Tu respuesta

BASES DE DATOS

- AMBIENTALEX
- EBSCO
- CENGAGE
- PROQUEST
- REDALYC
- SCIELO
- SCIENCE DIRECT
- SCOPUS
- SPRINGER LINK
- SCIENCE

TITULO *

Tu respuesta

PALABRAS CLAVES *

Tu respuesta

DESCRIPCIÓN *

Tu respuesta

CONTENIDOS *

Tu respuesta

METODOLOGÍA *

Tu respuesta

CONCLUSIONES *

Tu respuesta

INFORMACIÓN DE INTERÉS

Tu respuesta

ENVIAR

Figura 11. Formato de google, denominado "Bitácora", porque se registra toda la información encontrada. Se visualiza la estructura de la matriz que se fue consolidando a medida que se ingresó información en la bitácora

6.1 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Magdalena – Cauca

6.1.1 Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Magdalena - Cauca

En la tabla 4, se visualizan los documentos producidos por entidades públicas, en la zona hidrográfica Magdalena - Cauca, basados en investigaciones relacionadas con protozoos de vida libre en diferentes fuentes hídricas de Colombia.

Tabla 4

Documentos producidos por entidades públicas en la zona hidrográfica Magdalena- Cauca

Tipo de Documento	Entidad
Boletín Científico	Boletín Científico Centro De Museos Universidad Jorge Tadeo Lozano - Museo De Historia Natural
Documento Publico	Corporación Autónoma Regional (CAR)
Documento Publico	Corporación Autónoma Regional (CAR)
Documento Publico	Corporación Autónoma Regional (CAR)
Documento Publico	Corporación Autónoma Regional (CAR)
Documento Publico	Corporación Autónoma Regional (CAR)
Memorias	Memorias XLVI Congreso Nacional De Ciencias Biológicas
Memorias	Memorias XLVI Congreso Nacional De Ciencias Biológicas
Revista	Revista Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Vol 40(155):244-253, Abril-Junio De 2016
Revista	Revista De Biología Tropical Vol. 55 (1): 135-146, Marzo 2007
Revista	Revista Científica No. 25. 241 - 255
Revista	Revista Agropecuaria Y Agroindustrial La Angostura
Revista	Producción + Limpia - Enero - Junio 2008 - Vol. 3 No. 1
Revista	Revista De La Facultad Ciencias De La Universidad Javeriana Vol. 2, 1988
Revista	Caldasia 27(2):293-29.82005. 6 Páginas
Tesis	Tesis Universidad De Antioquia
Tesis	Tesis Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Tesis	Tesis Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Tesis	Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Tesis	Tesis Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Tesis	Tesis Universidad Del Atlántico
Tesis	Tesis Universidad Del Bosque
Tesis	Tesis Universidad Del Bosque
Tesis	Tesis Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Tesis	Tesis De La Universidad De Caldas
Tesis	Tesis Universidad De Caldas
Tesis	Tesis Universidad Militar Nueva Granada
Tesis	Tesis Universidad Militar De Nueva Granada
Tesis	Tesis Universidad De Pamplona
Tesis	Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano
Tesis	Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano
Tesis	Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano
Tesis	Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Publicaciones encontradas en entidades públicas de la Zona hidrográfica Magdalena – Cauca

En la tabla 4, se resaltan 34 investigaciones en protozoos de vida libre, encontrados en diferentes entidades públicas, tales como, Boletines científicos del Museo de Historia Natural, documentos en las corporaciones autónomas regionales – CAR-, Trabajos de grado de las diferentes Universidades de la Región Andina, Revistas y la Memoria del CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Se observa que las Universidades son las que han generado desde 1988 hasta la actualidad más investigaciones en la zona hidrográfica de Magdalena - Cauca, con 18 publicaciones encontradas.

En la figura 13 se puede observar el porcentaje que corresponde a los medios de difusión de las publicaciones en protozoos de vida libre para la zona hidrográfica Magdalena Cauca

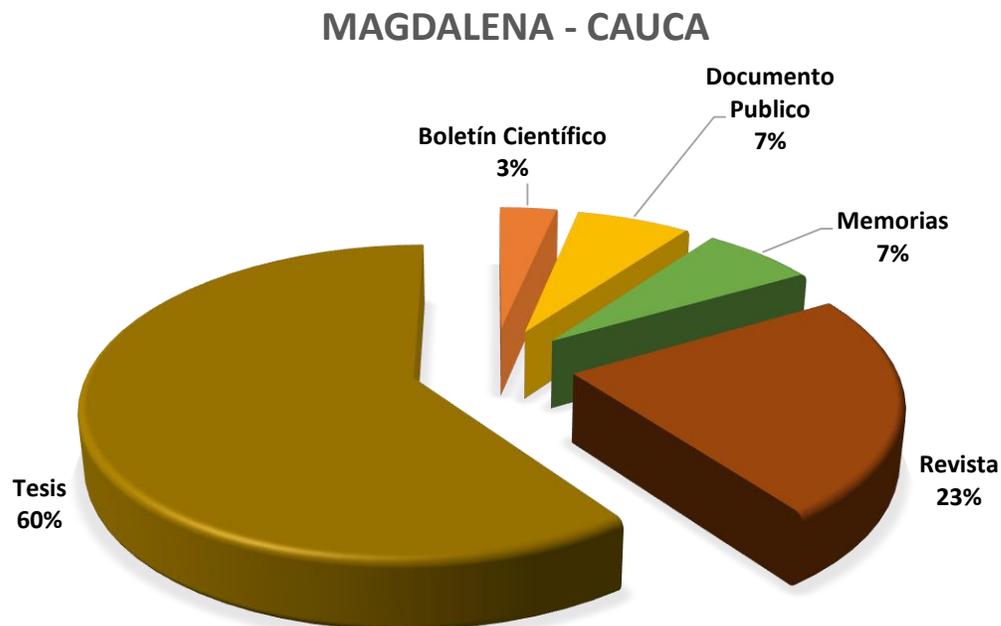


Figura 15. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica de Magdalena – Cauca

De acuerdo a la tabla 4 y la figura 13, se contrastan las menores representaciones entre boletines científicos con un 3%, Revistas 23% documentos de entidades públicas 7% y memorias de congreso 7%, debido a como indicó Pinilla en la entrevista, los protozoos de vida libre, no son individuos carismáticos para la sociedad, como los peces, razón por la cual, entidades gestoras de las publicaciones no reconocen la importancia de los microorganismos acuáticos. Así mismo, se aprecia una mayor producción realizada por las Universidades a partir de las tesis y trabajos de grado con un 60 %. Una tesis es un documento que busca demostrar que el estudiante ha desarrollado habilidades necesarias para la investigación, y de esta forma culminar sus estudios de manera exitosa; sin embargo el escribir un artículo, el cual pretende dar a conocer a la comunidad científica los resultados de una investigación, se convierte en un reto para el investigador, no solamente, por las habilidades de síntesis que debe desarrollar, sino porque sea aceptada de acuerdo a los parámetros dados por la revista (Cisneros & Olave, 2012), razón por la cual, muchas tesis posiblemente no fueron publicadas.

6.1.2 Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Magdalena – Cauca

Se presenta los resultados de los hallazgos de las bases de datos en las cuales se encuentran publicaciones de protozoos de vida libre en Colombia para zona hidrográfica Magdalena - Cauca

Tabla 5
Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica Magdalena – Cauca

BASES DE	AÑO	DOCUMENTOS	TOTAL
	2011		
AMBIENTALEX	2013	3	
	2014		
	2005		
	2007		
SCIELO	2012	5	
	2012		19
	2017		
EBSCO	2011	2	
	2014		
CENGAGE	2005	3	
	2009		

	2016	
REDALYC	2014	1
SPRINGER LINK	2010	1
SCOPUS	2007	2
	2017	
SCIENCE DIRECT	2017	2
	2010	

Para la zona hidrográfica Magdalena – Cauca, se encontraron investigaciones en ocho bases de datos, con un total de 19 documentos.

BASES DE DATOS ZONA HIDROGRAFICA MAGDALENA - CAUCA

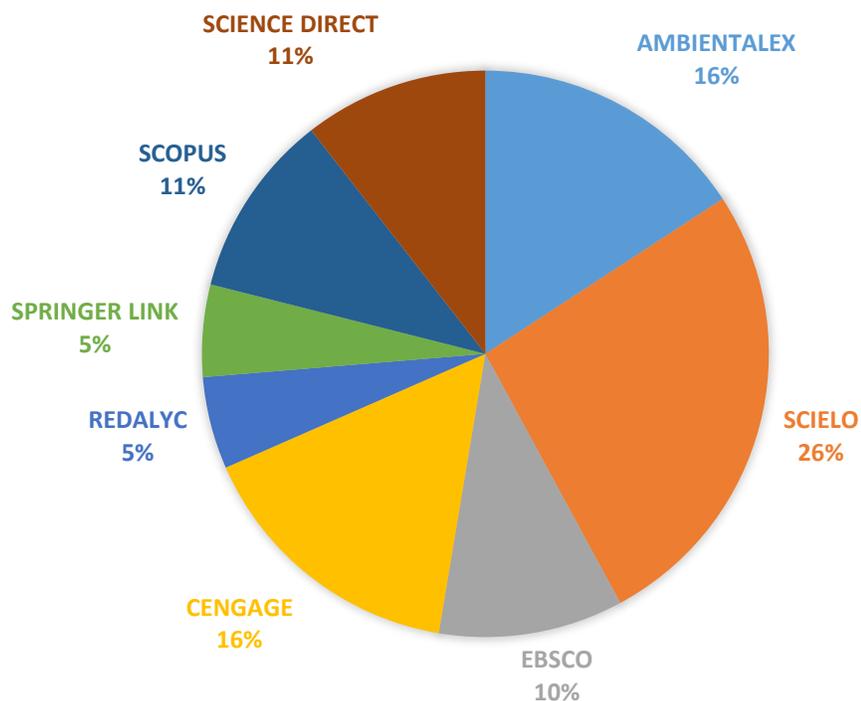


Figura 15. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica de Magdalena - Cauca

Con base en la tabla anterior (Ver tabla 5) se genera la figura 14, donde se puede observar los porcentajes de los datos recopilados de publicaciones en protozoos de vida libre para Colombia, se aprecia que un 26% las publicaciones se encuentran en la base de datos “SciELO”, Scientific Electronic Library Online, una biblioteca electrónica que conforma una red iberoamericana de colecciones de revistas científicas en texto completo, siendo el porcentaje más alto, porque es una base de datos que reúne más de 1200 revistas activas, con 52356 números, por lo tanto, se infiere que es una de las bases con más visibilidad, y por lo tanto, se encuentran más publicaciones.

A continuación se establecen cuatro líneas de investigación, recopiladas para esta zona, las cuales son Limnología, Taxonomía, Sociedad y Documental, donde se hará una breve descripción de cada artículo o documento encontrado, durante esta búsqueda bibliográfica, organizado en la siguiente tabla:

Tabla 6.
Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Magdalena - Cauca

Línea	Título	Año	Resultado principal
Limnología	Estudio Del Fitoplancton Durante Las Primeras Etapas De Llenado Del Embalse De La Central Hidroeléctrica De Betania, Huila-Colombia	1988	Los investigadores Santiago Duque y John Donato, realizan un estudio del fitoplancton durante las primeras etapas de llenado del embalse de la central hidroeléctrica de Betania, en el departamento de Huila, encontrando organismos tales como, Peridinium cunningtonii, (Lemm.) Lemm. Peridinium cf. cinctum, (Müller) Ehr., Gymnodinium excavatum, Nygaard y euglenozoos tales como, Trachelomonas hispida, (Pery) Stein, Trachelomonas volvocina, Ehr., Trachelomonas acanthostoma, Stokes, Trachelomonas acanthophora, Stokes, Euglena acus, Ehr., Euglena polymorpha, Dang. Euglena oxyuris, Schmarda, Phacus triqueter, (Ehr.) Duj., Phacus pleuronectes, Duj. y Phacus Jongicauda, (Ehr.) Duj, se evalúan las primeras etapas de sucesión de la comunidad de Fitoplanctónica entre diciembre de 1986 y Abril de 1987, época correspondiente a los primeros meses de llenado del embalse, se encuentran organismos dinoflagelados (Duque & Donato, 1988), como, lo cuales corresponden a microorganismos con características tanto de algas como de protozoos.
Limnología			

Fitoplancton y aspectos fisicoquímicos de la Laguna de Suesca: Estudio Limnológico	1991	Se hace el análisis del agua en la Laguna de Suesca en el Departamento de Cundinamarca – Colombia, a partir de microorganismos planctónicos. El material se encuentra en el centro de documentación.
Contribución del estudio taxonómico del Zooplancton presente en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Chía - Cundinamarca	1997	Se hace un estudio taxonómico de la diversidad taxonómica del plancton presente en la planta de tratamiento, ubicada en Chía – Cundinamarca, para determinar la calidad de agua.
Variación estacional de la comunidad zooplanctónica en estanques de Cultivo y la fuente de agua en la estación piscícola de Apulo - Cundinamarca	1994	Se hace un estudio de la comunidad planctónica presente en Apulo, Cundinamarca, teniendo en cuenta desde los microorganismos hasta los peces para determinar la variación estacional
Análisis del zooplancton presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Tocancipa	1995	Se determina la calidad del agua a partir del plancton presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Tocancipa.
Fitoplancton Y Aspectos Físicos Y Químicos De La Laguna De Chingaza En Cundinamarca, Colombia.	1991	El investigador John Charles Donato, publica otro estudio sobre fitoplancton, y la relación que estos poseen con aspectos físicos y químicos de la laguna de Chingaza en el departamento de Cundinamarca, encuentra microorganismos euglenozoos y dinoflagelados (Donato, 1991)
Caracterización Limnológica De Los Recursos Hídricos Del Parque De Piedras Blancas	1997	Describe el ecosistema acuático teniendo en cuenta factores químicos, físicos y biológicos consistentes, como macroinvertebrados, perifiton (bacterias, hongos, algas y protozoos que viven sobre las algas), plantas acuáticas y peces (Roldán, 1997).

Limnología	Variación Espacial Y Temporal De La Abundancia Del Nanoplancton Heterótrofo Y Su Relación Con La Abundancia Y El Volumen Celular Del Bacterioplancton En El Embalse Del Neusa	2005	Se corrobora si la variación de la abundancia de la comunidad de los protozoos plantónicos estaba relacionada con la abundancia y el volumen celular del bacterioplancton en el embalse del Neusa. Así mismo, se evaluó si la metodología usada, como resultado, se establece que hay predominio de células de pequeño tamaño de formas redondeadas, con un promedio de biovolumen entre 0,001 y 0,41 μm^3 . Ambas comunidades se correlacionaron (Spearman = 0,37, $p < 0,01$), lo que mostró evidencias de que el nanoplancton heterótrofo controla a la comunidad bacteriana en el embalse del Neusa; este control varió tanto en una escala espacial como temporal. La relación existente entre bacterias y nanoplancton heterótrofo, implicaría además una importante transferencia de materia a los niveles tróficos superiores (Haskpiel, 2005).
Limnología	Rizópodos Testáceos (Tecamebas) En La Represa La Fe, Antioquia Colombia	2005	Los investigadores Jaime Escobar, José Ignacio Martínez y Luis Norberto Parra, realizan un estudio de Tecamebas en la Represa La Fe, en el departamento de Antioquia, se tomaron 19 muestras, se obtuvo un total de tres especies para Colombia; <i>D. lismorensis</i> (Ehrenberg 1830), <i>A. dentata</i> (Ehrenberg 1830) y <i>C. impressa</i> (Daday 1905), el estudio abre la posibilidad de continuar investigaciones en la rama de protozoos testáceos, debido a que cuenta con el potencial de indicación paleoambiental en depósitos lacustres y costeros (Escobar, Martínez y Parra, 2005).
Limnología	Descripción Del Estado Trófico De Diez Humedales Del Altiplano Cundiboyacense	2006	Los especialistas, Vásquez, Ariza, y Pinilla; hacen una descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano Cundiboyacense; para ello, entre el año 2003 y 2004 se recopiló información sobre la composición fitoplanctónica y las características físicas y químicas de los diez humedales, a fin de determinar el estado ecológico en que se encuentran, en la búsqueda de información se encontró que los géneros algales más abundantes fueron <i>Microcystis</i> y <i>Scenedesmus</i> , y las especies <i>Trachelomonas volvocina</i> (euglenozoo) y <i>Dactylococcopsis acicularis</i> . El oxígeno registró bajos porcentajes de saturación, mientras que los ortofosfatos presentaron valores altos. Estos resultados biológicos y químicos indican una clara tendencia a la eutrofia y alta

			materia orgánica de los 10 cuerpos de agua (Vásquez et al., 2006).
Limnología	Evaluación De La Estructura Y Composición De La Fauna Mesozooplactonica De La Bahía De Cartagena De Marzo A Noviembre De 2005	2007	La siguiente investigación fue realizada por Nadya Martínez, evaluó la estructura y composición de la fauna mesozooplactonica de la bahía de Cartagena de marzo a noviembre de 2005, sin embargo no se encuentra más información al respecto, ya que no publico sus resultados, ni dejo el resumen visible del estudio (Martínez, 2007).
	Distribución Espacial Y Temporal De La Comunidad Mesozooplactonica Presente En El Complejo De Ciénagas De Bahía De Cispatá (Córdoba, Caribe Colombiano)	2007	De igual forma, Deisy Rodríguez, determinó la distribución espacio-temporal de la comunidad mesozooplactónica en el complejo de ciénagas de la Bahía de Cispatá durante el periodo comprendido entre diciembre de 2004 y junio de 2005, allí encontró 44 morfotipos distribuidos en varios phyla, donde los artrópodos fueron los más abundantes con la mayoría de representantes del orden copépoda. Adicionalmente se encontraron organismos pertenecientes a otros phyla, como Apellida, Mollusca, Cnidaria, Ciliophora, Chordata, Quetognata y Nematoda, determina que la biomasa seca, tiene un valor muy alto incluso mayores a otros sistemas estuarinos. Concluye que se observó una clara distribución espacio-temporal de los organismos, sin embargo las variaciones se pudieron asociar a los cambios de salinidad, producto del aporte de aguas dulces por los caños aledaños y la influencia de la época húmeda (Rodríguez, 2007)
Limnología	Relaciones Entre Las Abundancias Del Bacterioplancton Y Del Fitoplancton En Tres Ecosistemas Lenticos De Los Andes Colombianos.	2007	Amparo Canosa y Gabriel Pinilla, realizan su investigación en los embalses Neusa, Prado y laguna de Fuquene, donde hallaron las relaciones entre las abundancias del bacterioplancton y del fitoplancton como, Euglenas y dinoflagelados, el resultado mostro, que el bacterioplancton total, y el fitoplancton no mostraron “acoplamiento”, pero las bacterias cultivables y el fitoplancton tuvieron algún grado de interrelación (Canosa & Pinilla, 2007)

Acoplamiento Entre Las 2007 Pinilla junto con sus colaboradores, escriben el
Comunidades
Planctónicas De Un Lago
Amazónico De Aguas
Claras (Lago Boa,
Colombia)

Pinilla junto con sus colaboradores, escriben el acoplamiento entre las comunidades planctónicas de un lago amazónico de aguas claras (lago Boa, Colombia), y para ello, aborda el estudio comparativo de los tres componentes planctónicos principales (bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton) del lago Boa a lo largo de un ciclo hidrológico. En el caso del zooplancton se consideran por separado los organismos mesozooplanctónicos (crustáceos y rotíferos) de los protozoos heterotróficos. Como resultados más importantes, hallaron que el fitoplancton fue muy diverso y poco abundante; los grupos dominantes fueron las clorofilas, dinofitas y cianobacterias. El mesozooplancton fue escaso y estuvo compuesto principalmente por rotíferos. Dentro de los protozoos nanoplanctónicos predominaron los ciliados. Se halló una asociación estadística significativa entre las abundancias totales del fitoplancton y del bacterioplancton, lo cual sugiere algún grado de interdependencia de las dos comunidades (Pinilla et al. 2007).

Evaluación De La Calidad 2008
Del Agua A Través De
Los Protistas En La
Quebrada La Ayurá En
Envigado (Antioquia)

Dennys Aguirre Sánchez, Néstor Jaime Aguirre Ramírez y Orlando Caicedo Quintero, escriben la evaluación de la calidad del agua a través de los protistas en la quebrada La Ayurá en Envigado (Antioquia), allí tomaron muestras de aguas para el análisis de variables fisicoquímicas, coliformes totales y fecales. Se realizaron tres muestreos en tres estaciones a lo largo de la quebrada. Se colectaron muestras del perifiton para ser analizadas en el laboratorio; concluyeron que las tres estaciones muestreadas se encuentra en un estado de contaminación medio-alta, también, que hay morfo especies de algas dominantes, entre ellas, Navicula sp, Cymbella sp, Gomphonema sp, Melosira varians, Nitzschia sp y Amphora sp., hallaron protozoos del grupo de los Ciliados como Loxodes sp, Vorticella sp y Didinium sp., finalmente se determinó su capacidad bioindicadora, encontrando que la mayoría de las algas fueron indicadores de aguas mesosapróbicas, mientras los protozoos correspondían a guas polisaprobicas (Aguirre et al., 2008)

Limnología	Identificación Y Descripción De Las Asociaciones Fitoplanctónicas Encontradas En Dos Ecosistemas Lenticos (Artificial Y Natural) De La Sabana De Bogotá	2009	Sindy Tatiana Díaz Castillo, en su trabajo de grado, encontrado en el repositorio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se preocupó por identificar y describir las asociaciones fitoplanctónicas encontradas en dos ecosistemas lenticos (Artificial y Natural) de la Sabana de Bogotá, eligió dos cuerpos de agua, uno es Humedal La Herrera del Jardín Botánico de Bogotá y el otro, la Laguna "La Herrera" ubicada entre el municipio de Mosquera y Madrid. Como resultado, se encontró 112 euglenidos en el Humedal Artificial del Jardín Botánico, y 70 euglenidos en el Humedal Laguna la Herrera, el segundo género más abundante con un 21%, debido a que se presenta en sitios de alta cantidad de material orgánico, con tendencia de mesotrofia a oligotrofia. Se registraron 3613 individuos 4 divisiones 5 clases 43 géneros en el Jardín Botánico de Bogotá, con mayor concentración de oxígeno, menor concentración de fosfatos y baja conductividad Se registraron 332 individuos 4 divisiones 4 clases 21 géneros en Laguna Herrera con bastante anoxido (Díaz, 2009).
Limnología	Estructura De La Comunidad Zooplanctónica En Un Humedal Urbano Andino Neotropical Por Un Periodo De Siete Meses.	2009	En la Universidad Militar de Nueva Granada, se escribe otro trabajo de grado relacionado con la estructura de la comunidad zooplanctónica en el humedal Santa María del Lago en Bogotá de octubre del 2006 a abril de 2007, se realizaron arrastres mensuales en cuatro estaciones de muestreo, se hallaron un total de 34 taxones se reportaron en la extensión del cuerpo de agua del humedal, se registraron cinco especies de Cladóceros, una de Copépodo, nueve de protozoarios y diecinueve de rotíferos (Pérez, 2009).
Limnología	Caracterización Hidrobiológica Y Evaluación Ecológica De La Calidad Del Agua Del Rio Guarino Departamento De Caldas	2009	En la base de datos, CENGAGE, se encuentra publicado en la revista de Ciencias la caracterización hidrobiológica y evaluación ecológica de la calidad del agua del río Guarino departamento de Caldas, donde se encontró organismos protozoarios como las amebas, los cuales sirvieron para indicar en la calidad de agua junto con otros organismos, y utilizando el índice BMWP, se reflejó que la calidad del agua es aceptable (Walteros & Daza, 2009)

	Un Índice De 2010	Se encuentra publicada en la base de datos Science Direct, en este artículo se describió el desarrollo de un índice para evaluar la salud ecológica de cinco humedales urbanos y un humedal rural a partir de datos limnológicos, investigando la comunidad ficológica, entre las algas encontradas, se encuentran diatomeas, dinoflagelados, euglenoides, desmidiales, clorofíceas y cianobacterias, como resultado se demostró que “El LICOI”, funciona como una herramienta de gestión que puede utilizarse para evaluar los cambios en los humedales después de acciones positivas (restauración, limpieza, gestión hidráulica) o impactos negativos (agotamiento, especies foráneas, contaminación) (Pinilla, 2010).
Limnología	Fitoplancton De Zonas Bajas Del Departamento Del Tolima De 2011	Se realiza el XLVI CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICA, dentro de las memorias se encuentra divulgado el trabajo realizado por Yessica Tatiana Parra-Trujillo y Glady Reinoso-Flórez a cerca del Fitoplancton De Humedales De Zonas Bajas Del Departamento Del Tolima, donde se evaluaron 12 humedales, encontrando 43510 organismos distribuidos en siete clases y 80 géneros, donde las clases más abundantes fueron Cyanophyceae (64,02%) y Chlorophyceae (26,10%) y las menos abundante Dinophyceae (0,22%), Chrysophyceae y Xantophyceae (0,03%) (Parra & Reinoso, 2011).
	Composición, Dinámica Y Abundancia De La Comunidad Fitoplanctónica De Una Laguna Con Aguas De Origen Volcánico De 2011	Margarita Salazar, Gerardo Naundorf y Mario Medina, realizaron una investigación publicada en la base de datos EBSCO, que está ubicado más precisamente en la revista Luna Azul, los especialistas, estudiaron la composición, dinámica y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de una laguna Aguas Tibias, Coconuco, Puracé, que tiene un origen volcánico, realizaron muestreos mensuales durante octubre de 2006 a junio de 2007. Encontraron 55 géneros, los Diatomophytas fueron los más abundantes, siguiéndole en importancia Cyanophyta, Euchlorophyta y Zygoophyta. En la laguna Aguas Tibias los géneros Tabellaria (19,25%), Anomoeoneis (10,45%), Navícula (7,73%) y Chlamydomona (7,33%), fueron los más abundantes en la columna de agua, a diferencia de los géneros Selenastrum (0,06%), Gyrosigma
Limnología		

			(0,01%), Xantidium (0,02%), con escasa presencia. Las variaciones detectadas no son significativas estadísticamente, tanto en función de espacio (profundidad) como tiempo (meses de muestreo). Se encontraron valores muy altos para calcio, alcalinidad, dureza cálcica y total y conductividad, debido en parte al origen volcánico del cuerpo de agua. Con base en los géneros de algas encontrados, se propone la laguna como un ecosistema mesotrófico (Salazar et al. 2011).
Limnología	Estudio Limnológico De La Laguna Negra Zona Amortiguadora Del P.N.N. Los Nevados	2012	Daniel Toro, Marco Jaramillo, Diana Ocampo, Rosa Correa, y Paula Salgado en el año 2012, realizaron un estudio denominado, donde encuentran organismos Euglenozoos, los cuales permiten visualizar el nivel de trófico de la Laguna Negra (Toro et al., 2012).
	Determinación del estado trófico de tres ecosistemas lenticos de la sabana de Bogotá con base al fitoplancton, en dos periodos climáticos contrastantes	2012	Laura Rodríguez, determinó el estado trófico de tres ecosistemas lenticos de la sabana de Bogotá con base al fitoplancton, en dos periodos climáticos contrastantes, como resultado concluyó que Santa María del Lago es un sistema que al presentar alta DBO indicativa de una elevada cantidad de materia orgánica, presentó mayor cantidad de especies pertenecientes a la clase Euglenophyceae (Trachelomonas volvocina, P. longicauda, P. orbicularis y P. helikoides, Lepocinclis ovum, Euglena tripteris, Strombomonas spp.), bioindicadoras de estados sapróbicos, para el caso del humedal Juan Amarillo los dinoflagelados (Ceratum hirundinella y Peridinium cinctum) y Euglenozoos (Lepocinclis salina, Phacus longicauda) se adaptaron a sus condiciones eutróficas y sapróbicas, y para el caso del Embalse San Rafael se encontró clorofíceas (Elakatothrix gelatinosa, Scenedesmus af. granulatus, Radiococcus nimbatus y Sphaerocystis schroeteri) y 63 dinofíceas (Peridinium cinctum y el género Gymnodinium sp), indicando que es un cuerpo de agua mesotrófico (Rodríguez, 2012).
Limnología	Establecimiento Del Nutriente Limitante Con Base En Los Cambios De	2012	Se manifiesta la desaparición de los Euglenozoos, y la disminución de los microorganismos Dinoflagelados al cambiar las concentraciones de

La Estructura Del
Ensamblaje
Fitoplanctónico En Un
Embalse Tropical
Colombiano.

Fosforo y Nitrógeno, razón, por la cual predicen que si el nivel de eutrofización del ecosistema acuático aumenta, el cuerpo de agua pierde taxones importantes para el equilibrio, y su descomposición en el fondo aumentará la anoxia a esa profundidad; por tanto, el costo de la potabilización del agua del embalse extraída de esa profundidad será exorbitante (Ramírez, Rois & León, 2012).

Dinámica Del Ensamblaje 2013
Algal Epifítico En El
Sistema De Planos
Inundables De Ayapel A
Través Del Pulso De
Inundación

Yimmy Montoya junto con Néstor Aguirre, identifican las características fisicoquímicas y ambientales, que controlan el ensamblaje y se generó un modelo predictivo de fluctuación del ensamblaje en función del pulso de inundación, para lo cual, evaluaron las variaciones espaciales y temporales de los ensambles de algas epifíticas asociadas a raíces de macrófitas, en 14 sitios de muestreo: siete zonas con condiciones lenticas y siete con condiciones lólicas del sistema de planos inundables de Ayapel. La primera conclusión fue que el grado de conectividad entre el río, los caños y las ciénagas aumentó en aguas altas, lo que produjo la uniformidad de las condiciones fisicoquímicas limitando el desarrollo de condiciones locales, también encontraron que la variación de la diversidad, y de la riqueza de especies a nivel espacial, ya que se presentó una baja similaridad florística entre los ensamblajes ficoperifíticos, lo que favoreció la riqueza alta de especies registrada. Se consideró a los euglenozoos, dinoflagelados y crisofíceas como grupos algales minoritarios, dentro del ensamblaje epifítico. Consideraron que los euglenozoos, evidenciaron un ligero incremento en su abundancia en aguas bajas, pero respecto a otros grupos algales, se les consideró como acompañantes de los grupos mayoritarios (diatomeas, clorofíceas y cianoprocariontes). Las dinoflagelados fueron el único grupo que presentó relación positiva con la concentración de sulfatos; además, evidenciaron una relación inversa con la diversidad y el número total de organismos en el ensamblaje epifítico, también se evidencia que los fitoflagelados presentan picos de desarrollo asociados a los periodos posteriores a la perturbación (mezcla de la columna de agua por el viento o periodos de

precipitación); es, en este momento, cuando tienen ventajas competitivas sobre los otros grupos de algas, por lo que son considerados como oportunistas (Montoya & Aguirre, 2013).

Limnología

Comunidad Planctónica De Un Embalse Con Alta Tensión Ambiental: La Playa, Cuenca Alta Del Río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia 2014

Andrea Rodríguez y Nelson Aranguren, realizan un trabajo acerca de la comunidad planctónica de un embalse con alta tensión ambiental: La Playa, cuenca alta del río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia, encontraron una comunidad fitoplanctónica de 21 especies, distribuidas en 15 géneros y 10 familias. La mayor riqueza de géneros y especies se determinó para Scenedesmeceae y Euglenaceae. Se destaca la dominancia de especies de fitoplancton como *C. microporum*, *Euglena* sp., *M. Mendocinus*, *K. tropica* y *D. pulex*, indicadoras de elevado nivel trófico, de igual forma se destaca la capacidad de adaptarse a los cambios por intervención antrópica del medio (Rodríguez & Aranguren, 2014).

Limnología

El Plancton De La Ciénaga De Cachimberos, Municipio De Cimitarra Santander, Colombia 2014

Néstor Aguirre, quien realizó el trabajo denominado “El plancton de la ciénaga de cachimberos, municipio de Cimitarra Santander, Colombia”, quien tomo tres puntos de muestreo con botella muestreadora 1.25 litros, luego filtro las muestras, y procedió analizarlas, concluyendo que la densidad algal fue baja, lo cual podría ser un indicio de la baja producción primaria del sistema, sin embargo en octubre de 2003 Se presentó una distribución espacial-horizontal homogénea del fitoplancton y los protozoos. El zooplancton estuvo ampliamente dominado por los ostrácodos y los rotíferos. En general, la comunidad estuvo representada por un número moderado de morfoespecies. El plancton de la ciénaga de Cachimberos es poco diverso y poco abundante para la mayoría de las morfoespecies (Aguirre, 2014).

Limnología	Caracterización Biológica De La Quebrada San Luis En Un Sector Urbano Del Municipio De Manizales (Caldas, Colombia)	2015	Carlos Sánchez, Jeannette Zambrano, y Giovany Guevara, realizaron una investigación la cual se titula “Caracterización biológica de la quebrada San Luis en un sector urbano del Municipio de Manizales (Caldas, Colombia)”, en sus palabras claves, se encuentra el término “Perifiton”, sin embargo, no se encuentra publicada, no se puede conocer los resultados obtenidos en dicha investigación (Sánchez, Zambrano & Guevara, 2015).
	El Fitoplancton En La Determinación Del Estado Trófico Del Humedal El Salitre (Bogotá D.C., Colombia) En Épocas Climáticas Contrastantes	2015	El objetivo de esta investigación fue determinar el estado trófico del humedal El Salitre, ubicado en Bogotá Colombia, en épocas climáticas contrastantes mediante el análisis de la estructura de la comunidad fitoplanctónica y de las características fisicoquímicas del agua, a través de análisis cualitativos y cuantitativos. Como resultado, se identificó 114 morfoespecies de algas en el fitoplancton, dentro de estas, se encuentra la clase Euglenophyceae, específicamente los géneros Euglena sp, Strombomonas sp, Trachelomonas sp, Lepocinclis sp y Phacus sp, de los cuales la especie Trachelomonas sp volvocinopsis sp, obtuvieron la mayor abundancia promedio, mientras que La clase Dinophyceae presentó los géneros Ceratium y Peridinium, con bajas abundancias en ambos periodos climáticos; se concluyó que a partir de la concentración de nutrientes en el agua y de la composición del fitoplancton, el humedal El Salitre presenta una condición de oligotrofia a mesotrofia en los dos periodos climáticos estudiados. Adicionalmente se elabora un atlas virtual del fitoplancton del humedal El Salitre, como herramienta pedagógica para la enseñanza en instituciones educativas (Pulido, 2015).
Limnología	Biomasa Del Fitoplancton Eucariota Y Su Disponibilidad Para La Red Trófica Del Embalse Riogrande Ii (Antioquia, Colombia)	2016	Mónica Tatiana López, John Ramírez, Jaime Palacio, Ricardo Echenique, Carlos De Mattos-Bicudo, y Edison Parra, escriben un documento acerca de la biomasa de carbono contenida en el fitoplancton eucariota del embalse Riogrande II (Antioquia, Colombia), entre agosto de 2011 y agosto de 2012, la porción de esa biomasa disponible para el zooplancton filtrador y la calidad

		<p>de alimento que podría representar para dicho grupo, el fitoplancton se clasificó en dos rangos de longitud correspondientes a nanoplancton (5 a 20 μm) y microplancton ($>20 \mu\text{m}$). Para ambos grupos se calculó el contenido de carbono celular y la biomasa total en contenido de carbono. Además, para el nanoplancton, el cual corresponde a la fracción filtrable, se estimaron las concentraciones de nitrato y de fosfato. Los altos niveles de biomasa de organismos fototróficos evidenciaron el papel fundamental del fitoplancton eucariótico en la fijación de carbono. Sin embargo, debido a la eutrofización del sistema y a que la talla del zooplancton dominante es pequeña, el flujo de carbono y de nutrientes parece estar dirigido principalmente hacia la vía detrítica y las sustancias disueltas, y no directamente al zooplancton filtrador, cuya principal fuente de alimento en el fitoplancton eucariótico la constituyen los organismos nanoplanctónicos mixotróficos (Cryptophyta y Euglenophyta), que en función de un mayor volumen poseen concentraciones más elevadas de nitrato y fosfato y, por lo tanto, pueden proveer alimento de mejor calidad que el resto del nanoplancton (López et al. 2016).</p>	
Limnología	<p>Relación De Grupos Funcionales Fitoplanctónicos Basados En Su Morfología Presentes En El Embalse De Betania Durante Dos Periodos Hidrológicos, Yaguará (Huila)</p>	2016	<p>Se estudia el fitoplancton, y su relación basada en su morfología, presentes en el embalse de Betania durante dos periodos hídricos, donde tuvieron como resultado 28 taxa, sin embargo existen géneros para los cuales la abundancia fue diferente en función del método de muestreo, por ejemplo en el género <i>Ceratium</i> sp frecuentemente se observaron mayores abundancias con el método de Botella Van Dorm, y también se observaron discrepancias para <i>Melosira</i> sp y <i>Peridinium</i> sp (Pastrana, 2016).</p>
Limnología	<p>Aproximación Al Estado Limnológico Del Humedal El Burro (Bogotá, Cundinamarca) Mediante Las Comunidades Fitoplancton, Zooplancton Y La Determinación De Índices De Calidad En Tres</p>	2016	<p>Se realiza una aproximación al estado limnológico del humedal El Burro (Bogotá, Cundinamarca) mediante las comunidades fitoplancton, zooplancton y la determinación de índices de calidad en tres temporadas climáticas, se encuentra el resumen en el repositorio de la Universidad del Bosque, queda como literatura gris, sin ninguna publicación en revistas o cualquier otro medio de difusión (Urrea, 2016).</p>

Temporadas Climáticas

Limnología	Evaluación Limnológica Del Embalse La Regadera, Sus Tributarios Y La Zona De Descarga Del Río Tunjuelo. Usme – Cundinamarca	2016	Se recopila otra tesis de la Universidad Militar de Nueva Granda, donde se dio a conocer los resultados de la evaluación limnológica del embalse La Regadera, sus tributarios y la zona de descarga del río Tunjuelo, ubicada en Usme, en el departamento de Cundinamarca, Por lo tanto, se han determinado tanto las características fisicoquímicas del embalse la Regadera, sus tributarios los ríos Chisacá, Curubital y el río Tunjuelito aguas abajo de la descarga, así como la evaluación de las comunidades hidrobiológicas (fitoplancton, zooplancton, perifiton y macroinvertebrados acuáticos) en las cinco estaciones de monitoreo (Orjuela, 2016).
Limnología	Diagnóstico Ambiental De La Ciénaga De Ayapel A Través De La Variación Temporal De Los Aspectos Morfo Funcional Del Fitoplancton Y Un Indicador De Calidad Ecológica	2017	Se realiza un diagnóstico ambiental de la ciénaga de Ayapel a través de la variación temporal de los aspectos morfo funcional del fitoplancton y un indicador de calidad ecológica, en general se registraron 78 morfotipos pertenecientes a 7 divisiones algales distribuidos así: 19 individuos correspondientes a la división Bacillariophyta, 14 individuos a la división Cyanophyta, 27 individuos pertenecientes a la división Chlorophyta, 2 individuos de la división Cryptophyta, 9 individuos de la división Euglenophyta (Euglenozoos), 4 individuos de Pyrrophyta y finalmente 3 individuos de Chrysophyta, se llega a la conclusión de que el ecosistema, se encuentra en detrimento cuyos factores ambientales y antrópicos indujo cambios en la composición y rasgos morfológicos del ensamblaje fitoplanctónico (Zabala, 2017).
Limnología	Comunidad Fitoplanctónica, Perifítica Y Parámetros Fisicoquímicos Como Indicadores De La	2017	Es una tesis de la Universidad del bosque aparece una breve descripción acerca del trabajo, reconociendo el principal objetivo de la investigación, para lo cual se evaluó la calidad del agua a partir de la comunidad fitoplanctónica

	Calidad Del Agua De La Reserva El Santuario Tausa, Cundinamarca, Colombia		perifítica en la reserva el santuario Tausa, Cundinamarca, Colombia, teniendo en cuenta aspectos fisicoquímicos (Ortiz, 2017)
Limnología	Variaciones Estacionales Y Verticales De La Composición, Abundancia Y Diversidad De La Comunidad Fitoplanctónica Del Embalse Del Neusa	2017	El objetivo de esta investigación fue establecer las variaciones estacionales y verticales de la composición, abundancia y diversidad de la comunidad fitoplanctónica del Embalse del Neusa. Se concluye que el embalse muestra un mayor enriquecimiento de sus aguas y responde al régimen climático bimodal propio de la sabana de Bogotá. También hay una clara relación entre los factores ambientales y la comunidad fitoplanctónica, conformada por grupos de cianofíceas, crisofíceas, criptofíceas, euglenófitos (Euglenozoos), diatomeas, clorofíceas, desmideas, dinoflagelados y xantofíceas, con especial dominio de clorofíceas (Barrios, 2017).
	Morfología Funcional Del Fitoplancton En Un Lago De Alta Montaña Tropical: Lago De Tota (Boyacá-Colombia)	2017	Los investigadores Claudia Liliana Muñoz-López, Nelson Javier Aranguren-Riaño, Santiago R. Duque, el estudio tuvo por objeto evaluar la relación entre los rasgos y la variación de las condiciones físicas y químicas en el lago de Tota (Boyacá, Colombia). Se concluyó que la respuesta morfológica y funcional del fitoplancton del lago de Tota está condicionada principalmente por la variabilidad a corto plazo, en la transparencia, el fósforo, el nitrógeno, la dureza y la conductividad eléctrica, que son afectados por los cambios estacionales en el nivel del lago (Muñoz et al., 2017).
Taxonomía	Caracterización Taxonómica Del Zooplancton Presente En Los Humedales "Juncales" Y "La Herrera Ubicados En La Sabana De Bogotá (Colombia) Y Su Función Como	1999	Se inició el estudio de microorganismos protozoarios, gracias a una Tesis realizada en La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, escrita por Guiovanna Alvarez Peña y Nieves Gonzalez Constanza, en su trabajo caracterizaron taxonómicamente al zooplancton presente en los humedales "Juncales" y "La Herrera ubicados en la sabana de Bogotá (Colombia), allí encontraron

	Bioindicador De La Calidad Del Agua		Sarcodinos, suctoria y Ciliados, para un total de seis grupos zooplanctónicos de los humedales estudiados, se determinó hasta especie, se relacionó con la función como bioindicadores de la calidad de agua. (Alvarez & Gonzalez, 1999).
Taxonomía	Determinación Taxonómica De Los Protozoarios Ciliados Presentes En 13 Humedales Bogotanos	2005	Esmeralda Janeth Benavides Rondón y Laura Dayane Espitia Arias, hicieron una determinación taxonómica de los protozoarios ciliados presentes en 13 humedales bogotanos Ciliados, Humedales Bogotá. Encuentro 25 familias, 29 géneros y 34 especies. La mayor riqueza está en Humedales La Conejera, Guaymaral, Torca Burro, Córdoba, Juan amarillo, Santa maría del lago, y meandro Say. Concluye, que la presencia de protozoarios ciliados pueden ser usadas para detectar y cuantificar un complejo de factores ambientales contaminantes; ya que son bioindicadores y autodepuradores de ecosistemas que han sido afectados por cambios de origen principalmente antropogénico alterando las condiciones de oxígeno, sulfatos, y materia orgánica entre otros, existen protozoarios que llevan algas en simbiosis como Vorticella, Paramecium, Frontonia, Loxodes, Spirostomum, Stylonichia, Euplotes, y finalmente, establecen que la distribución de los diversos protozoos en humedales obedece siempre a las características fisicoquímicas del ambiente y los límites de tolerancia mínimos. (Benavides & Espitia, 2005).
Taxonomía	Algas planctónicas del lago de Tota: listado taxonómico actualizado	2005	Los investigadores, Angélica Cardozo, Ángela Bermúdez, Nelson Aranguren y Santiago Duque, documento que se encuentra en bases de datos, allí presentan la información taxonómica de las algas planctónicas del Lago de Tota, con base en los antecedentes existentes sobre el estudio de esta comunidad, y la revisión de material biológico proveniente de un muestreo realizado durante el 2001. Sus resultados son un listado conformado por 147 especies, incluyen dos euglenozoos, Phacus longicauda y Trachelomonas volvocina, los cuales son protozoos fotosintetizadores, por lo cual se tienen en cuenta para esta recopilación. (Cardozo, Bermúdez, Aranguren & Duque, 2005)

Taxonomía	Identificación dos protozoos ciliados como posibles bioindicadores de contaminación por cobre para el biomonitoreo	2007	Walter Ernesto Galvis García, realizó su tesis, identificando dos protozoos ciliados como posibles bioindicadores de contaminación por cobre para el biomonitoreo de humedales artificiales de la universidad de pamplona (Galvis, 2007), sin embargo como es literatura gris, no permite visualizar el documento.
Taxonomía	Identificación De Protozoos De Vida Libre A Partir De Muestras De Agua Del Corredor Ecológico Del Humedal La Conejera	2011	En el XLVI Congreso Nacional De Ciencias Biológicas en el 2011, se divulgo el trabajo denominado” Identificación de protozoos de vida libre a partir de muestras de agua del corredor ecológico del humedal la conejera, se encontraron 16 morfo especies para un total de 13 géneros, sin embargo no se publica ningún artículo, solo se encontró en estas memorias.
Taxonomía	Diversidad De Géneros Del Fitoplancton Del Embalse De Betania–Huila Y Su Importancia Como Bioindicadores.	2016	Paula Martínez Silva, Juan Felipe Delgado Fonseca & Jorge Leonardo Muñoz Yustres, realizan una investigación es la diversidad de Géneros del Fitoplancton del embalse de Betania–Huila y su importancia como bioindicadores. Como resultados importantes se destaca la presencia de la Clase Dinophyceae (Dinoflagelados) y Euglenophyceae (Euglenozoos), para determinar la calidad del agua (Silva, Delgado & Muñoz, 2016).

Sociedad	<p>PRACCIS: Una Estrategia Didáctica Basada En La Hermenéutica Para La Circulación De Los Conocimientos O Acerca Del Desarrollo De Una Prueba Piloto</p>	2011	<p>Los investigadores Elvia María Gonzalez Agudelo , Néstor Jaime Aguirre Ramírez, Lina María Grisales Franco, Gloria Eugenia Giraldo Mejía, Silvia Lucia Villabona, Erika Gissell Uribe Rozo, Diana Velásquez,, realizan una cartilla didáctica acerca del zooplacton en la ciénaga de Ayapel y su papel en la ecología del ecosistema, como producto de la investigación denominada "Dinámica espacial y temporal del zooplancton asociado a la macrófitas en el complejo cenagoso de Ayapel, Córdoba, Colombia", se recogen datos a través de diarios de campo, cinco cartillas diligenciadas, 52 encuestas y conversación con coordinadora de taller, para generar pertenencia del ecosistema a través de la "Praccis": Prejuicios, reflexión, análisis, interpretación y síntesis. Se concluye, que existen problemas de coherencia y ortografía, se percibe el uso de conceptos científicos como el zooplancton, red trófica, microorganismos, contaminación y ambiente, a su vez se comprueba que se puede comunicar el conocimiento científico a comunidades no científicas a través de estrategias didácticas basadas en procesos hermenéuticos apropiándose de su territorio (González et al., 2011).</p>
Sociedad	<p>Apropiación y Sensibilización Ambiental con la Comunidad Aledaña al Humedal La Conejera, a Partir del Reconocimiento de los Organismos que Conforman el Fitoplancton y Zooplancton</p>	2016	<p>La tesis elaborada por Johan Assdrubbal Acosta Parra y Jonathan Teodoro Chivata Bedoya en la Universidad Distrital, muestra que la comunidad cotidiana, puede realizar prácticas de laboratorio, y pueden reconocer de manera sencilla y guiada la amplia biodiversidad de organismos fitozooplancónicos que pueden llegar a encontrarse en los ecosistemas de Humedal o cualquier cuerpo de agua, ya que se pudieron determinar 71 géneros pertenecientes a 12 grupos, donde prevalecieron cianobacterias, clorofitas, euglenófitos, diatomeas, protozoos ciliados, Sarcodinos y rotíferos. Al determinar el Índice de la Polución Orgánica de Palmer IPO se logró</p>

Perifiton : Un Estudio En 2006
El Humedal De Jaboque

relacionar la percepción de la comunidad sobre el grado de contaminación del cuerpo de agua del humedal, destacan la importancia de construir conocimiento con la comunidad, ya que según los autores “permite transformar su visión y prácticas frente a la conservación de los humedales” (Acosta & Chivata, 2016).

Se realiza una tesis en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, acerca del estudio del humedal de Jaboque desde el perifiton (Arcos, 2006), sin embargo este material se encuentra en obra gris, puesto que no fue publicado en ninguna revista o cualquier medio de difusión.

Se describen 47 investigaciones elaboradas en la zona hidrográfica Magdalena cauca, se dividen en cuatro categorías.

La zona hidrográfica Magdalena - Cauca, cuenta con aproximadamente 271048 km² de área (IDEAM, 2013), al contrastar los resultados en la categoría de limnología con 38 investigaciones en calidad de aguas y funcionamiento del ecosistema acuático a través de los protozoos, euglenas o dinoflagelados (Protozoos con capacidad fototrófica), es evidente la falta de información e investigación en los microorganismos de agua dulce, especialmente los protozoos, razón por la cual, muchos cuerpos de agua, se encuentran en estado de degradación, y no se conoce a través de ningún documento dicha problemática.

La siguiente división, es la taxonómica, con seis documentos encontrados que abordan la determinación de protozoarios incluyendo Euglenas y dinoflagelados, es importante destacar que los protozoos son pequeños depredadores de bacterias, algas, protozoos más pequeños y rotíferos, de esta manera desempeña la ruta trófica de la red alimentaria microbiana, razón por la cual, se concluye, que desconocemos la ruta trófica en prácticamente todos los ecosistemas acuáticos, cabe resaltar que tan solo en siete trabajos utilizan el término “protozoo” en el título o en el cuerpo del documento, por lo tanto se reconoce la baja publicación y el alto desconocimiento de los protozoos de vida libre en la zona hidrográfica Magdalena – Cauca, como indica Andramunio, durante la entrevista, tenemos una falencia muy grande, ya que no contamos con especialistas en este campo en Colombia, por tanto, no sé conoce la diversidad biológica de este grupo.

La categoría social tiene como fin dar a conocer a la comunidad cotidiana, el conocimiento científico, para el caso de Magdalena – Cauca, solo se conocen dos investigaciones en donde involucre a la sociedad, desarrolladas en el caso urbano, sin tener en cuenta la zona rural, por lo cual, se puede inferir que en la zona no se reconoce la importancia de los microorganismos, hay desconocimiento de la importancia del agua y los seres que habitan en ella, y sus consecuencias se visualizan frecuentemente, puesto que la población no le encuentra ningún inconveniente arrojar sus desechos individuales o industriales a los diferentes ríos, lagos, embalses, humedales, entre otros cuerpos de agua, razón por la cual,

se van sedimentando dentro de ellos, y cuando llega la temporada de lluvias, el sistema hídrico se encuentra en desequilibrio, y se inundan las zonas terrestres, entre otros inconvenientes que causa el desconocimiento de la diversidad en los cuerpos acuáticos.

Por último, se encuentra la categoría documental, con una sola investigación, se trata de documentos que sean de carácter monográfico, de un tema en particular, en este caso, se hace una revisión la información encontrada sobre el perifiton en el humedal Jaboque, lugar donde la contaminación es alta, y la diversidad de los microorganismos indica su troficidad, por lo cual es doctor Nelson Aranguren afirma, que “estudiar los ecosistemas acuáticos es muy importantes porque el agua es un recurso vital, donde se origina la vida, debido a que refleja todos los procesos de transformación a escalas locales, regionales, y globales”, por lo cual, se deberían tener muchas investigaciones que permitieran conocer la transformación de cada uno de los cuerpos de agua.

Así mismo, indica que debemos iniciar a comprender las dinámicas de los ecosistemas acuáticos y sus alcances e implicaciones, desde diversos ejes “no solamente desde la biología y la ecología, sino también, desde la ingeniería, las humanidades, del derecho, etc. Aquí en centro protagonista son los ecosistemas acuáticos, y Colombia en particular, tiene una gran diversidad de sistemas, de acuerdo a las conferencias realizadas el día de hoy en el encuentro- taller de .ficólogos colombianos, hablaban hoy de unas tipologías, de unas escalas de diferenciación, donde existen más 90 tipos de sistemas acuáticos en Colombia, que nos hacen muy particulares frente a otros países” afirma Aranguren.

6.2 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Caribe

2.2.1. Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Caribe

Se encuentra a continuación en la tabla 7, donde se visualizan los documentos producidos por entidades tanto públicas como privadas, en la zona hidrográfica del Caribe, basados en investigaciones relacionadas con protozoos de vida libre en diferentes fuentes hídricas de Colombia.

Tabla 7. Publicaciones encontradas en entidades públicas y privadas de la Zona hidrográfica del Caribe

Tipo De Documento	Entidad
Boletín Científico	Boletín de Geología Vol. 29, No. 2, julio - diciembre de 2007
Boletín Científico	Boletín Científico Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas
Documento Privado	FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO
Documento Publico	INSTITUTO HUMBOLDT, SECRETARIA DE AMBIENTE Y CAR RIO NEGRO Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Documento Publico	HUMBOLDT Biota Colombiana 12 (1) 2011
Documento Publico	Dimar-CIOH.2011. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed Dimar, Serie de Publicaciones Especiales Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas
Memorias	Resumen Escrito Por Laura Contreras- Vega; Maria Juliana Vanegas- Gonzalez; Liseth Arregoces Silva; Adriana Bermudez Tobon
Revista	Caldasia, Vol. XIV, No. 67
Revista	Bol. Cienc. Tierra, Número 23, p. 5-20, 2008. ISSN electrónico 2357-3740. ISSN impreso 0120-3630. https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9234/11129

Revistas	Caldasia 34(1)
Tesis	TESIS UNIVERSIDAD DE ATLANTICO
Tesis	TESIS UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
Tesis	TESIS UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
Tesis	TESIS UNIVERSIDAD DEL BOSQUE 628 2016.79

En la tabla se encuentran 14 investigaciones en protozoos de vida libre, encontrados en diferentes entidades públicas, tales como, Boletines científicos de geología, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Secretaria de Ambiente documentos en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CiOH, Corporación Autónoma Regional – CAR-Trabajos de grado de las diferentes Universidades de la Región Caribe, Revistas y la Memoria del CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Se observa que las Revistas son las que han generado desde 1985 hasta la actualidad más investigaciones en la zona hidrográfica de Caribe, con 5 publicaciones encontradas.

En la figura 16, se puede observar los datos recopilados de publicaciones en protozoos de vida libre para Colombia, divulgadas en boletines, documentos privados, documentos públicos, memorias, revistas y tesis.

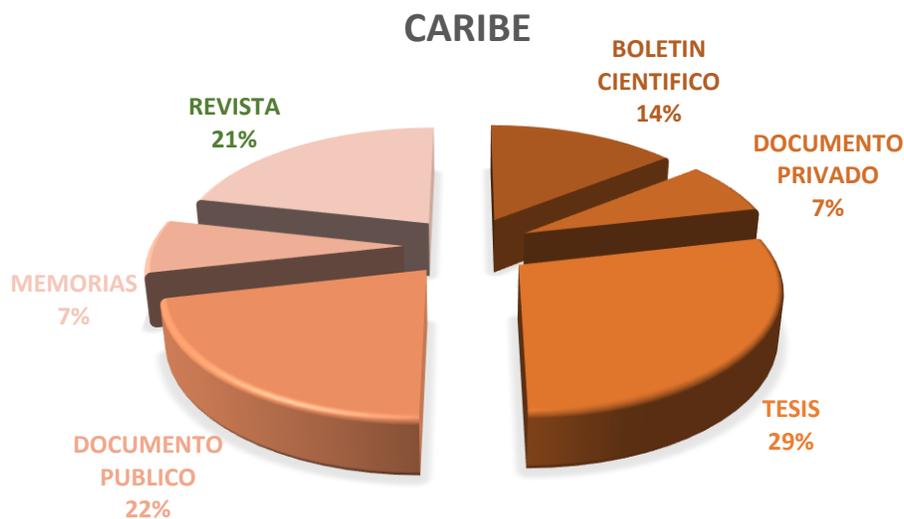


Figura 5. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Caribe

De acuerdo a la tabla 7 y la figura 15, se contrastan las menores representaciones, con 7% el libro de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, al ser una entidad privada, sus publicaciones, solo pueden ser leídas dentro de la entidad o comprando la edición, además de no tener la suficiente divulgación para que las diferentes personas interesadas en la temática, adquieran dicho material. Las memorias de los congresos o seminarios obtuvieron un 7%, se infiere que hay dos posibilidades, una de ellas, es la falta de investigación en protozoos de vida libre y la segunda posibilidad, es la falta de acceso a las memorias de los congresos; con un 14 %, se encuentran los boletines científicos, ya que provienen de entidades reconocidas que cuentan con la suficiente publicidad para generar más impacto; con un 21% las revistas, que son vehículos más sofisticados de información, cuentan con especialistas rigurosos para comprender el conocimiento que se está ejecutando (Ganga, Paredes & Pedraja, 2015). Por su parte, con 22%, los documentos públicos, son una herramienta elemental, para poder llevar el conocimiento a otras personas con los mismos intereses académicos, sin embargo en muchas ocasiones no se facilita la consulta de dicha información por falta de permisos entre entidades. Se destaca lo indicado, por el investigador Yimmy Montoya, donde establece que las entidades gubernamentales, no brindan el apoyo necesario para realizar estudios en los ecosistemas acuáticos. Finalmente, con un 29% la literatura gris, encontrada en las diferentes universidades de la zona hidrográfica del Caribe, es el mayor porcentaje debido a que las Universidades cuentan con los equipos especializados, para culminar de manera exitosa cualquier investigación.

2.2.2. Bases de datos en la Zona Hidrográfica Caribe

La tabla 8, presenta los resultados de los hallazgos de las bases de datos en las cuales se encuentran publicaciones de protozoos de vida libre en Colombia para zona hidrográfica del Caribe

Tabla 8. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica del Caribe

BASES DATOS	DE	AÑO	DOCUMENTOS	TOTAL
EBSCO		2011	2	8
		2012		
CENGAGE		2012	1	
PROQUEST		2012	1	
REDALYC		2012	1	
SCIELO		2004	1	
		2007		
		2017	2	

BASES DE DATOS ZONA HIDROGRAFICA CARIBE

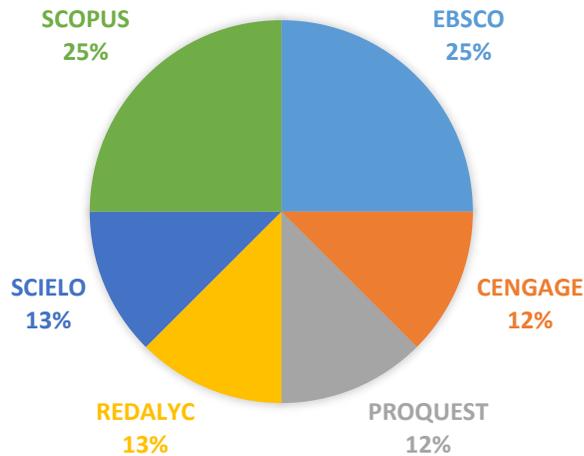


Figura 6. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica del Caribe

Con base en la tabla 8, se genera la figura 16, donde se puede observar los porcentajes de los datos recopilados de publicaciones en protozoos de vida libre para Colombia, se aprecia, un 25% de Scielo y Scopus con documentos publicados, ya que son bases de datos con mayor divulgación, además de fortalecer la investigación seria, las revistas seleccionadas cuentan con características específicas que permiten una mejor comprensión de cualquier documento, razón por la cual, la gran mayoría de investigaciones suelen estar publicados en estas bases de datos.

A continuación se establecen cuatro líneas de investigación, recopiladas para esta zona, las cuales son Limnología, Taxonomía, Sociedad y Documental, donde se hará una breve descripción de cada artículo o documento encontrado, durante esta búsqueda bibliográfica.

Tabla 9. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Caribe

Línea	Título	Año	Resultado principal
Limnología	Estudio limnológico de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas	2001	En el año 2001, Gabriel Roldán Pérez, José Andrés Posada, y Juan Carlos Gutiérrez, escriben un libro, el cual no se encuentra disponible en red, sin embargo dentro de las palabras claves tienen en cuenta el perifiton, como parte de la fauna elemental, para el equilibrio ecosistémico, y la conservación de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas (Roldán et al., 2001).

Limnología	Dinámica Del Fitoplancton De La Ciénaga Grande De Santa Marta, Caribe Colombiano	2004	María Virginia De La Hoz Aristizábal, estudia la dinámica del fitoplancton de la ciénaga grande de Santa Marta (Caribe Colombiano), registró 224 taxa, 93 diatomeas, 18 dinoflagelados, 29 cianofitas, 56 clorofitas, 25 euglenofitas y 3 de otros grupos. Para el caso de los dinoflagelados, Procentrum minimumy, Scripsiella trocoidea, fueron los más representativos. Alexandrium cf minutum fue relativamente frecuente pero no abundante. Para el caso de los Euglenozoos, Euglena oxyuris y Trachelomona hispidapocas, fueron especies raras encontradas para esta división. Se, muestra tendencia hacia una diversidad baja, se concluye que los cambios temporales del fitoplancton tienen relación de condiciones meteorológicas, aportes fluviales y marinos a la Ciénaga (De la Hoz, 2004).
Limnología	Composición de la comunidad fitoplanctonica y su relación con los parámetros físico, químicos y físicoquímicos en el embalse de El Guajaro Atlántico-Colombia	2007	En el 2005, Consuegra Galvis Acosta, Norvis Fulgencio y Lluvias Díaz, se preocupan por encontrar la composición de la comunidad fitoplanctonica y su relación con los parámetros químicos y físicoquímicos en el embalse de El Guajaro Atlántico-Colombia (Galvis , Fulgencio & Diaz, 2005), sin embargo solo se encuentra en literatura gris, y en sus palabras claves, se encuentra la palabra “perifiton”, por tal, motivo, se determina que tienen en cuenta Euglenozoos y Dinoflagelados.
Limnología	Ambientes De Acumulación Y Foraminíferos Bentónicos De La Formación Tubará (Plioceno Del Valle Inferior Del Magdalena)	2007	Molinales y colaboradores, hacen un estudio de los Ambientes de acumulación y foraminíferos bentónicos de la formación tubará (plioceno del valle inferior del Magdalena), como resultado encuentran Globigerinoides obliquus, Globigerinoides ruber y Truncorotalia aff crassaformis s.l. permite precisar su edad como Plioceno Temprano (Molinales et al. 2007).

Limnología	Ambientes De Acumulación Y Foraminíferos Bentónicos De La Formación Tubará (Plioceno Del Valle Inferior Del Magdalena)	De Y	2009	Lorena del Pilar Vigoya Castro, realizó un estudio en la distribución espacial y temporal de la comunidad mesozooplanctónica presente en el complejo de ciénagas de Bahía de Cispatá (Cordoba, Caribe Colombiano), encuentra 44 morfotipos distribuidos en varios phyla, donde los artrópodos fueron los más abundantes con la mayoría de representantes del orden copépodo. Adicionalmente se encontraron organismos pertenecientes a otros phyla, como Apellida, Mollusca, Cnidaria, Ciliphora, Chordata, Quetognata y Nematodo (Vigoya, 2009).
	Factores que determinan la Variabilidad fitoplancton En los pantanos de la Depresión Momposina (COLOMBIA)	que la	2011	Yasmín Plata y Astrid Pimienta, buscaron establecer la estructura de la comunidad (composición y diversidad), analizando las variables abióticas, con el fin de evaluar los principales factores relacionados con la aparición de los órdenes taxonómicos más comunes del fitoplancton en los diferentes pantanos, encuentra que los Euglenales fueron los más predominante específicamente en los períodos de ahorro de agua. Resaltan, que los resultados obtenidos documento deben considerarse como una primera aproximación, debido a que un modelo estadístico longitudinal incluyen otros factores físicos (Plata & Pimienta, 2011)
Limnología	Composición y abundancia de la comunidad de algas perifíticas del río Cesar asociado a variables físico-químicas e hidrológicas durante los meses de febrero-septiembre del año 2011	y	2011	Se encuentra que comunidad de algas perifíticas en el tramo medio y bajo de la cuenca del Rio Cesar estuvo conformada por 114 morfoespecies de algas entre diatomeas, cianofitas, euglenofitas y clorofitas, de las cuales las más diversas fueron las diatomeas, y seguidas en abundancia por las cianobacterias. La densidad algal estuvo correlacionada positivamente con los valores de pH, conductividad y negativamente con los nitritos, mientras que la diversidad se correlacionó positivamente con los nitritos y fosfatos y negativamente con los valores de fosfatos (Guerra & Soto, 2011).

Limnología	Fluctuación de los ensamblajes planctónicos en la ciénaga de Ayapel (córdoba-Colombia) durante un ciclo semanal	2012	Para el año 2012, Juan Jaramillo y Néstor Aguirre, hacen una investigación acerca del ensamblaje fitoplanctónico en el sistema de Ayapel, como resultado encontraron 74 morfoespecies de fitoplancton y zooplancton, para lo cual, evaluaron la variación espacial y temporal de los ensamblajes fitozooplanktónicos, diariamente y durante un ciclo semanal. Se establece que euglenozoos y dinoflagelados, tienen menor abundancia (Jaramillo & Aguirre, 2012).
Limnología	Cambios espacio-temporales del plancton en la ciénaga de Ayapel (Córdoba-Colombia), durante la época de menor nivel del agua.	2012	En el mismo año, Juan Jaramillo, realiza una investigación de los cambios espacio-temporales del plancton, durante la época de menor nivel de agua en la Ciénaga de Ayapel, donde encuentra a morfoespecies de cianobacterias, Euglenozoos, baciliariofiteos, dinoflagelados, rodófitos, clorofiteos, xantofiteos, rotíferos, cladóceros y copepodos (Jaramillo & Aguirre, 2012).
Limnología	Caracterización y distribución de la comunidad zooplanctónica de la bahía de Cartagena durante la época seca	2015	En el año 2015, se realiza el Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, allí se presenta Laura Contreras, María Venegas, Liseth Arregoces y Adriana Bermúdez con el trabajo, denominado "Caracterización y distribución de la comunidad zooplanctónica de la bahía de Cartagena durante la época seca", "Se encontraron en total 370 organismos, pertenecientes a 25 taxa, agrupados en 7 phyla (Anelida, Arthropoda, Chordata, Ciliophora, Echinodermata, Foraminifera y Mollusca). Los cilióforos presentaron una abundancia de 3, 093 Ind/L, representado principalmente por el género Tintinnopsis con 2,447 Ind/L (Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 2015)

Limnología	Calidad del agua a partir de la aplicación del foram index (FI) como herramienta bioindicadora en la montaña submarina bajo frijol del Parque Nacional Corales de Profundidad (PNNCPR), Caribe Colombiano	2016	En el año 2016, Luisa Carbal, Linda Foen, Marina Morales, y Mauricio Orozco, escriben un trabajo acerca de Amebas de Vida Libre aisladas en aguas superficiales del municipio de Turbaco, Bolívar-Colombia, hacen énfasis en que son organismos anfibios, debido a que tienen la dualidad tanto de vivir libremente en la naturaleza, como la capacidad de inducir enfermedades en el ser humano y en los animales, por esto, las especies de los géneros Acanthamoeba y Naegleria han sido asociadas con infecciones oportunistas (Reyes et al., 2016).
Limnología	Amebas de Vida Libre aisladas en aguas superficiales del municipio de Turbaco, Bolívar-Colombia	2016	En el mismo año, en la Universidad del Bosque, la tesista Karen Naranjo, realiza una investigación en la calidad del agua, a partir de la aplicación del foram index (FI) como herramienta bioindicadora en la montaña submarina bajo frijol del Parque Nacional Corales de Profundidad (PNNCPR), Caribe Colombiano, sin embargo no se ha publicado dicha investigación, únicamente se encuentra en sus palabras claves, foraminíferos, suponiendo que haya encontrado relación entre los foraminíferos y la calidad de agua (Carbal et al., 2016)
Taxonomía	La ecología, sistemática y distribución de foraminíferos bentónicos entre la desembocadura del río Sinú y Covenas en el Caribe colombiano	1985	En el 1985, Carmen Parada, Esperanza Castillo & Constanza Miranda, escriben la ecología, sistemática y distribución de foraminíferos bentónicos entre la desembocadura del río Sinú y Covenas en el Caribe colombiano, se estudiaron cuatro ecosistemas diferentes: estuario, laguna costera, zona litoral y zona infralitoral, se identificó una microfauna constituida por 75 taxa. Se encontro que Ammonia beccarii es la especie de más amplia con una distribución homogénea en todos los ecosistemas estudiado. Los grupos faunísticos se relacionaron con algunos parámetros ecológicos. El género Quinqueloculina en sedimentos arenosos y el género Nonionella, en sedimentos limo-arcillosos. Quinqueloculina distorta Cushman, Q. ferussacii d'Orbigny y Fursenkoina son reportadas por primera vez en el Caribe (Parada et al., 1985).

Taxonomía	Foraminíferos en los sedimentos superficiales del sistema lagunar de Cispatá y la interacción río Sinu y el mar del Caribe Colombiano	2008	En el año 2008, se realiza una investigación, denominada, “Foraminíferos en los sedimentos superficiales del sistema lagunar de Cispatá y la interacción entre el río Sinú y el Mar del Caribe Colombiano, se identificaron un total de 82 especies. El análisis multivariado indica una zonación que se explica por la respuesta de éstos a la salinidad y el contenido de materia orgánica en los sedimentos. La especie más abundante y mejor distribuida, <i>T. inflata</i> , se propone como bioindicadora para interpretaciones de ambientes de manglar. Otras especies estuvieron restringidas a un solo cuerpo de agua, y <i>Cyclammina trullissata</i> parece ser la especie más adaptada a condiciones de cultivo de camarón (Ruiz et al., 2008).
Taxonomía	Primer registro del dinoflagelado <i>Neoceratium digitatum</i> (Schütt) Gómez, Moreira y López-García 2009 (Dinophyceae), en aguas del Caribe colombiano	2009	Un año después, Cristian Ayala, Paola Martínez, Aristides Méndez y Luis Vidal, escriben el Primer registro del dinoflagelado <i>Neoceratium digitatum</i> (Schütt) Gómez, Moreira y López-García 2009 (Dinophyceae), en aguas del Caribe colombiano (Ayala et al., 2009).
Social	La vida microscópica en la ciénaga de Ayapel: un modelo hermenéutico para traducir el lenguaje científico en lenguaje cotidiano.	2012	Una tesis doctoral fue traducida por la estrategia didáctica Praccis en un lenguaje cotidiano, claro y comprensible. Los saberes científicos construidos por tema específico, como el fitoplancton, fueron abordados al inicio desde el mundo de la vida y los prejuicios de los habitantes del mundo de la vida; luego se desarrollaron los conocimientos de los resultados de la investigación mediante cuestionamientos para la comprensión, acompañadas de imágenes, esquemas y juegos que generan reflexión para el aprendizaje de los saberes científicos, los cuales van adquiriendo con el desarrollo de preguntas de análisis, interpretación y síntesis una inducción a los estudiantes a crear algo nuevo por el conocimiento. Este ejercicio espera que

			por medio de la lectura el sujeto sienta que se está conversando, aprendiendo y transformándose como un ser de contacto permanente de la naturaleza (Atilado, Aguirre & Gonzalez, 2012)
Documental	Manual del 2010 fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños	2010	En el año 2010, se escribe el manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaño, contiene aproximadamente 578 taxa, distribuidas de la siguiente manera: 12,3 cianofitas, 16,4 diatomeas dendriticas, 32,7 diatomeas pennadas, 10,2 dinoflagelados, 14,4 clorofitas, 10,9 euglenofitas, 3,1 de otros grupos, estan identificados hasta nivel de género y unos pocos sin identificar (Vidal, 2010).
Documental	Catálogo de 2011 Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe." Se reúne información desde el 2002 relacionada	2011	Se identifican especies del fitoplancton presentes en dos de los puertos de mayor actividad marítima en el Caribe colombiano, da a conocer especies de la comunidad fitoplanctónica registradas en Cartagena, Puerto Bolívar y Agua de Lastre. Para ello centró su atención en cuatro grupos de importancia ecológica, como son las Diatomeas, los Dinoflagelados, las clorofíceas y las Cianofíceas. Con el fin, de que se aproveche como documento de referencia y consulta en futuros estudios de taxonomía, inventarios y biodiversidad. Adicionalmente el catálogo aporta información a los estudios de levantamiento de la línea base biológica portuaria, cuyo objetivo está orientado a establecer cuáles especies son nativas y cuáles no, buscando facilitar la gestión de planes y programas orientados al cuidado, preservación y conservación de los ecosistemas marinos del Caribe colombiano (Dimar-CIOH, 2011).
Documental	Aportes al 2015 conocimiento de la riqueza de los tintínidos (Protozoa; Ciliophora) de aguas superficiales del Caribe colombiano	2015	En el 2015, María Vanegas y Liseth Arregocés, escriben "Aportes al conocimiento de la riqueza de los tintínidos (Protozoa; Ciliophora) de aguas superficiales del Caribe colombiano". Se encontró 39 especies de tintínidos a lo largo de la costa Caribe, registrándose el mayor número de éstas en la bahía de Cartagena. Las especies con mayor frecuencia de aparición en las distintas localidades fueron <i>Epiplocytilis</i> sp., <i>Eutintinnus</i> sp., <i>Rhabdonella</i> sp. y <i>Tintinnopsis</i> sp.; siendo todas propias de aguas tropicales, y de hábitos neríticos

Se describen 19 investigaciones elaboradas en la zona hidrográfica del Caribe, se dividen en cuatro categorías, limnología, taxonomía, social y documental.

La zona hidrográfica del Caribe, cuenta con aproximadamente 102889 km² de área (IDEAM, 2013), sin embargo solo se realizan 12 investigaciones para conocer el estado de contaminación de los diferentes cuerpos de agua, esta cifra es alarmante, puesto que en la zona Caribe, se encuentra la sierra nevada de Santa Marta, entre otros ecosistemas importantes para el sostenimiento ambiental del país, especialmente en los cuerpos de agua, debido a que se desconoce la microfauna acuática, y con ello las alteraciones desde lo microscópico hasta lo macroscópico en cada ecosistema acuático.

Por su parte la división taxonómica, cuenta con 3 investigaciones realizadas, donde se conoce un poco más de la microdiversidad para esta zona, sin embargo, es importante destacar que de las 19 investigaciones solo 7, utilizan el término “protozoo” en el título o en el cuerpo del documento, por lo tanto se reconoce la baja publicación y el alto desconocimiento de los protozoos de vida libre, como indica Nelson Aranguren, es necesario generar nuevas preguntas acerca del reconocimiento de los protozoos como fundamentales en los ecosistemas acuáticos y valorar su conservación.

La categoría social, solo registra una investigación en Ayapel, donde algunos profesores como Yimmy Montoya, liderar procesos de conceptualización con niños, niñas y jóvenes acerca de la importancia de los ecosistemas acuáticos y de los organismos que allí habitan. El investigador Guillén de España dentro de la entrevista, hizo especial énfasis en la importancia de que se fomente desde los niveles básicos de la educación el conocimiento de los microorganismos acuáticos, cabe resaltar que en la Educación Colombiana, no contamos con avanzadas tecnologías para alentar la curiosidad en todos los contextos, sin embargo, a través del desarrollo creativo del estudiantado se podrían crear artefactos, donde se visualizará a los organismos más grandes con el fin de que se concientizaran e iniciaran a preservar el ambiente.

Por último, la categoría documental con 3 publicaciones, un manual, un catálogo y una revisión permiten visibilizar la falta de material bibliográfico para la zona hidrográfica Caribe, donde la desinformación del mundo invisible, genera que políticos, biólogos, arquitectos y otros profesionales, no reconozcan la importancia de los ecosistemas, y aprueben procesos industriales, donde paulatinamente degraden el recursos hídrico, por ello, el Investigador Guillén aconseja que debe generarse interacciones entre la educación básica, la educación superior y el gobierno, para que se pueda reconceptualizar el valor del agua en el mundo.

6.3 Recopilación académica encontrada en la Zona hidrográfica Orinoco

2.3.1. Entidades Públicas y base de datos en la Zona Hidrográfica Orinoco

Se visualizan los documentos producidos por entidades tanto públicas como privadas, en la zona hidrográfica del Orinoco, basados en investigaciones relacionadas con protozoos de vida libre en diferentes fuentes hídricas de Colombia

Tabla 10. Publicaciones encontradas en entidades públicas y privadas de la Zona hidrográfica del Orinoco

DOCUMENTO	ENTIDAD
BASES DE DATOS	REDALYC Rev. Acta Biol. Colomb., Vol. 15 N.º 1
DOCUMENTO PUBLICO	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Fundación Omacha 1 -312 Universidad Javeriana. Contrato De Prestación
TESIS	Universidad De Los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 16 - No 2 - Año 2012

Se resaltan 3 investigaciones en protozoos de vida libre, encontrados en diferentes entidades públicas y privadas, como, La Universidad de los llanos y un documento del instituto de investigación Alexander Von Humboldt y Revista Acta Biológica Colombiana.

ORINOCO



Figura 7. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Orinoco

De acuerdo a la tabla 10 y la figura 17, se observan las 3 investigaciones de los microorganismos que hábitat en la zona, y de acuerdo al IDEAM, Orinoco aporta del 56% de la oferta hídrica del país (IDEAM, 2010); las zonas de Guaviare y Meta son dos grandes cuencas hídricas, y sin embargo, no se tiene mayor información del ecosistema acuático, se resalta, la falta de financiamiento por entidades gubernamentales, quienes son los que poseen los recursos para realizar las investigaciones en este campo, además se destaca la falta de interés por parte de los investigadores en esta zona del país.

A continuación se establecen dos líneas de investigación, recopiladas para esta zona, las cuales son Limnología y Taxonomía, donde se hará una breve descripción de cada artículo o documento encontrado, durante esta búsqueda bibliográfica, organizado en la siguiente tabla:

Tabla 11. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Orinoco

Línea	Título	Año	Resultado Principal
Limnología	Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía,	2010	Carlos Rivera, Angela Zapata, Diana Pérez, Yennifer Morales, y Juan Ovalle en el año 2010, hacen una caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia), en este estudio se desarrolló una caracterización física y química de los principales ríos, quebradas y humedales de la región aledaña a la ciudad de Puerto Carreño

	Colombia).	(Vichada, Colombia) en la época de aguas altas y bajas del río Orinoco. Se concluye, que el régimen hidrológico tuvo un impacto importante sobre los ecosistemas acuáticos, durante el periodo de aguas altas, aumentó transparencia y concentración de algunos nutrientes y se presentó una reducción en la conductividad y la clorofila-a. En aguas bajas, los grupos dominantes de algas fueron Bacillariophyceae y Zygnemaphyceae, dentro de los organismos menos frecuentes, se encontraron 23 morfoespecies de euglenozoos en el fitoplancton y 20 morfoespecies de euglenozoos en el perifiton, para un total de 46 individuos encontrados. Los resultados sugieren que la vegetación de la ribera juega un papel muy importante en el mantenimiento de una fuente de energía y un refugio para las comunidades acuáticas durante el periodo de aguas bajas. Así mismo, la baja mineralización de estos ecosistemas los hace muy susceptibles a contaminación de fuentes urbanas, agrícolas y ganaderas (Rivera et al., 2010).
Limnología	Evaluación de la composición del plancton en cuatro lagunas de rebalse del río Metica (Puerto López, Meta, Colombia)	2012 Lili Marciales, John Díaz, Pablo Cruz, y Víctor Medina, realizaron su trabajo de grado en la Universidad de los Llanos, donde se evaluó la composición del plancton en cuatro lagunas de rebalse del río Metica (Puerto López, Meta, Colombia), a través de la descripción del comportamiento de algunos parámetros limnológicos y caracterización cualitativa de las comunidades planctónicas. Entre los resultados, se evidencia que la comunidad fitoplanctónica está constituida por 45 taxones, distribuidos en siete grupos algales principales, con mayor representatividad en las Euglenophyceae (Euglenozoos) y Zygnematophyceae. La comunidad zooplanctónica estuvo representada por 27 morfoespecies. La riqueza morfoespecífica de las comunidades zoofitoplanctónicas fue mayor en la época de aguas bajas con respecto a la de aguas altas. Las variaciones temporales observadas en los factores abióticos de las lagunas (físicos, químicos, nutrientes) y los cambios en la diversidad plantónica están relacionados con las fluctuaciones hidrológicas (Marciales, 2012)
Taxonomía	Identificación y caracterización de grupos biológicos (comunidades)	2015 Solo se encuentra un trabajo relacionado con la taxonomía de los protozoos de vida libre, específicamente con dinoflagelados y euglenozoos, realizado en el año 2015 por Paola Mora, Victor Luna,

hidrobiológicas, macroinvertebrados, plantas acuáticas, peces, anfibios, plantas terrestres, reptiles, aves y mamíferos, en el complejo de humedales de Paz De Ariporo- Hato Corozal, Casanare

Andrés García, Francisco Villa, Margarita Roa, Juan Albornoz, Diana Montoya, Jaime Lozano, Renzo Ávila, Laura Miranda, Esther Vallejo, Norma Garzón, Cesar Quiroga, Paola Martinez, Sebastian Gutierrez y Juan Camilo Mantilla, el cual realizaron la caracterización acuática, e identificaron 41 familias, 79 géneros y 119 especies, se determina que la composición de la comunidad algal estuvo representada principalmente por algas desmideas, las cuales son indicadoras de ambientes acuáticos oligo-mesotrófico, aguas básicas y de alto contenido mineral. En la temporada seca se presentó un cambio en la dominancia de especies cianofíceas filamentosas fijadoras de nitrógeno a especies flageladas de pequeño tamaño perteneciente a las clases Euglenophyceae (Euglenozoa), Cryptophyceae y Dinophyceae (Dinoflagelados), representada por los especies de los géneros Trachelomonas, Strombomonas Euglena, y Phacus, entre otros resultado más generales (Mora et al., 2015).

Se describen 3 investigaciones elaboradas en la zona hidrográfica del Orinoco, se dividen en dos categorías, limnología y taxonomía.

La zona hidrográfica del Orinoco, cuenta con 347207 km² de área (IDEAM, 2013), es una de las áreas con mayor proporción de cuencas hídricas, sin embargo, solo hay dos trabajos en la categoría de limnología, se infiere que los microorganismos acuáticos y el estado trófico de los diferentes cuerpos de agua son casi desconocidos, razón por la cual, entidades gubernamentales, docentes e investigadores, deberían “promover proyectos educativos”, indica Gabriel Pinilla, para conocer aún más del lugar en el que habitan, e incentivas a toda la población al cuidado de los ecosistemas acuáticos .

En la categoría de taxonomía, se acentúa la falta de investigación en protozoarios, debido a que ningún trabajo anteriormente descrito utiliza el término “protozoo” en el titulo o en el cuerpo del documento, por lo tanto se observa, la falta de interés por parte de los investigadores y de las entidades gubernamentales por recopilar información acerca de los ecosistemas acuáticos en Colombia, es importante enfatizar en la opinión del investigador Jhon Donato, durante la entrevista realizada, quién indica que la nación tiene una riqueza única, sin embargo, el interés es particular, sin tener en cuenta la importancia del desarrollo científico en los ecosistemas acuáticos, y en especial en las ciencias limnológicas.

Finalmente, al no tener información respecto al desarrollo científico, no hay categoría documental que visualice el estado actual de la vida en los cuerpos acuáticos, además la sociedad desconoce la diversidad microacuática existente, por tanto, no se realizan proyectos, no hay grupos o semilleros de investigación en este ámbito, para lo cual, Carlos Rivera, propone conformar grupos multidisciplinariamente, buscar expertos en todas las áreas referentes a los microorganismos acuáticos; para que las comunidad cotidiana y

científica preserve el ecosistema acuático, evitando la explotación de los recursos de manera indiscriminada, la agricultura convencional, entre otras prácticas, y por procesos erosivos, el suelo se sedimenta, y todos los sólidos llegan a los ríos, que no permiten la regulación del ecosistema, y como consecuencia, se desbordan e inundan los diferentes lugares de la región (IDEAM, 2017)

6.4 Recopilación académica encontrada en la Zona Hidrográfica Pacífico

2.4.1. Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Pacífico

Se encuentra a continuación en la tabla 12, donde se visualizan los documentos producidos por entidades públicas, en la zona hidrográfica del Pacífico, basados en investigaciones relacionadas con protozoos de vida libre en diferentes fuentes hídricas de Colombia.

Tabla 12. Documentos producidos por entidades públicas en la zona hidrográfica del Pacífico

Tipo de documento	Entidad
DOCUMENTO PUBLICO	CiOH. Boletín Científico CCCP (2003), No.9: 22-33
DOCUMENTO PUBLICO	CiOH Bol. Cient. Cartagena No. 12 SeP. Pág. 13 -22 ISSN 0120 0542
DOCUMENTO PUBLICO	CiOH Revista de Biología Marina y Oceanografía 37 (1): 67 - 81, julio de 2002
DOCUMENTO PUBLICO	CiOH. Boletín Científico CCCP (2008), No. 15: 105-122
MEMORIAS	Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar
TESIS	TESIS UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
TESIS	TESIS UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
TESIS	TESIS UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
LIBRO	Compendio de formación de foraminíferos de Colombia UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Publicaciones encontradas en entidades públicas en la zona hidrográfica del Pacífico, encontrados en diferentes entidades públicas, memorias del Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Documentos públicos del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CiOH, Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano - Universidad del Quindío y un libro de la Universidad Nacional de Colombia.

En la tabla 12, se encuentran 8 investigaciones en protozoos de vida libre desde 1950, se observa que el CiOH, publica más investigaciones en la zona hidrográfica del Pacífico, con 4 boletines científicos publicados en su página web de libre acceso, teniendo en cuenta que todos los trabajos, fueron dirigidos hacia el fitoplancton, sin embargo las Euglenas y los Dinoflagelados, al presentar características, tanto de protozoos como de algas, se tuvieron en cuenta dentro de esta revisión, donde se demuestra que evidentemente los microorganismos participan en procesos importantes dentro de los ecosistemas acuáticos, que demuestra la calidad del agua, y que permite el equilibrio ecosistémico en los diferentes cuerpos de agua, ya que hace parte indispensable de la red trófica, y de otros procesos de relación con los diversos microorganismos que habitan allí.

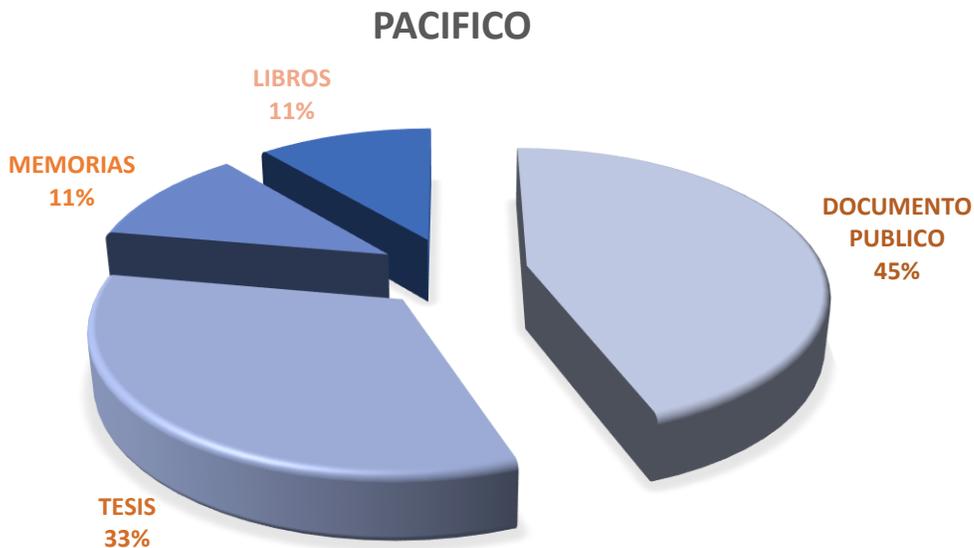


Figura 8. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos públicos y privados de la zona hidrográfica del pacifico

De acuerdo a la tabla 12 y la figura 18, se contrastan la menor representación con un 11 % las memorias de seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, durante el evento se publica un poster de la investigación, denominada “Distribución de foraminíferos bentónicos en dos áreas del Pacífico colombiano (bloques Egoró y Merayana)”y un libro denominado “Compendio de formación de foraminíferos de Colombia”. Cabe resaltar que se reconocen a los foraminíferos, como protozoos con concha que habitan principalmente en zonas salinas, sin embargo no hay especialistas en Colombia. Especialistas extranjeros buscan el origen de los organismos a través de los foraminíferos, porque son considerados como los seres más primitivos, por lo cual, las publicaciones van encaminadas a encontrar el origen de la vida, de esta manera se hace indispensable reconocer su importancia, y parte de sus procesos metabólicos, ya que, como indica el investigador Aranguren en la entrevista, los microorganismos deberían ser protagonistas de muchas investigaciones en todas la áreas, puesto que participan en los ciclos biogeoquímicos, procesos productivos, tienen funciones de biorremediación y por supuesto de bioindicación que buscan posibles soluciones a la diferentes afectaciones causadas por el hombre.

2.4.2. Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Pacifico

En la tabla 13, se presentan las bases de datos en las cuales se encuentran publicaciones de protozoos de vida libre en Colombia para la zona hidrográfica del pacifico.

Tabla 13. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos de la zona hidrográfica del pacifico

BASES DE DATOS	AÑO	DOCUMENTOS	TOTAL
SCIELO	2006	5	10
	2009		
	2010		
	2016		
	2016		
CENGAGE	2009	2	10
	2009		
REDALYC	2007	2	10
	2013		
SCOPUS	2016	1	10

BASES DE DATOS ZONA HIDROGRAFICA PACIFICO

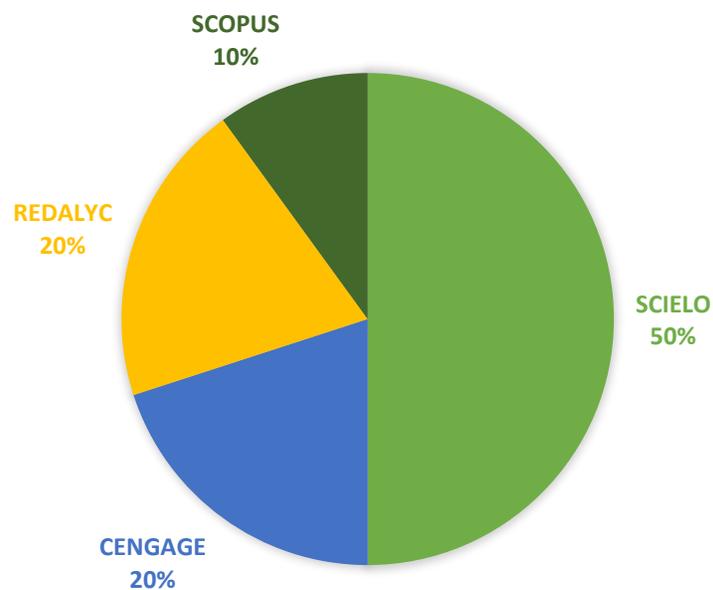


Figura 9. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos para la zona hidrográfica del pacifico

Con base en la tabla 13 se genera la figura 19, donde se puede observar los porcentajes de los datos recopilados de publicaciones en protozoos de vida libre para Colombia, se muestra el porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes bases de datos, donde se observa que con un 50% de las publicaciones se encuentran en la base de datos “Scielo”,

Scientific Electronic Library Online, debido a que cuenta con 20 revistas en el campo de las ciencias biológicas, además que es reconocida a nivel de Latinoamérica, tiene un indicador de impacto de cada título de revista, medido en base a las citas que la revista recibió, además de ser evaluado en conjunto con los títulos de revistas de la misma área, razones que hacen de las revistas, allí divulgadas una excelente opción para hacer llegar los conocimientos adquiridos en esa investigación, quién se encuentre interesado.

Tabla 14. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica de Pacífico

Línea	Título	Año	Resultados Principales
	Compendio de formación de foraminíferos de Colombia	1950	La escasez de textos en español sobre el tema y el gran interés demostrado por los estudiantes universitarios por conocer estos organismos, son los principales incentivos que llevaron a la publicación de este libro. Se dan algunos datos generales sobre la biología y ecología de los foraminíferos. Se enfatiza en el aspecto morfológico, que es la base para la identificación de géneros y especies. Se describen las principales técnicas de colecta y preparación de las muestras para estudio. Se incluyen los mapas de las regiones del Caribe y Pacífico colombianos en las que se han realizado los principales trabajos de colección e identificación de Foraminíferos. Mediante la descripción de las características de cada género, se espera que el estudiante sea capaz de identificar su propio material. Estos taxa se ejemplarizan con una especie representada en ambientes marinos de Colombia o en el caso de material fosilífero, se dan algunos géneros más comunes en afloramientos del país (Acosta, 1950), se hace la salvedad que se realizan los estudios tanto en la zona hidrográfica del Pacífico, como del Caribe.
Limnología	Los indicadores biológicos del fitoplancton y su relación con el fenómeno del niño 1991-92 en el pacífico colombiano	1992	En 1992, se escriben los indicadores biológicos del fitoplancton y su relación con el fenómeno del niño 1991-92 en el pacífico colombiano, El estudio se llevó a cabo en el área geográfica para el ERFEN, particularmente en las zonas norte del Pacífico colombiano (Cabo Corrientes), perfil Buenaventura Malpelo - Tumaco, presentándose los resultados del fitoplancton en las dos épocas características del Pacífico durante "El Niño" 1991-92 con base en los dos grupos dominantes como son los dinoflagelados (Ceratium tripas, massilliense, fusus,r, concilians, Ceratium tala, Dynophysis caudata, Dynophysis sp Podolampas palmipes. Asterolompra Marylondico , Undella hyolina, Protoperidinium elegans; y el otro grupo dominante, las diatomeas (Castillo y Vizcaino, 1992)
	Variaciones Temporales Y Verticales En La Estructura De	2000	El trabajo se desarrolló en las zonas hidrográficas Caribe y Pacífico, se tiene en cuenta en la zona pacífica, por la acomodación de la metodología. Se establecen las variaciones temporales verticales del fitoplancton (No

La Comunidad
De
Phytoplankton
Y Su Relación
Con Algunos
Parámetros
Morfométricos
De Cuatro
Reservorios
Colombianos

diatomeas), como resultado encuentran que los representantes de las Dinophyceae (Dinoflagelados) se encuentran casi invariablemente en el plancton de las aguas lénticas tropicales, pero en muy poca abundancia (Lewis y Rieh, 1982). El agua de los embalses contenía dos especies de Peridinium, siendo dominante en ambos casos; puede presentar una capacidad para concentrar C, N y P del medio ambiente inmediato, y así los organismos de este género pueden sobrevivir y prosperar en condiciones adversas. Por otro lado, Euglenophyceae (Euglenozoos) estuvieron representados por tres generos género Trachelomona, Euglena y Phacus. Las especies T volvocinopsis y Euglena sp fueron los más abundantes de todos los euglenophytes presentes en los cuatro embalses. Las Euglenophyceae nunca fueron muy numerosas, y su abundancia presenta baja variación. Tienen un papel menor en los ecosistemas tropicales lacustres, aunque generalmente se encuentran varias especies de Trachelomonas (Lewis 1978b). En general, las Euglenophyceae son abundantes en aguas ricas en materia orgánica (Margalef 1983, Esteves 1988); esta no era la situación predominante en los cuatro embalses. El desarrollo de Trachelomonas en la comunidad de fitoplancton generalmente se relaciona con concentraciones adecuadas de arnmonium (Wetzel 1983), una característica no prevalente en todas las estaciones de muestreo (Ramírez 1989). La estructura de la comunidad a diferentes profundidades mostró diferencias significativas únicamente en el embalse San Lorenzo. El inverso de la 13-diversidad presentó valores bajos que muestran la alta similaridad entre embalses. La diversidad no mostró asociación significativa con ninguno de los parámetros morfométricos evaluados (área, tiempo de retención, altitud y edad) (Ramirez et al., 2000)

Limnología	Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico colombiano	2002	Por su parte, Viviana Peña y Gabriel Pinilla, realizaron esta investigación con el fin de identificar las especies fitoplanctónicas de la ensenada de Utría y estudiar sus variaciones temporales (durante un año), espaciales (de acuerdo con la presencia de algunos ecosistemas dentro de la ensenada como manglar y coral) y verticales en la columna de agua (a tres profundidades); también se evaluó la comunidad en el día y en la noche para determinar los efectos del ciclo luz oscuridad sobre la composición y abundancia de las algas. Como resultado encontraron 218 especies, divididas en diatomeas, diflagelados, cianofíceas y silicoflagelados. Se demuestra que los dinoflagelados son constante puesto que depende de la turbulencia de agua, para su supervivencia, razón por la cual la abundancia durante el día y la noche son constantes (Peña & Pinilla, 2002)
Limnología	Comportamiento de diatomeas y dinoflagelados en la bahía de Tumaco bajo la influencia de cambios climáticos durante el período 1995-2000	2003	Se determinó el comportamiento de la comunidad de diatomeas y dinoflagelados en respuesta a cambios climáticos y fenómenos naturales como El Niño y La Niña. Dentro de los resultados se establece el incremento de la población de diatomeas durante La Niña y disminución durante El Niño, la respuesta para el grupo de los dinoflagelados se dio de manera completamente opuesta. El intervalo de temperatura en el que se observó mayor abundancia de diatomeas fue de 26 a 27.5°C y para los dinoflagelados de 28 a 31°C. Conjuntamente, el comportamiento de estos grupos fitoplanctónicos se relacionó con otras variables como horas del día, meses del año y nutrientes (García & Malicov, 2003).
Limnología	Relación entre las condiciones ambientales y la comunidad fitoplanctónica (diatomeas y dinoflagelados) de la Cuenca del Pacífico Colombiano : cruceros oceanográficos Pacífico ERFEN 1996-2001	2003	Henry Julián Uribe Palomino, en su tesis de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, relaciono las condiciones ambientales y la comunidad fitoplanctónica (diatomeas y dinoflagelados) de la Cuenca del Pacífico Colombiano: cruceros oceanográficos Pacífico ERFEN 1996-2001 (Uribe, 2003).

Limnología	Comportamiento del fitoplancton durante el evento ENOS en el océano pacífico, Colombiano	2007	Por su parte, Paula Rojas y Javier Ortiz, escribieron el “Comportamiento del fitoplancton durante el evento ENOS en el océano pacífico, Colombiano”, dentro de los resultados se concluye que la abundancia de diatomeas y dinoflagelados dependen de factores como la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes (Rojas y Ortiz, 2007)
	Perifiton de tres lagos de la meseta de Popayan, Colombia y uso como indicadores de estado trófico	2009	Se realiza un raspado del perifiton adherido a las placas establecidas. Se muestreo en las partes externas, medias e internas en tres lago diferentes con diferentes características tróficas. Como resultado se encuentran diferentes organismos, alta dominancia de individuos con relación al número de especies registradas, Los dinoflagelados, como <i>Gymnodinium</i> sp, pueden estar condicionado por la baja concentración de nutrientes en el agua, puesto que el aumento de los mismos nutrientes incrementan la abundancia de estas poblaciones, de esta manera, es alto el nivel de significancia con el oxígeno disuelto, puesto que la disminución del mismo puede indicar aumento en las concentraciones de materia orgánica u otros nutrientes condicionantes para las especies como los nitratos (Morales & Peña, 2009).
Limnología	Análisis de la estructura del zooplancton superficial del sistema de caños y lagunas urbanas de Buenaventura	1996	En 1996, se escribe el análisis de la estructura del zooplancton superficial del sistema de caños y lagunas urbanas de Buenaventura, la cual no se ha publicado, ha quedado como literatura gris (Potes, 1996).
Taxonomía	Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004)	2006	Tiempo después, se escribió la producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004), como resultado se encontró que el 79,5% correspondió a diatomeas y el 20,5% a dinoflagelados, también, se tuvo determinado que la composición fitoplanctónica estuvo dominada por diatomeas, mientras que los dinoflagelados adquirieron mayor importancia en la zona costera, debido a un incremento significativo de especies del género <i>Ceratium</i> y, en menor medida, de los géneros <i>Ceratocorys</i> , <i>Dinophysis</i> y <i>Protoperidinium</i> (Ramirez, Giraldo y Tovar,

		2006).
Taxonomía	Distribución, abundancia y composición del fitoplancton y condiciones ambientales en la cuenca pacífica colombiana, durante enero - febrero de 2007	2008 Por su parte, Edgar Arteaga, Efraín Rodríguez, y Ana María Galeano en el 2008, establecieron la distribución, abundancia y composición del fitoplancton y condiciones ambientales en la cuenca pacífica colombiana, durante enero - febrero de 2007, como resultado, se establece que los dinoflagelados representativos fueron Oxytoxum y Gymnodinium (Arteaga et al. 2008).
Taxonomía	Caracterización de la comunidad fitoplanctonica de la Ciénaga de San Sebastian , complejo cenagoso del bajo Sinú, Departamento de Cordoba - Colombia	2009 De igual forma, Blanca Leguizamo, Arismendy Mogollón, Santiago Duque y William López, hacen la Caracterización de la comunidad fitoplanctonica de la Ciénaga de San Sebastian, complejo cenagoso del bajo Sinú, Departamento de Cordoba – Colombia, como resultados específicos, se obtuvo que el 22% corresponde a Euglenophyta (Euglenozoos), el 34% a Chlorophyta, el 20% a Heterokontophyta, el 20% a Cyanophyta, el 2% a Xantophyta, el 2% a Pyrrophyta; determinando un total 8081 individuos (Leguizamo et al., 2009)
Taxonomía	Caracterización fisicoquímica y biológica del río Roble, Alto Cauca, occidente de Colombia.	2010 Carlos García, Cesar Román, Donald Taphorn y Melissa González, se preocupan por realizar la caracterización fisicoquímica y biológica del río Roble, Alto Cauca, occidente de Colombia; en donde registran en el zooplancton 2 divisiones y 6 géneros. Hubo 1 ind./ml en la estación seca y 2 ind./ml en lluvioso. Las divisiones más abundantes fueron los Protozoos (seco 100%, lluvioso 80%) y Rotifera (lluvioso 20%). Los organismos más comunes presentes en ambas temporadas fueron Paramecium (seco 50%, lluvioso 10%), próximo Vorticella (seco 33.33%, lluvioso 30%); y finalmente Stentor (seco 0%, lluvioso 40%) (García et al., 2010).

Taxonomía	Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca	2013	Se estudió del fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca, donde se evalúa la variación temporal de la estructura de la comunidad planctónica en isla Gorgona. Como resultados se registraron 61 generos de fitoplancton para ambos periodos con predominancia en el mes de marzo. Las diatomeas y los dinoflagelados fueron los grupos más frecuentes (Giraldo et al., 2013).
Taxonomía	Distribución de foraminíferos bentónicos en dos áreas del Pacífico colombiano (bloques Egoró y Merayana)	2015	En calidad de ponentes en el Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, se presenta “Distribución de foraminíferos bentónicos en dos áreas del Pacífico colombiano (bloques Egoró y Merayana)”, se encontraba en calidad de poster, y en las memorias no permite visualizar el resumen (Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 2015).
Taxonomía	Diversidad de las comunidades de algas asociadas a un sistema algal de alta tasa fotosintética para la biorremediación de lixiviados de rellenos sanitarios.	2016	Se realizó un estudio sobre la diversidad de las comunidades de algas asociadas a un sistema algal de alta tasa fotosintética para la biorremediación de rellenos sanitarios, donde, las concentraciones más altas de nutrientes es asociada a la mayor diversidad de microalgas del estudio. Finalmente, la tercera fase presentó los mayores valores de concentración de materia orgánica, que coincidieron con la dominancia de phylum Euglenophyta (Euglenozoa) (Sardi, Peña, Madera & Cerón, 2016).
Documental	Compendio de formación de foraminíferos de Colombia	1950	Se establecen algunos datos generales sobre la biología y ecología de los foraminíferos. Se enfatiza en el aspecto morfológico, que es la base para la identificación de géneros y especies. Se describen las principales técnicas de colecta y preparación de las muestras para estudio. Se incluyen los mapas de las regiones del Caribe y Pacífico colombianos en las que se han realizado los principales trabajos de colección e identificación de Foraminíferos. Mediante la descripción de las características de cada género, se espera que el estudiante sea capaz de

identificar su propio material. Estos taxa se ejemplarizan con una especie representada en ambientes marinos de Colombia o en el caso de material fosilífero, se dan algunos géneros más comunes en afloramientos del país.

Se describen 15 investigaciones elaboradas en la zona hidrográfica Pacífico, se dividen en tres categorías, limnología, taxonomía y documental, se hace la salvedad que se hace un publicación de libros en foraminíferos, que comparte zona abordada con la región Caribe.

La zona hidrográfica del Pacífico, cuenta con aproximadamente 77.311 Km² de área con 7 subzonas hidrográficas (IDEAM, 2013), se contrastan los resultados obtenidos en la categoría de limnología con seis investigaciones realizadas únicamente para esta zona y un investigación realizada de varias zonas del país incluyendo el pacífico colombiano. Es evidente la poca información que hay para esta zona, puesto que algunos lugares son de acceso remoto, las entidades educativas son mínimas, las entidades gubernamentales se preocupan por otro tipo de investigaciones, además de la falta de apoyo entre entidades, grupos, y semilleros, para conocer la diversidad de los ecosistemas acuáticos presentes en el pacífico.

La siguiente categoría es la taxonómica, cuenta con ocho publicaciones que abordan la determinación de fitozooplankton en el pacífico, de los cuales 2 trabajos utilizan el término “protozoo” en el título o en el cuerpo del documento, para esta zona hidrográfica es importante destacar que el acceso es complejo, por inconvenientes naturales frecuentes (derrumbes, inundaciones, entre otros), no hay instituciones y entidades públicas suficientes para incentivar la investigación, además cargar equipos y reactivos necesarios para la determinación, hacen de estudiar la zona, un reto para el investigador, también se tiene en cuenta que hay zonas del pacífico Colombiano, en donde no se puede realizar ningún estudio o investigación, debido a las problemáticas sociales entre los partidos políticos desde el siglo pasado, por último, se tiene preferencia en investigaciones en fitoplancton como por ejemplo, Santiago Duque, el cual proporciona metodologías para trabajar en este campo, así como también, hay algunos libros que pueden facilitar el trabajo de campo, por su parte en protozoos no hay ningún especialista, hay preguntas sin responder acerca de esta temática, por ejemplo, en la entrevista con el investigador Nestor Aguirre, manifiesta que se debe realizar estudios de Taxocenosis, ecología de protozoa, bioindicación, microscopía electrónica y de epifluorescencia. Incluir en el RAS el sistema de microsaprobios y fortalecer la línea de limnología e hidrobiología Sanitaria en programas de ingeniería sanitaria, biología, licenciatura en ciencias naturales, licenciatura en biología y química, para iniciar las investigaciones de protozoos de vida libre, en la zona hidrográfica del pacífico particularmente, y a nivel general, en el país, para establecer el deterioro de los ambientes acuáticos, conocer el funcionamiento de los cuerpos de agua, y las posibles soluciones a la problemáticas.

A causa de la falta de educación muchos cuerpos de agua, se encuentran altamente contaminados, sin oportunidad de resiliencia. Para no generar más degradación en los cuerpos de agua, es muy importante que líderes educativos se den a la “tarea de actuar como profesores en diversos campos, donde abran los ojos de los estudiantes de pregrado para que interactúen con el micromundo, a través de estrategias educativas” menciona

Claudia Andramunio en la entrevista, para que se consoliden investigaciones a nivel social involucrando toda la comunidad cotidiana, en donde, se apropien del territorio, especialmente de los cuerpos hídricos.

Finalmente, en la categoría documental, se encuentra un compendio acerca de los foraminíferos en la zonas hidrográficas Pacífica y Caribe, donde busca, conocer la paleoecología del territorio, sin embargo, es muy poca información para este gran territorio, ya que le hace falta establecer variables, y revisar la interacciones con otros organismos. Se destaca la importancia de realizar documentos que permitan iniciar desde un punto referencial cada investigación, desde lo fito o zooplanctónico de manera apropiada.

6.5 Recopilación académica encontrada en la Zona Hidrográfica Amazonas

2.5.1. Entidades Públicas en la Zona Hidrográfica Amazonas

Se encuentra a continuación en la tabla 15, donde se visualizan los documentos producidos por entidades tanto públicas como privadas, en la zona hidrográfica del Amazonas, basados en investigaciones relacionadas con protozoos de vida libre en diferentes fuentes hídricas de Colombia.

Tabla 15. Publicaciones encontradas en entidades públicas de la Zona hidrográfica del Amazonas

DOCUMENTO PUBLICO O PRIVADO	ENTIDAD
LIBRE ACCESO	Libro De La Universidad Jorge Tadeo Lozano
TESIS	Universidad Jorge Tadeo Lozano
TESIS	Universidad Nacional De Colombia
REVISTA	Mundo Amazónico
REVISTA	Actualidad Biológica

Se resaltan 5 investigaciones en protozoos de vida libre, encontrados en diferentes medios de comunicación, como Google Académico, Tesis de las Universidad Nacional, Tesis Universidad Jorge Tadeo Lozano, se destaca que estas Universidades son las pioneras en ofertar el programa de Biología Marina para Colombia, por lo tanto, muchos de sus egresados han realizado trabajos en ecosistemas acuáticos, principalmente marinos, algunos costeros y otros de agua dulce. También se visualizan las dos publicaciones en revistas, una es la revista de la alta biodiversidad que se encuentra en la amazonia, por lo cual esta revista es solo para esta zona hidrobiológica, razón por la cual limita su difusión.

En la figura 20 se puede observar el porcentaje que corresponde a los medios de difusión de las publicaciones en protozoos de vida libre para la zona hidrográfica amazónica.

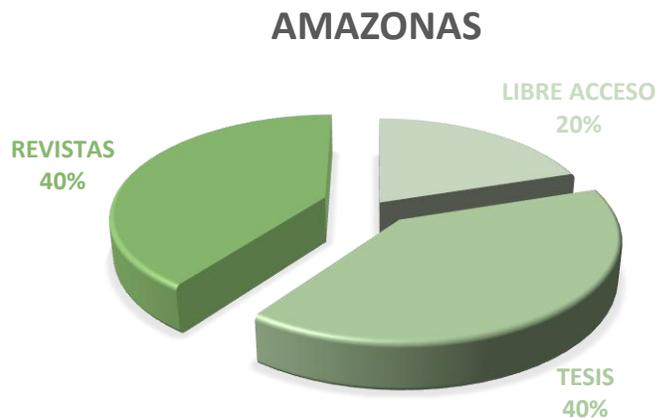


Figura 10. Porcentaje de publicaciones encontradas en diferentes documentos de la zona hidrográfica del Amazonas

De acuerdo a la tabla 15 y la figura 20, se visualiza la menor representación con un 20%, el libro publicado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano, escrito por Gabriel Pinilla, en este trabajo se presentan los resultados del estudio de la comunidad fitopláctónica del Lago Boa, un lago de meandro de aguas claras ubicado en la cuenca media del río Caqueta, amazonia Colombiana, Sin embargo dicho documento, no se encuentra abierto al público. Es fundamental que el gobierno genere estrategias, para que el conocimiento sea de acceso libre, puesto que muchos autores les parece que la información recopilada en una investigación es de uso exclusivo, además hace falta educación para subir investigaciones a la web, sin ningún inconveniente.

2.5.2. Bases de Datos en la Zona Hidrográfica Amazonas

En la tabla 16, se presentan las bases de datos en las cuales se encuentran publicaciones de protozoos de vida libre en Colombia para la zona hidrográfica del Amazonas.

Tabla 16. Numero de publicaciones encontradas en bases de datos en la zona hidrográfica Amazonas

BASES DATOS	DE AÑO	DOCUMENTOS	TOTAL
CENGAGE	2008 2014	2	
SCIENCE DIRECT	2006 2007	2	4
SCOPUS	2006	1 (Repetida)	

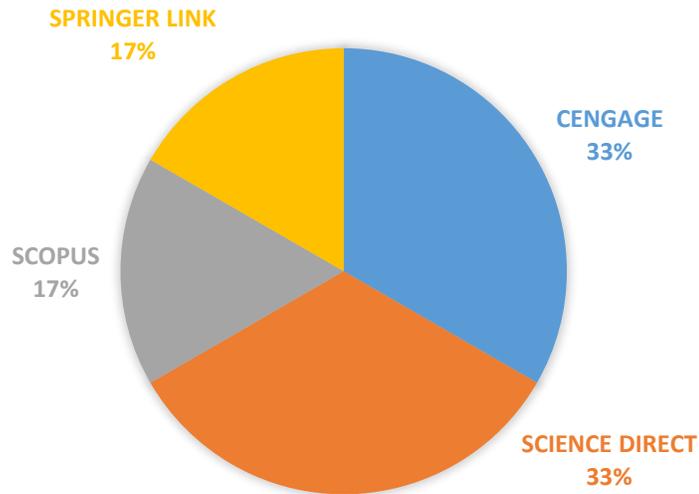
BASES DE DATOS ZONA HIDROGRAFICA AMAZONAS

Figura 11. Porcentajes de publicaciones encontradas en Bases de Datos en la zona hidrográfica del Amazonas

Con base en la tabla 16 se genera la figura 21, donde se puede observar los porcentajes de los datos recopilados de publicaciones en protozoos de vida libre para Colombia, se aprecia que hay 4 publicaciones, sin embargo, un artículo publicado por el investigador Gabriel Pinilla, denominado, “Distribución vertical de fitoplancton en un lago de aguas claras de la Amazonía colombiana (Lago Boa, Medio Caquetá)” se encuentra registrada en tres bases de datos, Scopus, Springer Link y Science direct, debido a que cuenta con buena información del Lago Boa, ya que para el Amazonas hay muy poca información en Colombia, respecto a microorganismos, particularmente en protozoos de vida libre. A continuación con 33% en GALE- CENGAGE, se encuentran dos publicaciones, recopilan información de artículos, que se habían subido con anterioridad en “INFOTRAC”, InfoTrac Cengage Learning, un Centro de Investigación y Aprendizaje en Línea, ofrece más de 20 millones de artículos en texto completo de cerca de 6.000 revistas científicas, por lo cual, es de mayor uso y visibilidad, se determina que de la literatura gris, no se publica prácticamente ningún trabajo, generando desinformación tanto a la comunidad científica como a la comunidad cotidiana interesada en esta temática.

A continuación se establecen tres líneas de investigación, recopiladas para esta zona, las cuales son Limnología, Taxonomía, y Documental, donde se hará una breve descripción de cada artículo o documento encontrado, durante esta búsqueda bibliográfica, organizado en la siguiente tabla

Tabla 17. Descripción de las investigaciones en la zona hidrográfica Amazona

Línea	Título	Año	Principal Resultado
Limnología	Protozoa of Amazonian and Andean Waters of Colombia, South America - Protozoos de las aguas amazónicas y andinas de Colombia, Sudamérica	1957	Se realizó una investigación de protozoos comparando cuatro puntos de muestreo de cuerpos de agua ubicados en Amazonas y en Medellín, identificando taxones, hasta especie. Se identificaron 84 muestras de protozoos a nombre genérico o científico. 40 de las especies son cilióforos. Se enumeran 26 especies mastigóforos, 17 especies sarcodinos, y un esporozoo (Bovee, 1957).
	Biomasa y productividad primaria de la comunidad fitoplanctónica en el Lago Boa, Caquetá Medio - Colombia	2003	En el año 2003, Magda Gavilan, realiza su tesis en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, denominada "Biomasa y productividad primaria de la comunidad fitoplanctónica en el lago Boa, Caquetá Medio - Colombia", como resultado se obtuvo, 196 taxones de las familias: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Xanthophyceae, Dinophyceae (Dinoflagelados), Euglenophyceae (Euglenozoos), Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Zygothryxaceae, además de determinar que el lago varía sus condiciones de trofia desde oligotrófico hasta hipereutrófico (Gavilan, 2003).
Limnología	Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de agua clara (Lago Boa, Caquetá medio República de Colombia)	2005	Se realizaron dos publicaciones por Gabriel Pinilla en ecología y distribución del fitoplancton en un lago amazónico de agua clara (Lago Boa, Caquetá medio República de Colombia). Principalmente mostraron a nivel físico-químico que el ambiente se encuentra desmineralizado, transparente, ácido, con abundante materia orgánica, que fluctúa desde condiciones oligotróficas (en aguas altas) hasta eutróficas (aguas bajas) y muy dinámico debido a los fuertes cambios hidrobiológicos. En este ambiente variable se desarrolla una comunidad fitoplanctónica igualmente dinámica, que sufre ostensibles cambios en abundancia y dominancia de las especies de algas: estas fluctuaciones son

			<p>más fuertes en terminos estacionales que en sentido vertical dentro de la columna de agua. Otras comunidades limneticas, como el bacterioplancton, los protozoos nanoplanctonicos y zooplancton, mostraron cambios semejantes en sus abundancias, con cierto grado de acoplamiento con las variaciones del fitoplancton (Pinilla, 2005).</p>
	Distribución vertical de fitoplancton en un lago de aguas claras de la Amazonía colombiana (Lago Boa, Medio Caquetá)	2006	<p>Principalmente se encuentra en la fase de bajamar, la distribución vertical de <i>Cryptomonas</i> spp., <i>Peridinium</i> cf. <i>umbonatum</i> y <i>Chlamydomonas</i> spp. tuvo asociaciones estadísticas significativas con el potencial redox, fósforo reactivo y sulfuro de hidrógeno. Durante la fase de inundación las condiciones fueron más variadas y se detectaron asociaciones significativas entre la disposición vertical de <i>Botryococcus braunii</i>, <i>Oscillatoria splendida</i>, <i>Dinobryon sertularia</i>, <i>Euglena acus</i> y <i>Trachelomonas volvocina</i> con conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura, carbono orgánico disuelto, fosforo reactivo, potencial redox, y amoniaco. La estructura vertical del fitoplancton del lago Boa responde a los cambios anuales producidos por el pulso de inundación, y a las variaciones ambientales verticales, que son más fuertes durante la fase de agua alta (Pinilla, 2006).</p>
Limnología	Estudio sucesional - Espacial de la comunidad fitoperifítica asociada a <i>Paspalum repens</i> en el lago Tarapoto (Amazonia Colombiana)	2008	<p>Para el año 2008, Claudia Patricia Andramunio Acero, Santiago Duque & Carlos Arturo Sierra Diosa, escribieron el estudio sucesional - Espacial de la comunidad fitoperifítica asociada a <i>Paspalum repens</i> en el lago Tarapoto (Amazonia Colombiana), como resultado se encontró a Euglenophyceae entre otras familias con un total 100 morfoespecies. Se concluye que los vastagos más cercanos al agua son más jóvenes y los de más abajo más antiguos, por lo tanto, los más jóvenes se presenta dominancia de especies de bajo perfil y en los más antiguos de las de perfil amplio y mayor complejidad de desarrollo (Andramunio, Duque & Sierra, 2008).</p>
Limnología	Dinámica Sucesional Y Ecología Trófica De La Comunidad Perifítica En Dos Ambientes Del Sistema Lagunar De	2013	<p>Cinco años más tarde, Claudia Andramunio, realiza su tesis en la Universidad Nacional acerca de la dinámica sucesional y ecología trófica de la comunidad perifítica en dos ambientes del sistema lagunar de yahuaraca (amazonas, colombia), entre</p>

	Yahuarcaca (Amazonas, Colombia)		los resultados más importantes se destaca que encuentra protozoos flagelados, como los primeros colonizadores, reportados como consumidores de bacterias, algas y detritos (Andramunio, 2013).
Limnología	Papel Trófico Del Zooplancton A Través Del Análisis De Isotopos Estables En Un Lago De Inundación De La Amazonia Colombiana	2014	La última investigación encontrada fue de Angelica Torres, Santiago Duque, Pedro Caraballo, en la cual se concluye que el microbial loop es el consumo, por parte de las bacterias y el crecimiento organico disuelto, producido por las algas, seguido de un consumo de esas bacterias por parte de los protozoos, que permite la transferencia de energía para los niveles tróficos superiores y por lo tanto el control (junto con la producción primaria) de la productividad de los ecosistemas acuáticos (Torres, Duque & Caraballo, 2014).
Taxonomía	Perifiton y Fitoplancton Asociados Con La Planta Carnívora Tropical Utricularia foliosa	2007	En el año 2007, Jhon Díaz, Vanessa Valoyes, Cástor Guisande, Néstor Torres, Adriana González, Lizandro Sanabria, Ana Manjarrés, Santiago Duque, Lili Marciales y Marcela Núñez. Se destaca que la comunidad de fitoplancton, tanto dentro como fuera de la planta, consistió en Oscillatoriales (Cyanophyta), Desmidiales (Zygoophyta), Euglenales (Euglenophyta), Chlorococcales (Chlorophyta), Pennales y Centrales (Bacillariophyta) (Diaz et al. 2007), por lo cual es una trabajo, realizado en fitotelmas, investigaciones que no ha sido estudiadas hasta el momento en Colombia, y sería una excelente propuesta para determinar el estado de contaminación en cualquier ecosistema Colombiano.
Taxonomía	Rasgos Morfológicos Del Fitoplancton En Seis Sistemas Leníticos De Las Regiones Amazónica, Andina Y Caribe De Colombia	2012	Este trabajo es realizado en varios lugares de Colombia, se tiene en cuenta en esta zona hidrográfica, ya que el título, se encuentra esta región como la primera. El objetivo de esta investigación fue analizar la variabilidad de los atributos morfológicos y en consecuencia las estrategias del fitoplancton asociado a seis sistemas lenticos. Se encontró que en ambientes someros, turbios y cálidos se presentaron organismos caracterizados por una alta relación S/V, presencia

Ecología del fitoplancton y dinámica hidrológica del sistema lagunar de Yahuaraca, Amazonas, Colombia: Análisis integrado de 16 años de estudio

2012

de organismos con mucílago, flagelos y células especializadas como aerótopos y heterocitos; en contraste, en ambientes profundos, claros y de menor temperatura predominó fitoplancton de mayor tamaño y con baja ocurrencia de rasgos categóricos o especiales, evidenciando diferencias morfológicas del ensamblaje del fitoplancton en sistemas condicionados por diferente origen, tipología e hidroclimatología (Hernández et al., 2012).

María J. Salcedo, Santiago Duque, Liliana Palma, Angélica Torres, Diego Montenegro, Nixon Bahamón, Luisa Lagos, Luis Alvarado, Martha Gómez y Ángela P. Alba, realizaron una revisión de la ecología del fitoplancton y dinámica hidrológica del sistema lagunar de Yahuaraca, Amazonas, Colombia: Análisis integrado de 16 años de estudio con el propósito de conocer los cambios históricos que se han generado en el sistema, referentes a las variaciones en la dinámica del río y la conectividad con el sistema de lagos para así comprender junto a estos procesos los cambios ocurridos en el fitoplancton (en donde incluyen Euglenozoos y Dinoflagelados), que es el grupo biológico mejor estudiado de este ecosistema (Salcedo et al., 2012)

Se describen 10 investigaciones elaboradas en la zona hidrográfica Amazonas, se dividen en tres categorías

La zona hidrográfica Amazonas, tiene aproximadamente 342000 Km² de área (IDEAM, 2013), al contrastar los resultados en la categoría de limnología con siete documentos, los cuales solo describen la dinámica trófica de algunas cuencas hídricas a nivel microscópico, se evidencia la falta de publicación e investigación en esta zona, lo mismo acontece con la categoría taxonómica, donde solo se registran dos publicaciones, y una de ellas, corresponde al año 1957, razón por la cual, Yimmy Montoya sugirió durante la entrevista, resalta la importancia de publicar todos los proyectos que se realicen tanto en el aula, como en los laboratorios.

De las 10 investigaciones realizadas, se enuncia el término “protozoo” en el título o en el cuerpo del documento, solo en 4 documentos, por lo tanto se reconoce que a pesar de que son muy pocas publicaciones, prácticamente la mitad tiene en cuenta estos microorganismos como parte del ecosistema acuático, como indicó Carlos Rivera durante la entrevista es “necesario realizar estrategias para modernizar la investigación desde un punto de vista molecular, así como también generar normatividad que busque solucionar

problemáticas ambientales”, ya que en el Amazonas es un lugar lleno de recursos biológicos, sin embargo a nivel financiero no se establecen bolsas de investigación para que se fomenten, dichos estudios.

Con respecto a la categoría documental, solo se encuentra un trabajo, para resolver dicho inconveniente, el investigador Jhon Donato, propuso estimular a jóvenes limnólogos, crear infraestructura (equipos, laboratorios), impulsar nuevas tecnologías, que mitiguen la falta de información y reconocimiento de los microorganismos de agua dulce.

Falta de investigación y publicación en Colombia en Protozoos de Vida Libre

Es importante mencionar que en las universidades de la Amazonia, Central, Córdoba, de Los Andes, del Bosque, de la Guajira, Incca De Colombia, de la Salle, Libre, Llanos, Magdalena, Nariño, Pamplona, Rosario, Santiago De Cali, Sucre, Sabana, Tolima, Tecnológica Del Choco, Pedagógica y Tecnológica de Colombia, no registran ninguna investigación en protozoos de vida libre, razón por la cual, se hace necesario generar talleres con expertos, asistir y participar en el congreso nacional de limnología, y publicar en revistas especializadas, y la humanidad relacionada con los diferentes cuerpos de agua, propone, Néstor Aguirre.

Las entidades Invemar y Sinchi, no tiene publicaciones en protozoos de Vida Libre, probablemente porque generan investigaciones hacia organismos más carismáticos, porque atrae mayor publicidad, como los peces, enuncia Gabriel Pinilla, razón por la cual, desde las entidades se deberían implementar varias estrategias para que la diversidad de los microorganismos, sea conocida, y desde allí se implementen investigaciones acerca de la contaminación en los cuerpos de agua, teniendo en cuenta todos los campos de estudio, desde biólogos, ficólogos, entomólogos, hidrólogos, químicos, físicos, ingenieros, masto zoólogos hasta sociólogos, entre otros especialistas, para estudiar el ecosistema completamente.

Por su parte, las bases de datos Dialnet y Web of Science, no registran ninguna investigación en protozoos de vida libre en Colombia, por lo cual, demuestra la falta de revistas y artículos especializados en ese campo, además de encontrar los diferentes vacíos metodológicos, a causa de como lo indica Claudia Andramunio, la falencia de no encontrar especialistas Colombianos que guíen proyectos en protozoos de vida libre, y su papel para el funcionamiento normal del ecosistema.

6.6 Entrevista a Especialistas Colombianos en Microorganismos Acuáticos

Se encuentra organizado en las tablas 18, 19, 20,21 y 22; las respuestas de los especialistas a nivel nacional para conocer su perspectiva acerca de los protozoos de vida libre, y su relación con las ciencias limnológicas en Colombia

2.6.1. Importancia de las Ciencias Limnológicas en Colombia

Tabla 18. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿cuál es la importancia de las ciencias limnológicas en Colombia?

Especialista	Respuesta
Jhon Charles Donato jcdonator@unal.edu.co	Colombia tiene una riqueza excepcional, estratégica y ambiental de su recurso acuático. Paradójicamente la Limnología en Colombia no está a la par de esa riqueza y ese valor ecológico. El interés ha sido muy particular, no ha sido un proyecto de estado ni su desarrollo científico es acorde con la importancia de la Limnología y de los sistemas acuáticos del país.
Nelson Javier Aranguren Riaño Nelson.aranguren@uptc.edu.co	Más que la limnología en Colombia, son los ecosistemas acuáticos los que son importantes, entonces todas las disciplinas que se encargan de estudio de los ecosistemas acuáticos son fundamentales, son las forma de aproximarse al estudio de los ecosistemas acuáticos, y estos son vitales no solamente porque el agua es un recurso vital, sino sobre todo por la diversidad, por su historia, “la vida se origina en el agua”, porque se reflejan todos los procesos de transformación a escalas locales, regionales, y globales, las cuales generan dinámicas muy interesantes, que no comprendemos todavía sus alcances, y sus implicaciones; entonces por eso indagar e investigar, desde diferentes frentes, no solamente desde la biología y la ecología, sino también, desde la ingeniería, las humanidades, del derecho, etc. Aquí en centro protagonista son los ecosistemas acuáticos, y Colombia en particular, tiene una gran diversidad de sistemas, de acuerdo a las conferencias realizadas el día de hoy en el encuentro- taller de .ficólogos colombianos, hablaban hoy de unas tipologías, de unas escalas de diferenciación, donde existen más 90 tipos de sistemas acuáticos en Colombia, que nos hacen muy particulares, frente a otros países, entonces, hace que se resalte aún más el interés en los ecosistemas acuáticos.
Néstor Jaime Aguirre Ramírez nestor.aguirre@udea.edu.co	Estudiar la estructura, distribución y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos epicontinentales

Claudia Patricia Andramunio
Acero
clauandramunio@gmail.com

Colombia es un país donde la mayoría del territorio es agua, además no conocida, no tenemos presentes los organismos que se encuentran, las relaciones, las estructuras, mucha gente cree que conocer un sistema de agua es solo visitarlo. En limnología los estudios que llaman la atención a las comunidades son los visibles, de peces para arriba. Pero cuando empieza a trabajar con microorganismo y le explica a la comunidad la importancia, que sin las microalgas no existirían las plantas terrestres, no tendríamos oxígeno y muchos procesos, entonces ellos le encuentran la importancia. Un aspecto importante es que estamos en un momento en el que el déficit hídrico es cada vez mayor y las fuentes se están contaminando cada vez más, tenemos un déficit político y en cuanto a licencias ambientales que se están dando por méritos políticos y dinero, sin tener en cuenta la parte ambiental, el desarrollo ecosistémico y sin proyectos donde se incluya a la comunidad, se dan estas licencias fáciles y se destruyen los ecosistemas entonces va a llegar el punto en el que ni siquiera sepamos que había allí y cuales especies se han perdido, vamos a perder biodiversidad que ni siquiera hemos podido calcular, es por ello que la limnología desde el punto de vista de la conservación es muy importante, que se pueda incluir desde la academia pequeña, desde el escolar, hay muchos niños de veredas y demás que no saben la fuente hídrica tan importante de su pueblo y depositan la basura en los cuerpos de agua, hay que llegarles desde el conocimiento que se está empezando a formar para crear las bases ecológicas

Carlos Alberto Rivera Rondón
carivera@javeriana.edu.co

La importancia de las ciencias limnológicas en Colombia, es porque existe gran cantidad de cuerpos de agua, por ejemplo, los embalses, los cuales requieren de estudios en los que haya una regulación ambiental para cada sistema. También para generar escuelas, donde se consolide el conocimiento y crecimiento de las ciencias, y de este modo aumentar el número de publicaciones, entendiendo que uno de los inconvenientes más relevantes, son los costos de muchos análisis que se deben realizar en laboratorio, por ejemplo, los análisis químicos. De igual forma, aumentar el número de especialistas en el área, puesto que en Colombia, con nivel de formación de doctorado, hay aproximadamente 10 limnólogos con doctorados,

cuestión que no ha permitido el afianzamiento de esta ciencia.

Gabriel Antonio Pinilla Agudelo
pinillag59@yahoo.com

Su importancia radica en determinar el deterioro de los ambientes acuáticos, conocer el funcionamiento de los cuerpos de agua, estableciendo las problemáticas y sus posibles soluciones

Yimmy Montoya
Yimmymontoya3@gmail.com

La importancia de la limnología en Colombia se puede ver en dos sentidos, la primera la importancia para la investigación, , desde el profesor Molano, quién fue el pionero de la limnología en Colombia, y después se promovió en algunas Universidades, yo recuerdo el caso de la Universidad de Antioquia con el profesor Gabriel Alfonso Roldán Pérez, porque él, de alguna manera al escribir, el libro de Fundamentos de Limnología Neotropical, universalizó la limnología, no solo en Colombia, sino en Suramérica, de hecho hace poco, fue decretado como profesor emérito por Colciencias, ya que hizo varios estudios en Macroinvertebrados y poco a poco fue conociendo expertos en todo el mundo; construye varios documentos en macroinvertebrados y el índice biológico de monitoreo acuático BMWP, hizo adaptaciones para Antioquía, y sorprendentemente se extendió para toda Colombia. Luego, se estandariza este proceso, sin embargo en las otras áreas no se ha dado esa dinámica desafortunadamente, por ejemplo, en la parte ficológica realmente hay muy lenta, y solo algunos profesores se han dedicado toda su vida a eso, cuestión que no ha permitido la consolidación del conocimiento, porque no se tienen las suficientes publicaciones en libros que permitan el afianzamiento de estos estudios; y en segundo lugar, la parte gubernamental, no hay casi nada de apoyo, donde ministerio de ambiente, IDEAM, organizan algunas cosas, sin embargo ha sido más en las Universidades, en donde se ha generado un impacto en proyectos.

A partir de las respuestas brindadas por los especialistas, se establece que es muy importante el agua, debido al momento actual del planeta, donde se agudizan las problemáticas causadas por el déficit del agua, es importante resaltar que en Colombia el recurso no se utiliza de manera apropiada, no se preserva ningún ecosistema, con las

condiciones requeridas, y en cambio sí se desperdicia y se contaminan los cuerpos de agua diariamente.

Por su parte, las ciencias limnológicas busca estudiar los ecosistemas acuáticos epicontinentales, la estructura, distribución y funcionamiento, principalmente de microorganismos y las características del habitan que lo circunscriben , sin embargo, hay varias problemáticas para poder realizar investigaciones en los microorganismos acuáticos, principalmente que no hay especialistas en las diferentes temáticas acuáticas, puesto que hace falta educación en las ciencias biológicas, principalmente en microorganismos acuáticos de vida libre, de tal manera que existen diversos ambientes que no se han estudiado. De esta manera, se desconoce por ejemplo, el papel de los protozoos de vida libre en algunos ecosistemas particulares, el papel algas en algunas ecosistemas particulares, las toxinas que secretan algunos organismos, además de otros microorganismos nunca antes vistos en los ecosistemas acuáticos en la nación, y en donde no hay especialistas que corroboren dicha hipótesis.

2.6.2. Estrategias para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos

Tabla 19. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Qué estrategias se deben aplicar para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos?

Especialista	Respuesta
Jhon Charles Donato jcdonator@unal.edu.co	Son diversas: 1-. Abordaje, ecológico, sistemático e integrador de los estudios de los sistemas acuáticos. 2-. Programa ecológico (Limnológico) de carácter Nacional para el ordenamiento, regionalización y uso sostenible de los sistemas acuáticos. 3-. Programa para abordar de manera diferenciada loas propiedades, procesos y atributos regionales de los sistemas acuáticos en Colombia.

Nelson Javier Aranguren Riaño
nelson.aranguren@uptc.edu.co

Los microorganismos siempre serán muy atractivos, porque el funcionamiento de los ecosistemas a gran escala, depende realmente de procesos micro, si miramos, los ciclos biogeoquímicos, son realizados por microorganismos, los procesos productivos en la base siempre se encuentran microorganismos e incluso los patógenos para grandes organismos son microorganismos, por ello los microorganismos deberían tener más protagonismo, debería ser inversamente proporcional al tamaño, por lo tanto, se deberían establecer alianzas para lograr el financiamiento de investigaciones en todas las áreas, teniendo en cuenta que los microorganismos tienen funciones de biorremediación y bioindicación, buscando posibles soluciones a las diversas afectaciones que causa el hombre a los ecosistemas acuáticos. También es importante reconocer la importancia de la tecnología quién facilita resolver algunos procesos de aplicación.

Néstor Jaime Aguirre Ramírez
nestor.aguirre@udea.edu.co

Observar los ecosistemas acuáticos, plantear preguntas e hipótesis relacionadas con su estructura y funcionamiento. Realizar investigación básica biogeográfica de estos ambientes. Analizar la calidad de agua con bioindicadores de trofía, saprobiedad y eutrofización. Modelación ambiental y gestión del recurso hídrico.

Claudia Patricia Andramunio Acero
clauandramunio@gmail.com

Es una tarea de las personas con más conocimiento y que pueden actuar como profesores en instituciones en algunos campos, abrirles los ojos a los estudiantes de pregrado para que vean el micromundo. La estrategia es la educación desde la básica a más avanzada.

Algunas estrategias son cartillas, catálogos y claves taxonómicas para ambientes limneticos colombianos, pero para ello se necesitan unos buenos taxónomos y está ahí la falencia, porque hay listados de especies que no están reportadas para Colombia (no existen), por lo tanto es una cuestión preocupante; porque las personas que hacen las revisiones no tiene la formación necesaria para darse cuenta de este tipo de errores, errores que no se sabe contener, entonces la idea es que el IDEAM y el Humbolt dentro de sus políticas puedan mitigar estos

errores.

Carlos Alberto Rivera Rondón
carivera@javeriana.edu.co

Es necesario realizar estrategias para modernizar la investigación desde un punto de vista molecular, así como también generar normatividad que busque solucionar problemáticas ambientales.

Gabriel Antonio Pinilla Agudelo
pinillag59@yahoo.com

Las estrategias se pueden generar desde tres ámbitos

- 1- Educativos: Mediante la promoción de asignaturas en microorganismos
- 2- Investigativas: Promoción de proyectos en microorganismos acuáticos
- 3- Difusión de la importancia de los microorganismos acuáticos

Yimmy Montoya
Yimmymontoya3@gmail.com

Primero buscar información en Colombia, por ejemplo, en el SIB, buscar registro y distribución, en tu caso de los protistos. Otra estrategia es buscar en el mundo quién se encuentra investigando en el campo, y contactarlo, por ejemplo en diatomeas, los especialistas en Brasil y Argentina, me han colaborado muchísimo. Otra estrategia es buscar catálogos en Países vecinos, ya que, las algas ni ningún microorganismo, tiene nacionalidad, pues probablemente los que haya allá también lo voy a encontrar acá, por ejemplo, en algas las guías de Venezuela, Panamá, Brasil y Argentina, me han resultado muy útiles.

Para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos, de acuerdo a los especialistas deben ir encaminadas en tres líneas principalmente, educativas, donde especialistas y profesores deben promover incentivos, para abordar la investigación desde los ecosistemas acuáticos, comprender su intervención en el ambiente, ya que intervienen en los ciclos biogeoquímicos, son indicadores de la calidad ambiental, son reguladores y algunos patógenos son facultativos, razón por la cual se hace indispensable incentivar su estudio a

través de catálogos, cartillas y demás recursos que puedan facilitar su aprendizaje . Otra línea a abordar, es la investigativa, puesto que se requiere de la formulación de preguntas en todos los ámbitos, para buscar posibles soluciones al deterioro ambiental. La última línea, es acerca de los mecanismos difusores, donde se hace evidente el uso de la tecnología no solamente para el conocimiento de los resultados de las diferentes investigaciones, sino que con ello se pueda realizar estudios más profundos que permitan conocer el micromundo. Cabe resaltar que en Colombia hace falta más compromiso en el momento en donde se hacen consultorías o cualquier estudio ambiental, puesto que, hay muchos resultados en documentos públicos, que no concuerdan con lo que evidentemente está ocurriendo en los ecosistemas. Se debe mejorar el Sistema de Información Biogeográfica – SIB-, poco a poco puesto que le hace falta información en algunos individuos en Colombia. Cabe resaltar la importancia de que entidades gubernamentales intervengan en las diferentes zonas hidrográficas, para generar estrategias de modernización y normatividad de protección ambiental.

2.6.3. Estrategias a implementar desde los estudios limnológicos

Tabla 20. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cuáles estrategias se deberían generar desde los estudios limnológicos para que se amplíen los conocimientos en esta rama?

Especialista	Respuesta
Jhon Charles Donato jcdonator@unal.edu.co	Redes interdisciplinarias para la solución de problemas de investigación. Proyectos binacionales para el Desarrollo integral de Cuencas de interés estratégico y económico. Grupos de interés, impulsar la ecología acuática.
Néstor Jaime Aguirre Ramírez nestor.aguirre@udea.edu.co	Talleres de expertos, congreso nacional de limnología cada cuatro años. Revistas especializadas. Publicar, y circular el conocimiento con las comunidades humanas relacionadas directamente con los cuerpos de agua.

<p>Claudia Patricia Andramunio Acero clauandramunio@gmail.com</p>	<p>- En Latinoamérica son más o menos cinco los países con red de ficólogos Argentina, Brasil, México Colombia hasta el momento está en el primer encuentro taller de ficólogos , es el primer punto para converger y saber que se está haciendo en cada región, este espacio es vital y los que nos va a dar guía para que se puedan hacer redes verdaderas de este conocimiento</p>
<p>Nelson Javier Aranguren Riaño nelson.aranguren@uptc.edu.co</p>	<p>Conformar grupos multidisciplinariamente</p>
<p>Carlos Alberto Rivera Rondón carivera@javeriana.edu.co</p>	<p>Conformar grupos multidisciplinariamente, buscar expertos en todas las áreas referentes a los microorganismos acuáticos, por ejemplo, en la Universidad Javeriana se encuentran estudiantes de postgrado realizando su tesis con organismos heterótrofos facultativos.</p>
<p>Gabriel Antonio Pinilla Agudelo pinillag59@yahoo.com</p>	<p>Conformar grupos multidisciplinariamente, teniendo en cuenta, todos los campos de estudios, desde biólogos, ficólogos, entomólogos, hidrólogos, químicos, físicos, ingenieros, masto zoólogos hasta sociólogos, entre otros especialistas, para estudiar el ecosistema completamente.</p>
<p>Yimmy Montoya Yimmymontoya3@gmail.com</p>	<p>Desde las universidades se pueden generar grupos de estudio, también puedes buscar a través de las redes o sociedades en el mundo, por ejemplo, a través de la Sociedad Ficológica de América Latina y del Caribe que lo administra la Universidad Nacional de la Plata, tu puedes escribir allí, y las personas muy amables, te contestan si tienen información al respecto, generando contacto con los otros investigadores en el área.</p>

En general, las estrategias a organizar en las ciencias limnológicas para la ampliación de la investigación en la rama, inicia desde la formación de redes multidisciplinarias teniendo en cuenta todos los campos de estudio, así como también generar micro proyectos (en las entidades educativas con grupos de estudio) y macro proyectos (binacionales), ir a talleres con especialistas en las diferentes temáticas de las ciencias limnológicas y de otras ramas, circular conocimientos adquiridos de los talleres tomados o de la investigaciones realizadas.

2.6.4. Investigaciones en protozoos de vida libre

Tabla 21. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta las líneas de importancia, taxonomía, política y educación?

Especialista	Respuesta
Jhon Charles Donato jcdonator@unal.edu.co	<p>Definir pregunta del ¿Qué?: ¿Qué tenemos? (diversidad, taxonomía)</p> <p>Del ¿cómo? ¿Cómo se relacionan? (Su ecología, distribución, patrones)</p> <p>Del ¿por qué? (evolución)</p> <p>Del ¿Para qué? (Aplicación en estudios de ordenamiento, regionalización, Calidad del agua)</p>
Néstor Jaime Aguirre Ramírez	<p>Estudios de Taxocenosis, ecología de protozoa, bioindicación, microscopía electrónica y de epifluorescencia. Incluir en el RAS el sistema de microsprobios. Fortalecer la línea de limnología e hidrobiología Sanitaria en programas de ingeniería sanitaria, biología, licenciatura en ciencias naturales, licenciatura en biología y química.</p>
Claudia Patricia Andramunio Acero clauandramunio@gmail.com	<p>En Colombia tenemos una falencia muy grande es que no hay especialistas, en mi caso, estude en Argentina en el Instituto de Limnología “Ringuelet”, junto con la profesora Gabriela Cooper, quien fue la que me enseñó las bases para trabajar en estos grupos, ya que en Colombia no encontré ninguna persona especialista en estos grupos. Yo trabaje protozoos adheridos dentro de la matriz de polisacáridos que se forma en el perifiton. Ella me enseñó a diferenciarlos, y destaca la necesidad de estudiar los organismos vivos para observar sus características taxonómicas, sin embargo, es importante ser ético y determinar como investigador</p>

hasta qué punto puedo llegar, ¿tengo que darle nombre, apellido y hasta variedad a una especie?, o es más ético y precavido llegar a un género que sea más seguro, y donde se tengan las características taxonómicas en concreto, que me permita su diferenciación, ya que se incluyen errores en los listados frecuentemente con estos microorganismos. Ella me enseñó las tinciones, me ayudó con vacíos metodológicos y conceptuales de ahí elaboré mi trabajo de maestría. Cuando regrese a Colombia, investigue y reconocí que hay muy poca información para Colombia en protozoos, por lo tanto, para iniciar procesos de investigación es prácticamente iniciar desde ceros. Cabe resaltar, que hay muchos grupos de algas que no se han estudiado como los dinoflagelados y euglenófitos. Es importante desde el inicio establecer enlaces entre grupos de investigación por ejemplo, relacionados con ficología o con plancton, además desde las Universidades con estudiantes de pregrado y postgrado iniciar proyectos de investigación en protozoos. Es importante destacar que la taxonomía molecular y morfológica es complementaria, dado a que países como el nuestro, no cuenta con todos los recursos para realizar investigaciones moleculares profundas, por lo tanto la morfología, es la base de los estudios, porque brinda herramientas para estudiar la ecología de los ecosistemas, además que los taxónomos tradicionales están en vía de extinción, sería interesante que se reactivara esta línea de la taxonomía tradicional.

Nelson Javier Aranguren Riaño - Se puede centrar en tres aspectos:
Nelson.aranguren@uptc.edu.co

Desde la biodiversidad, sin embargo, es importante tener en cuenta que es costoso, ya que taxonómicamente los individuos son complejos, tanto morfológica como molecularmente, por lo cual están explorando nuevas categorías taxonómicas.

Otra forma, es desde la ecología, teniendo como principal base el bucle microbioano por el reciclaje de materia orgánica, importancia ecológica, procesos funcionales que pueden llevar a conclusiones como, la calidad del agua. También investigando sobre los compuestos tóxicos haciendo bioensayos, que

generen soportes de regulación, y le de paso a estudios en ecotoxicología de los ecosistemas acuáticos.

Desde la educación, generando un cambio de visión en la comunidad cotidiana, generando estrategias para conocer el sistema, su valor real y se aprecie la regulación que los cuerpos deben tener para conservar a los seres vivos que habitan allí.

Carlos Alberto Rivera Rondón
carivera@javeriana.edu.co

Estableciendo su importancia dentro de la red trófica, generando proyectos de los procesos de descontaminación del agua, y estudiando ecosistemas remotos, y su productividad, por ejemplo, hay un cuerpo de agua que tiene un individuo endémico, y la nación lo considera como patrimonio nacional.

Gabriel Antonio Pinilla Agudelo
pinillag59@yahoo.com

En primer lugar, conocer la diversidad de protozoos, abundancia y composición en nuestros ecosistemas, si existe la relación con características fisicoquímicas y publicarlas en bases de datos en taxonomía para Colombia.

Determinar sus aspectos funcionales, en la red trófica, transferencia de energía, importancia del bucle microbioano, entre otros aspectos ecológicos que se pueden estudiar.

Yimmy Montoya
Yimmymontoya3@gmail.com

Desde la educación se pueden generar micro proyectos, por ejemplo, con agua de florero, para incentivar a los estudiantes a investigar, haciendo registros fotográficos, consultando en la web o en bibliotecas, para determinar organismos. Yo por lo menos, hago trabajos en bromelias, porque en ellas se generan unos tanques, y allí habitan gran cantidad de microorganismos, que a los estudiantes les permiten ir construyendo el concepto de biodiversidad.

Tener pasión por lo que haces e iniciar separando organismos, para realizar el proceso de identificación.

Tomar cursos de protistos, no solamente por el

aprendizaje, sino porque en esos cursos, puede haber intercambio de información muy interesante.

Como los protistos tienen dos líneas, una parasita y otra de vida libre; y la parasita genera ingresos porque afectan a los humanos, podrías iniciar estudios con la parasita, y al mismo tiempo investigas los organismos de vida libre.

Desde el punto de vista taxonómico, recomiendo iniciar por la taxonomía tradicional, ya que la molecular, requiere de dinero y de establecer protocolos que son muy largos de realizar, que puede llevarse a cabo en un trabajo de doctorado pero por lo pronto es mejor conocer las diferencias y sus funciones.

Los investigadores tuvieron varias recomendaciones para iniciar estudios en protozoos de vida en Colombia, todas fueron importantes, sin embargo se destaca el aspecto ecológico, desconocido hasta por ellos mismos, quienes llevan bastante tiempo estudiando los microorganismos acuáticos, y generando en Colombia proyectos para la formación y re significación de nuestros ambientes promoviendo su conservación y comprendiendo su diversidad; por lo tanto, las investigaciones en protozoos de vida libre, se deben promover desde las ciencias limnológicas, debido a que es necesario conocer sus funciones eco sistémicas, definiciones, grupos, características, abundancia, riqueza, y todos sus aspectos ecológicos que en ellos circunscribe, donde se aparta de la rama parasita, y cumple un papel fundamental en cada ecosistema acuático en el que habita, para ello es necesario, traer a Colombia especialistas que nos enseñen acerca de las metodologías a usar y su preservación, y a su vez, desde las diferentes entidades usar ese conocimiento, y divulgarlo desde las entidades educativas, hasta las entidades administrativas, de esta manera buscar la conservación hasta de una gota de agua, en donde habita un micromundo, el cual poco a poco lo hemos destruido.

2.6.5. Retos y perspectivas para continuar investigaciones en microorganismos acuáticos, especialmente protozoos de vida libre

Tabla 22. Respuesta de los especialistas a la pregunta ¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta las líneas de importancia, taxonomía, política y educación?

Especialista

Respuesta

Jhon Charles Donato Estimular a jóvenes limnólogos, crear infraestructura
jcdonator@unal.edu.co (equipos, laboratorios), impulsar nuevas tecnologías.

Néstor
Jaime Aguirre Ramírez Métodos de campo y de laboratorio para su análisis.
nestor.aguirre@udea.edu.co Taxonomía y ecología cuantitativa de protistas.

Claudia Patricia
Andramunio Acero - Hacer entender la importancia de los protozoos, ¿porque
clauandramunio@gmail.com estudiarlos? ¿Si son organismos bioindicadores? ¿Para
qué se encuentran en las cadenas alimenticias? ¿Si
proveen estabilidad al ecosistema? ¿Si se puede saltar el
grupo energético?

Elaborar catálogos propios de los microorganismos encontrados.

Interpretar todas las variables ecológicas y antrópicas que pueden estar afectando el cuerpo de agua y con ello el hábitat de los microorganismos, para generar posibles soluciones.

Nelson Javier Aranguren Generar nuevas preguntas acerca de su reconocimiento
Riaño como fundamentales en el estudio, encontrar su verdadera
Nelson.aranguren@uptc.edu.co relevancia, valorar más su conservación.

Carlos Alberto
Rivera Rondón Conexión entre especialistas, tanto del fito como el
carivera@javeriana.edu.co zooplancton para asesoramiento.

Establecer el impacto que los organismos tienen en las aguas residuales, establecer tratamientos para mitigación de contaminación.

Conocer el papel o el rol que desarrollan los microorganismos en el ambiente

Gabriel Antonio Pinilla Agudelo pinillag59@yahoo.com	Seguir presentando proyectos en el tema. Asociarse con investigadores extranjeros, principalmente en Latinoamérica
Yimmy Montoya Moreno Yimmymontoya3@gmail.com	Publicar todos los proyectos que se realicen tanto en el aula como en el laboratorio. Reunir información, documentar investigaciones hechas en Colombia, para facilitar los procesos de investigación sobre todo en las personas que están incursionando en el tema. Siempre incluir fotografías de la mejor calidad posible en los documentos.

En cuanto a los retos y perspectivas que ellos visualizan, se dividen principalmente en dos categorías, la primera es la educativa, donde se hace muy importante la estimulación a jóvenes limnólogos, y todos aquellos interesados en el tema, a proponer posibles soluciones a las problemáticas ambientales en las cuales nos vemos inmersos, a través de la creación de catálogos y la presentación de proyectos, con el compromiso de publicar en revistas, boletines, informes en la web y en todos los lugares que permitan la divulgación del conocimiento. La siguiente categoría, es la metodológica, ya que se requiere de métodos de campo, equipos y reactivos para el análisis de las muestras, además de especialistas en la temática, y financiación para llevar a cabo investigaciones, para lo cual se requiere apoyo por parte de las entidades tanto públicas como privadas, para incentivar la investigación, donde se promueva la conservación de los ecosistemas acuáticos y el ambiente.

6.7 Entrevista al Especialista Español en Microorganismos Acuáticos – Antonio Guillén

En la tabla 23. Se encuentran las respuestas del especialista a nivel internacional para conocer su perspectiva a cerca de los protozoos de vida libre, y su relación con las ciencias limnológicas en el mundo.

Tabla 23. Respuestas del Especialista Español a las diferentes preguntas formuladas

Pregunta	Respuesta
¿Cuál es la importancia de la limnología a nivel mundial?	El conocimiento de los organismos que habitan en las masas de agua, el de los parámetros físico químicos que las caracterizan y el de su dinámica es de vital importancia para el ser humano, porque globalmente el agua dulce es un recurso escaso, el conocimiento de todos esos elementos constituyen la clave para valorar su estado de salud y de qué forma el agua puede ser utilizada como recurso. Por otra parte el que la limnología deje de constituir un coto cerrado de conocimiento y se abra a la sociedad va a permitir una mejor comprensión de la naturaleza y de los procesos naturales que se dan el medio acuático, si esto llega a conseguirse la conciencia sobre los cuidados que debemos observar para mantener en buen estado nuestros ecosistemas acuáticos, estará más cerca y con ello nuestra salud y el mantenimiento del entorno que habitamos. Por otro lado y en cuanto a la investigación básica, la limnología centrada en el estudio de todos los seres microscópicos que habitan en el medio acuático, puede aportar importantes claves para entender algunos procesos biológicos vitales, comprender las relaciones filogenéticas y tener una visión más precisa de los procesos evolutivos a nivel global, todo ello sin olvidar que muchos de los organismos fotosintéticos que habitan en el medio acuático pueden contribuir de una manera notable a la fijación del CO ₂ atmosférico y con ello, reducir el impacto del calentamiento global. La producción de determinados compuestos químicos o el empleo de algunas algas en la alimentación, el papel que juegan algunos organismos acuáticos en la biorremediación pueden ser un ejemplo de esa importancia a la que alude la pregunta.

¿Qué estrategias se deben aplicar para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos?

Bajo mi punto de vista es muy importante el extender los muestreos a todos los hábitats acuáticos para poder tener una comprensión global de la biodiversidad que albergan estos ecosistemas, extenderlos geográficamente y temporalmente y hay una cuestión que considero fundamental y es que en la medida de lo posible habría que observar los organismos en vivo, es de todos conocido y existe amplia bibliografía al respecto de cómo los métodos de fijación alteran o destruyen buena parte del material biológico que se hace irreconocible con estos tratamientos que permiten preservar las muestras durante largo tiempo. Por otra parte se ha dado mucho peso a la cuantificación en las investigaciones relacionadas con los microorganismos acuáticos, olvidando los procesos vitales y otro tipo de observaciones que aportan mucha más información que la meramente estadística o numérica. Por otra parte sería muy importante, ahora que los medios tecnológicos lo permiten por el abaratamiento de los costes en el instrumental, dar a conocer estos organismos prácticamente desconocidos desde los niveles más elementales de la educación reglada, es decir fomentar la investigación y alentar la curiosidad innata en los niveles más básicos de los sistemas educativos. Para ello habría que dotar de material y facilitar una formación al profesorado que requeriría una inversión inicial que pronto sería amortizada.

¿Qué interacciones se deben establecer entre expertos para investigar y fomentar posibles soluciones en los cuerpos de agua?

El asegurar la independencia de las investigaciones es una cuestión clave, es muy frecuente que se puedan elaborar informes o "estudios científicos" "a la carta" o "suavizados" cuando hay intereses económicos importantes de por medio...y generalmente los hay. A partir de este punto, el compartir conocimiento a través de la red, de las publicaciones o de encuentros puede favorecer la búsqueda y el encontrar soluciones para los graves problemas que afectan a los cuerpos de agua continentales.

¿Cuáles estrategias se deberían generar desde los estudios limnológicos para que se amplíen los conocimientos en esta rama?

Sin duda ninguna aprovechar el enorme potencial de la red, bien a través de las redes sociales, de páginas específicas o de galerías de imágenes, pueden favorecer enormemente el tener una cultura limnológica básica, a partir de aquí será mucho más fácil diseñar estrategias específicas de investigación que permitan avanzar en los campos que interese. La realización de actividades de formación para el profesorado y el incremento tanto en el número de prácticas como el de su profundidad en los estudios universitarios y preuniversitarios pueden jugar un papel clave en este proceso.

¿Cómo deberían iniciar las investigaciones en protozoos de vida libre, teniendo en cuenta líneas de importancia, taxonomía, política y educación?

Fomentando desde los niveles básicos de la educación su conocimiento práctico a través de diseños de actividades de muestreo y observación directa, insistimos en la importancia de realizar las observaciones con material vivo para alentar la curiosidad en las etapas educativas más tempranas y el conocimiento de los procesos biológicos y las interacciones entre los seres en etapas de educación superior o en las actividades de investigación.

Para ello habría que trasladar a los políticos la importancia que tiene el conocimiento de este mundo invisible con el fin de que estas consideraciones pudieran ser tenidas en cuenta a la hora de planificar actuaciones concretas.

¿Cuáles son los retos y perspectivas para seguir investigando microorganismos acuáticos, en especial los protozoos de vida libre?

El extender y difundir su conocimiento para que el medio acuático sea respetado y deje de ser un sumidero a donde van a parar los desechos de los que nos queremos olvidar sumergiéndolos. El dotar de medios materiales a los laboratorios de los centros de enseñanza. El incluir en los programas educativos propuestas prácticas que permitan ahondar en su conocimiento...

En concordancia con lo establecido por los especialistas Colombianos, se establece que el agua dulce es un recurso escaso, por lo cual, se debe extender muestreos a todos los habitats para reconocer su degradación y punto de resiliencia. Se hace un especial énfasis en el carácter educativo que se requiere desde los niveles elementales de la educación, fomentando la investigación, aprovechando los avances tecnológicos, realizando proyectos, y por supuesto insistir en el extender y difundir el conocimiento adquirido.

Cabe resaltar que las ciencias limnológicas, es una disciplina que desconoce la comunidad cotidiana, por lo tanto, Guillen, Montoya, Aranguren, Pinilla y Andramunio, hacen un llamado a la comunidad científica, para generar estrategias de divulgación, en donde se vincule a la comunidad cotidiana para concientizar y fomentar la preservación de los ecosistemas acuáticos. De igual forma, insiste en observar a los organismos vivos, para diferenciarlos, y apreciar sus condiciones ecosistémicas. También critica la falta de solidaridad con el conocimiento, puesto que las investigaciones se realizan y no se divulgan para que, desde los políticos hasta los científicos y la comunidad en general tengan formación del mundo invisible, y de esta manera, el ecosistema acuático, tenga un papel protagónico, sea respetado y deje de ser la alcantarilla a donde van a parar los desechos de nuestros hogares.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que los protozoos de vida libre son muy poco estudiados en Colombia, especialmente en la zona hidrográfica Orinoco, se recomienda para trabajos posteriores incluir esta zona primordialmente, así como también incentivar a todos los docentes o profesionales con carreras afines a promover y desarrollar estudios limnológicos en protozoos de vida libre, caracterizando el ecosistema acuáticos.

Se concluye que las ciencias limnológicas establecen el deterioro de los ecosistemas acuáticos a partir de investigaciones en diversidad de organismos, que tienen una función especial en el ambiente, por lo cual los protozoos de vida libre, deben ser estudiados bajo esta perspectiva, puesto que, hacen parte fundamental de los ecosistemas acuáticos, ya que de acuerdo a su abundancia y diversidad se puede reconocer el estado de contaminación del cuerpo de agua estudiado, a su vez hacen parte de la red trófica que permite la regulación del ecosistema, donde se conocen las interacciones entre los organismos.

Se hace fundamental publicar todos los proyectos realizados en entornos académicos y científicos, especialmente los desarrollados en ecosistemas acuáticos, porque hay gran desconocimiento de la diversidad de microorganismos que habitan en los cuerpos de agua colombianos, especialmente en protozoos de vida libre, para generar posibles soluciones a problemáticas ambientales, particularmente, las presentes en las zonas hidrográficas de Colombia

Los protozoos de Vida libre son poco estudiados en el país, con un total de 91 investigaciones publicadas, de las cuales en su mayoría son enfatizadas en euglenozoos y dinoflagelados, por lo tanto, se concluye que es necesario continuar investigaciones en este campo.

Se determina que los protozoos de vida libre, aun no tienen taxonomía clara, hay muy pocos especialistas a nivel mundial, y en Colombia no hay ningún especialista, razón por la cual, las investigaciones en este campo, son mínimas, por lo tanto, es indispensable iniciar investigaciones para formular preguntar con el fin de conocer su diversidad, y de esta manera afianzar su clasificación.

La base de datos más utilizada fue Scielo, ya que es una de las más visualizadas y con mayor prestigio en Colombia y Latinoamérica. Así mismo, se reconoce la importancia de publicar documentos visibles para todo el público, en donde se tomen fotografías para reconocimiento visual de los microorganismos encontrados.

Hace falta financiación por parte de entidades gubernamentales, para realizar investigaciones en microorganismos acuáticos, donde se busquen posibles soluciones para rehabilitar el ambiente, de todos los daños causados por la intervención humana.

Se realizó una matriz de acuerdo a los documentos encontrados en web y en las diferentes entidades, jerarquizando la información a través de la propuesta diseñada por el IDEAM, en zonas hidrográficas de Colombia para su mayor comprensión.

Es importante destacar que Colombia cuenta con características específicas que permiten la variación genética y morfológica de los microorganismos, por lo cual se debería tener un documento base, en donde se pudiera indicar la manera más adecuada para desarrollar investigaciones en este campo, donde se incluya la morfología de organismos autóctonos, sus relaciones funcionales y genéticas, las metodologías a usar, y los tipos de análisis que se podrían adecuar, de acuerdo al cuerpo de agua que se esté estudiando. Sin embargo, al transcurrir el tiempo no hemos comprendido la importancia de los protozoarios en el campo de la Limnología, como seres de vida libre que a través de las múltiples relaciones que generan, pueden llegar a indicar el estado de contaminación del ecosistema acuático. Por lo cual, esta revisión establece la importancia de estudios en protozoos de vida libre en Colombia, y su relación con las ciencias limnológicas, ya que éste es un país que presenta diversas zonas hidrográficas, que deberían ser estudiadas, conservadas y protegidas.

Es indispensable conformar redes de conocimiento en los diferentes campos de estudio, en este caso de protozoos de vida libre, para divulgar y colaborar entre sí, facilitando las investigaciones en este campo.

Se recomienda a entidades públicas, generar proyectos en microorganismos acuáticos, facilitando el aprendizaje de los mismos, e incentivando el cuidado del ambiente especialmente de los ecosistemas acuáticos.

Se recomienda a docentes de Biología incentivar en los estudiantes el cuidado del ecosistema acuático, a partir de pequeños proyectos derivados de clase, en donde conozcan de la diversidad de microorganismo que habitan en una gota de agua.

Es necesario continuar con revisiones de trabajos realizados en protozoos de vida libre, y hacer investigaciones en ecosistemas acuáticos colombianos, para contribuir al fomento de la conservación del agua.

En el presente trabajo, no se analizó ni incluyó a la región Insular, ya que la gran mayoría de investigaciones se enfocaron a nivel oceánico, sin embargo, se encontró una investigación interesante acerca de la toxicidad de los dinoflagelados en océanos, por lo cual, se recomienda tener en cuenta esta región para estudios posteriores.

Se recomienda crear interacción entre los semilleros de investigación en esta rama.

Se recomienda generar nexos e interacciones entre la academia y el sector de las entidades oficiales, para actualizar información respecto a los protozoos de vida libre particularmente, a los ecosistemas acuáticos y ecología en general.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Contreras, L., Venegas, M., Arregoces, L., & Bermudez, A. (2015). *Caracterización y distribución de la comunidad zooplanctónica de la bahía de Cartagena durante la época seca*. Santa Marta Colombia: Colacmar Comprometidos con las Ciencias del Mar.
- INVEMAR. (2018). *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis*. Obtenido de ¿Quiénes somos?: <http://www.invemar.org.co/>
- Sánchez, C., Zambrano, J., & Guevara, G. (2015). Caracterización Biológica De La Quebrada San Luis En Un Sector Urbano Del Municipio De Manizales (Caldas, Colombia). *Tesis*. Caldas, Colombia: UNIVERSIDAD DE CALDAS.
- Acero, C. P. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Acherman, J. (2007). Análisis del estado de alteración y contaminación del Humedal Jaboque. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Acosta, B., Orozco, K., & Rodriguez, C. (2012). *Identificación de protozoos asociados a cuerpos en descomposición en medios ambientes acuáticos de tipo polisaprobios y mesosaprobios*. International Law Assist. Obtenido de Identificación de protozoos asociados a cuerpos en descomposición en medios ambientes acuáticos de tipo polisaprobios y mesosaprobios.
- Acosta, C., Fulgencio, N., & Díaz, L. (2005). Composición de la comunidad fitoplanctónica y su relación con los parámetros físico, químicos y físicoquímicos en el embalse de El Guajaro Atlántico-Colombia. *Tesis*. Atlántico, Colombia: UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO .
- Acosta, J., & Chivata, J. (2016). Apropiación y Sensibilización Ambiental con la Comunidad Aledaña al Humedal La Conejera, a Partir del Reconocimiento de los Organismos que Conforman el Fitoplancton y Zooplancton. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS.
- Acosta, N. (2004). *Compendio de formación de foraminíferos de Colombia*. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia.
- ADL, S., Leander, B., Simpson, A., Archibald, J., Anderson, R., Bass, D., . . . Spiegel, F. (2007). Diversity, Nomenclature, and Taxonomy of Protists. *Systematic Biology*, 664 - 667.
- Agudelo, G. A. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)

- Aguirre, D., Aguirre, N., & Caicedo, O. (2008). Evaluación de la calidad del agua a través de los protistas en la quebrada La Ayurá en Envigado (Antioquia). *Producción + Limpia*, Vol. 3 No. 1.
- Alvarez, G., & Gonzalez, N. (1999). Caracterización taxonómica del zooplancton presente en los humedales "Juncuales" y "La Herrera ubicados en la sabana de Bogotá (Colombia) y su función como bioindicador de la calidad del agua. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Anderson, R. (1987). *Comparative Protozoology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Andramunio, C. (2013). Dinámica sucesional y ecología trófica de la comunidad perifítica en dos ambientes del sistema lagunar de yahuaraca (Amazonas, Colombia). *Tesis*. Leticia, Amazonas, Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Andramunio, C., Duque, S., & Sierra, C. (2008). Estudio sucesional - Espacial de la comunidad fitoperifítica asociada a *Paspalum repens* en el lago Tarapoto (Amazonia Colombiana). *Revista Ciencias*, Vol 12, 57- 72.
- Arcos, M. (2006). Perifiton : un estudio en el humedal de Jaboque. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA.
- Arteaga, E., Rodríguez, E., & Galeano, A. (2008). Distribución, abundancia y composición del fitoplancton y condiciones ambientales en la cuenca pacífica colombiana, durante enero - febrero de 2007. *CiOH. Boletín Científico CCCP*, No. 15: 105-122.
- Ayala, C., Martínez, P., Méndez, A., & Vidal, L. (2009). Primer registro del dinoflagelado *Neoceratium digitatum* (Schütt) Gómez, Moreira y López-García 2009 (Dinophyceae), en aguas del Caribe colombiano. *Biota Colombiana*.
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 12-19.
- Barrios, B. (2017). Variaciones estacionales y verticales de la composición, abundancia y diversidad de la comunidad fitoplanctónica del Embalse del Neusa. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Benavides, E., & Espitia, L. (2005). Determinación Taxonomica De Los Protozoarios Ciliados Presentes En 13 Humedales Bogotanos. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Betancourt, V. (2010). Estructura y dinámica de la comunidad fitoplanctónica del subembalse del Magdalena (Embalse de Betania) en el departamento del Huila. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Bhamrah, H., & Juneja, K. (2002). *An Introduction to Protozoa*. Estados Unidos: Anmol Publications.

- Bovee, E. (1957). Protozoa of Amazonian and Andean Waters of Colombia, South America - Protozoos de las aguas amazónicas y andinas de Colombia, Sudamérica. *Journal Protozool*, 63-66.
- Brusca, R., Moore, W., & Shuster, S. (2016). *Invertebrates*. Oxford: Hardcover.
- Bütschli, O. (1883- 1887). *Protozoa. III. Infusoria und System der Radiolaria*. In: Dr. H.G. Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*. Leipzig: Winter: Erster Band.
- CAR. (2018). *Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca*. Obtenido de Misión CAR: <https://www.car.gov.co/vercontenido/3>
- Carbal, L., Foen, L., Morales, M., & Orozco, M. (2016). Amebas de Vida Libre aisladas en aguas superficiales del municipio de Turbaco, Bolívar-Colombia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 59-69.
- Carrias, J., Cussac, M., & Corbara, B. (2001). A preliminary study of freshwater protozoa in tank bromeliads. *Journal of Tropical Ecology*, 611 - 617.
- Castañeda, A., Malaver, C., & Jimenez, M. (2011). Identificación De Protozoos De Vida Libre A Partir De Muestras De Agua Del Corredor Ecológico Del Humedal La Conejera. *Asociación Colombiana de Ciencias Biologicas*, 1 - 399.
- Castillo, F., & Vizcaino, Z. (1992). *Los indicadores biológicos del fitoplancton y su relación con el fenómeno de el niño 1991-92 en el pacifico colombiano*. Cartagena No. 12. Pág. 13 -22 ISSN 0120 0542: CIOH Bol. Cient. .
- Catálogo de la Vida. (22 de Julio de 2018). *Catálogo de la Vida*. Obtenido de Catálogo de la Vida: <http://www.catalogueoflife.org/col/>
- Cavalier, T. (1993). *Kingdom protozoa and its 18 phyla*. Microbiology and Molecular Biology Reviews.
- Cavalier, T. (2009). Megaphylogeny, cell body plans, adaptive zones: causes and timing of eukaryote basal radiations. *J Eukaryot Microbiol*, 26 - 33.
- Cavalier, T. (2010). *Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree*. Recuperado el Julio de 2018, de Biology Letters: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2880060/>
- Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. (2018). *CIDC*. Obtenido de Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico: <http://cidc.udistrital.edu.co/web/>
- COLCIENCIAS. (2018). *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de Gobierno de Colombia: http://www.colciencias.gov.co/quienes_somos/sobre_colciencias/mision_vision

- Collard, P. (1985). *El desarrollo de la microbiología*. Barcelona: Reverte.
- Corliss, J. (1984). The kingdom protista and its 45 phyla. *Biosystems*, 87-126.
- Corporación Autónoma Regional CAR. (1991). *Fitoplancton y aspectos fisicoquímicos de la Laguna de Suesca: estudio limnológico*. Bogotá D. C. Colombia: CENTRO DE DOCUMENTACIÓN CAR.
- Corporación Autónoma Regional CAR. (1994). *Variación estacional de la comunidad zooplanctónica en estanques de Cultivo y la fuente de agua en la estación piscícola de Apulo - Cundinamarca*. Bogotá D. C. : CENTRO DE DOCUMENTACIÓN CAR.
- Corporación Autónoma Regional CAR. (1995). *Análisis del zooplancton presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Tocancipa*. Bogotá D. C. Colombia: CENTRO DE DOCUMENTACIÓN CAR.
- Corporación Autónoma Regional CAR. (1997). *Contribución del estudio taxonómico del Zooplancton presente en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Chia - Cundinamarca*. Bogotá D.C. Colombia: CENTRO DE DOCUMENTACIÓN CAR.
- Cortés, C. (2010). *Guía para el estudio de los protistas de vida libre: Protozoos*. Iztacala: Universidad Nacional Autónoma de México.
- De la hoz, M. (2004). *Dinámica Del Fitoplancton De La Ciénaga Grande De Santa Marta, Caribe Colombiano*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-97612004000100009
- Díaz, J., Valoyes, V., Guisande, C., Torres, N., González, A., Sanabria, L., . . . Núñez, M. (2007). "Perifiton y fitoplancton asociados con la planta carnívora tropical *Utricularia foliosa* Periphyton and phytoplankton associated with the tropical carnivorous plant *Utricularia foliosa* - . *Aquatic Botany* , 87 285–291.
- Díaz, S. (2009). Identificación y Descripción de las asociaciones fitoplanctónicas encontradas en dos ecosistemas lenticos (Artificial y Natural) de la Sabana de Bogotá. *Tesis*. Bogotá , D. C. , Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Donato, J. C. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Escobar, J., & Krieger, S. (1999). *Biodiversidad Siglo XXI Colombia*. Santa fé de Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Estructura y dinámica de la comunidad fitoplanctónica del subembalse del Magdalena (Embalse de Betania) en el departamento del Huila. (s.f.).

- Fernandez, D. (1990). *Las nuevas clasificaciones de los organismos eucarioticos unicelulares protistologia versus protozoologia*. Madrid: Sociedad Española de Historia Natural.
- Gallegos, E., Lugo, A., Calderon, A., Sanchez, M., & Mayén, R. (2014). Biodiversidad de protistas amébidos de vida libre en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, S10 - S25.
- Galvis, W. (2007). identificación dos protozoos ciliados como posibles bioindicadores de contaminación por cobre para el biomonitorio . *Tesis*. Pamplona, Norte de Santander, Colombia: UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.
- Gao, F., Huang, J., Zhao, Y., Li, L., Liu, W., Miao, M., . . . Song, W. (2016). *The all-data-based evolutionary hypothesis of ciliated protists with a revised classification of the phylum Ciliophora (Eukaryota, Alveolata)*. China: Scientific reports.
- García, C., Román, C., Taphorn, D., & Gonzalez, M. (2010). Caracterización fisicoquímica y biológica del río Roble, Alto Cauca, occidente de Colombia. "*Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales* , 12(1): 5-16.
- Garcia, I., & Malicov, I. (2003). Comportamiento de diatomeas y dinoflagelados en la bahía de Tumaco bajo la influencia de cambios climáticos durante el período 1995-2000. *CiOH. Boletín Científico CCCP* , 22-33.
- Gavilan, M. (s.f.). Biomasa y productividad primaria de la comunidad fitoplanctonica en el Lago Boa, Caqueta Medio - Colombia. *Tesis*. Bogota, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Gaviria, S. (1992). *Situación de la limnología en Colombia y sus perspectivas*. Sevilla: Primer encuentro de limnólogos iberoamericanos.
- Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo, J., & Rivera, M. (2013). Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca. *Rev. Biol. Trop.*, Vol. 62 (Suppl. 1): 117-132.
- Guillén, G. (2002). *Diversidad protozoológica de los pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Haskpiel, C. (2005). Variacion espacial y temporal de la abundancia del nanoplancton heterotrofo y su relacion con la abundancia y el volumen celular del bacterioplancton en el embalse del Neusa. *Tesis*. Bogota, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Hernández, E., Aguirre, N., & González, E. (2012). La vida microscópica en la ciénaga de Ayapel: un modelo hermenéutico para traducir el lenguaje científico en lenguaje cotidiano. *Uni-pluri/versidad*, Vol. 12, N.º 3.

- Hernández, E., Aguirre, N., Palacio, J., Ramírez, J., Duque, S., Guisande, C., . . . Mogollón, M. (2012). Rasgos Morfológicos Del Fitoplancton En Seis Sistemas Leníticos De Las Regiones Amazónica, Andina Y Caribe De Colombia. *Actual Biol* , 34 (96): 67-83.
- IDEAM. (2013). *zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C.* Bogotá D.C.: Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- IDEAM. (26 de Abril de 2017). *Erosión produce 340 millones de toneladas de sedimentos en los ríos de Colombia.* Obtenido de rcn radio: <https://www.rcnradio.com/colombia/erosion-produce-340-millones-toneladas-sedimentos-los-rios-colombia>
- IDEAM. (2018). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Obtenido de MINAMBIENTE: <http://www.ideam.gov.co/>
- Infante, A. (1988). *El plancton de las aguas continentales.* Washington DC: Organización de los Estados Americanos.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2018). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.* Obtenido de Investigación en biodiversidad y servicios ecosistémicos para la toma de decisiones: <http://www.humboldt.org.co/es/>
- Jaramillo, J. (2012). Cambios espacio-temporales del plancton en la ciénaga de Ayapel (Córdoba-Colombia), durante la época de menor nivel del agua. *Caldasia* , 213-226.
- Jaramillo, J., & Aguirre, N. (2012). Fluctuación de los ensamblajes planctónicos en la ciénaga de Ayapel (córdoba-Colombia) durante un ciclo semanal. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 63-76.
- John, D. (1991). *Fitoplancton Y Aspectos Fisicos Y Quimicos De La Laguna De Chingaza En Cundinamarca, Colombia.* Bogotá : CAR.
- Kudo, R. (1939). *Protozoology.* Illinois: Springfield.
- Lee, J., Leedale, G., & Bradbury, P. (2000). *Illustrated Guide to the Protozoa.* Society of Protozoologists: Wiley-Blackwell.
- Leguizamo, B., Mogollón, A., Duque, S., & López, W. (2009). Caracterización de la comunidad fitoplanctonica de la Ciénaga de San Sebastian , complejo cenagoso del bajo Sinú, Departamento de Cordoba - Colombia. *Revista de ciencias* , Vol 12, 11- 30.
- López, M., Ramírez, J., Palacio, J., Echenique, R., Mattos, C., & Parra, E. (2016). Biomasa Del Fitoplancton Eucariota Y Su Disponibilidad Para La Red Trófica Del Embalse Riogrande II (Antioquia, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* , 40(155):244-253.

- Luna, V. (2006). *Atlas de Ciliados y otros microorganismos frecuentes en sistemas de tratamiento aerobio de aguas residuales*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Lynn, D. (2008). *The ciliated protozoa: characterization, classification, and guide to the literature*. Springer Science & Business Media.
- Marciales, L., Diaz, J., Cruz, P., & Medina, V. (2012). Evaluación de la composición del plancton en cuatro lagunas de rebalse del rio Metica (Puerto López, Meta, Colombia). *Tesis*. Villavicencio, Meta, Colombia: UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS.
- Martínez, N. (2007). Evaluación de la estructura y composición de la fauna mesozooplactonica de la bahía de Cartagena de marzo a noviembre de 2005. *Tesis*. Bogotá , D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO.
- Mayen, R., Reyes, M., & Vicencio, M. (2012). *Biodiversidad de protistas (flagelados heterótrofos) en México*. Mexico: Revista Mexicana de Biodiversidad.
- Medina, D. (2016). Estado Actual de la Limnología en Colombia. *Tesis*. Bogotá, D. C. , Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- MINAMBIENTE. (2018). *MINAMBIENTE Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Gobierno de Colombia: <http://www.minambiente.gov.co/index.php>
- Molinares, C., Martinez, J., Fiorini, F., & Jaramillo, C. (2007). *Ambientes De Acumulación Y Foraminíferos Bentónicos De La Formación Tubará (Plioceno Del Valle Inferior Del Magdalena)* . Magdalena: Boletín de Geología Vol. 29, No. 2.
- Montoya, Y., & Aguirre, N. (2009). Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables. *Revista Gestión y Ambiente*, 22.
- Montoya, Y., & Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente* , Vol. 16 (3): 91-117.
- Montoya, Y., & Aguirre, N. (2013). Estado del Arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 91- 117.
- Mora, P., Victor, L., García, A., Villa, F., Roa, M., Albornoz, J., . . . Mantilla, J. (2015). *"Identificación y caracterización de grupos biológicos (comunidades hidrobiológicas, macroinvertebrados, plantas acuáticas, peces, anfibios, plantas terrestres, reptiles, aves y mamíferos, en el complejo de humedales de Paz De Ariporo- Hato Corozal, Casa*. Yopal, Casanare: Instituto Humboldt.
- Morales, S., & Peña, E. (2009). Perifiton de tres lagos de la meseta de Popayan, Colombia y uso como indicadores de estado trófico. *Revista de Ciencias* , Vol 12. 89 - 108.

- Moreno, Y. M. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Naranjo, K. (2016). Calidad del agua a partir de la aplicación del foram index (FI) como herramienta bioindicadora en la montaña submarina bajo frijol del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad (PNN CPR), Caribe Colombiano. *Tesis*. Bogota, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DEL BOSQUE.
- Olmo, J. (1998). *Diversidad local y global de los protozoos ciliados de habitats de agua dulce*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Orjuela, J. (2016). Evaluación Limnológica Del Embalse La Regadera, Sus Tributarios Y La Zona De Descarga Del Río Tunjuelo. Usme – Cundinamarca. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD MILITAR DE NUEVA GRANADA.
- Ortiz, L. (2017). Comunidad Fitoplanctónica, Perifítica Y Parámetros Físicoquímicos Como Indicadores De La Calidad Del Agua De La Reserva El Santuario Tausa, Cundinamarca, Colombia. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD DEL BOSQUE.
- Osorio, R., Cañon, M., & Gracia, M. (2011). *"Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General*. Cartagena Bolivar Colombia: "DIMAR-CIOH.2011. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General.
- Oterino, A. G. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Page, F. (1988). *A new Key to Freshwater and soil Gymnamoebae*. Cumbria, England: Freshwater Biological Association.
- Parada, C., Castillo, E., & Miranda, C. (1985). "La ecología, sistemática y distribución de foraminíferos bentónicos entre la desembocadura del río Sinú y Covenas en el Caribe colombiano. *CALDASIA, VOL. XIV*.
- Parra, Y., & Reinoso, G. (2011). Fitoplancton De Humedales De Zonas Bajas Del Departamento Del Tolima. *XLVI CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, 2011*. Tolima - Colombia: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA.
- Pastrana, E. (2016). Relación De Grupos Funcionales Fitoplanctónicos Basados En Su Morfología Presentes En El Embalse De Betania Durante Dos Periodos Hidrológicos, Yaguará (Huila). *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*.
- Peña, V., & Pinilla, G. (2002). Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico Colombiano. *CiOH Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 37 (1): 67 - 81.

- Perez, M. (2009). *Estructura de la comunidad zooplanctonica en un humedal urbano andino neotropical por un periodo de siete meses*. Bogotá D.C.: Universidad Militar de Nueva Granada .
- Pérez, M. (2009). Estructura De La Comunidad Zooplanctónica En Un Humedal Urbano Andino Neotropical Por Un Periodo De Siete Meses. *Tesis*. Bogotá , D. C. , Colombia: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Pinilla, G. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica*. Bogotá D.C.: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Pinilla, G. (2005). *Ecología del fitoplancton en un lago amazonico de agua claras (Lago Boa, Caqueta medio República de Colombia)*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Pinilla, G. (2006). Distribución vertical de fitoplancton en un lago de aguas claras de la Amazonía colombiana (Lago Boa, Medio Caquetá). *Hydrobiologia* , Vol. 568, Issue 1, pp 79–90 .
- Plata, Y., & Pimienta, A. (2011). Factores que determinan la Variabilidad fitoplancton En los pantanos de la Depresión Momposina (COLOMBIA). *Tesis*. Bucaramanga, Santander, Colombia: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
- Potes, C. (1996). Análisis de la estructura del zooplancton superficial del sistema de caños y lagunas urbanos de Buenaventura. *Tesis*. Quindío, Colombia: UNIVERSIDAD DEL QUINDIO.
- Pulido, P. (2015). El Fitoplancton En La Determinación Del Estado Trófico Del Humedal El Salitre (Bogotá D.C., Colombia) En Épocas Climáticas Contrastantes. *Tesis*. Bogotá, D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Ramírez, D., Giraldo, A., & Tovar, J. (2006). Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004). *Invest. Mar., Valparaíso*, 34(2): 211-216.
- Ramirez, J., Bicudo, E., Roldán, G., & García, C. (2000). Variaciones Temporales Y Verticales En La Estructura De La Comunidad De Phytoplankton Y Su Relación Con Algunos Parámetros Morfométricos De Cuatro Reservorios Colombianos. *Caldasía* , Vol. 22, No. 1.
- Rámirez, N. J. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Riaño, N. J. (Junio de 2018). Especialista en microorganismos acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Rivera, C., Zapata, A., Perez, D., Morales, Y., Ovalle, H., & Alvarez, J. (2010). Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). *Acta biol. Colomb*, Vol. 15 N.º 1, 145 - 166.

- Rodriguez, D. (2007). Distribución espacial y temporal de la comunidad mesozooplanctónica presente en el complejo de cienagas de Bahía de Cispatá (Cordoba, Caribe Colombiano). *Tesis*. Bogotá, D. C. , Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Rodriguez, L. (2012). Determinación del estado trófico de tres ecosistemas lenticos de la sabana de Bogotá con base al fitoplancton, en dos periodos climáticos contrastantes. *Tesis*. Bogotá, D.C., Colombia: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Rodriguez, S. (1994). Ecología de las amebas de vida libre. *Critical Reviews Microbiology*, 225 - 241.
- Rojas, P., & Ortiz, J. (2007). Comportamiento del fitoplancton durante el evento ENOS en el océano pacifico, Colombiano. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, - No. 6 , 5 - 15.
- Roldán Perez, G. A., & Ramirez Restrepo, J. J. (2008). *Google*. Recuperado el 18 de Julio de 2018, de Google Books:
https://books.google.com.co/books/about/Fundamentos_de_limnolog%C3%ADa_neotropical.html?id=FA5Jr7pXF1UC&redir_esc=y
- Roldán, G. (1997). *Caracterización Limnologica De Los Recursos Hídricos Del Parque De Piedras Blancas*. Bogotá: CAR.
- Roldán, G., & Ramirez, J. (2008). *Google*. Recuperado el 18 de Julio de 2018, de Google Books:
https://books.google.com.co/books/about/Fundamentos_de_limnolog%C3%ADa_neotropical.html?id=FA5Jr7pXF1UC&redir_esc=y
- Roldán, G., Posada, J., & Gutierrez, J. (2001). *Estudio limnológico de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas*. Bogotá D.C. ; Colombia: INSTITUTO HUMBOLDT, SECRETARIA DE AMBIENTE Y CAR RIO NEGRO Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Rondón, C. A. (Junio de 2018). Especialista en microorganismo acuáticos. (A. Y. Pulido, Entrevistador)
- Ruiz, M., Piedrahita, M., & Restrepo, E. (2008). *Bdigital*. Obtenido de Boletin Ciencias de la Tierra:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9234/11129>
- Ruppert, E., & Barnes, R. (1996). *Zoología de los invertebrados*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Salcedo, M., Duque, S., Palma, L., Torres, A., Montenegro, D., Bahamón, N., . . . Alba, Á. (2012). Ecología del fitoplancton y dinámica hidrológica del sistema lagunar de Yahuaraca, Amazonas, Colombia: Análisis integrado de 16 años de estudio. *Mundo amazónico* , Vol. 3 9-41.

- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metología de la Investigación*. México D. F.: McGRAW-HILL/ Interamericana de editores S.A. de C.V.
- Sánchez, C. (2000). *Origen y Evolución del parasitismo*. Zaragoza: Academia de Ciencias Exactas, físicas, químicas y naturales de Zaragoza.
- Sardi, A., Peña, E., Madera, C., & Cerón, V. (2016). Diversidad de las comunidades de algas asociadas a un sistema algal de alta tasa fotosintética para la biorremediación de lixiviados de rellenos sanitarios. *Latin American Journal of Aquatic Research. Lat. Am. J. Aquat. Res*, 44(1): 113-120.
- Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. (2015). Poster en el XVI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. *Distribución de foraminíferos bentónicos en dos áreas del Pacífico colombiano (bloques Egoró y Merayana)*. Santa Marta, Magdalena, Colombia: Corporación con las ciencias del mar -Colacmar-.
- Sierra, J. (1999). *Organismos Indicadores de Contaminación en un cuerpo de agua*. Bogotá: Investigación y desarrollo social Universidad Militar de Nueva Granda.
- SINCHI. (2018). *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas*. Obtenido de ¿Quiénes Somos?: <https://www.sinchi.org.co/quienes-somos>
- Streble, H., & Krauter, D. (1987). *Atlas de los microorganismos de agua dulce*. Omega.
- Taylor, F. (2003). The collapse of the two-kingdom system, the rise of protistology and the founding of the International Society for Evolutionary Protistology (ISEP). *Revista Internacional de Microbiología Sistemática y Evolutiva*.
- Toro, D., Jaramillo, M., Ocampo, D., Correa, R., & Salgado, P. (2012). Estudio Limnológico De La Laguna Negra. Zona Amortiguadora Del P.N.N. Los Nevados. *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, 23 - 38.
- Torres, A., Duque, S., & Caraballo, P. (2014). Papel Trófico Del Zooplancton A Través Del Análisis De Isotopos Estables En Un Lago De Inundación De La Amazonia Colombiana. *Caldasia* , 36 (2): 331- 344.
- Tsyganov, A., Babeshko, K., & Mazei, Y. (2016). *A Guide to Testate Amoebae*. Пенза Издательство ПГУ: Boletín de la Universidad Estatal de Tomsk.
- Uribe, H. (2003). Relación entre las condiciones ambientales y la comunidad fitoplanctónica (diatomeas y dinoflagelados) de la Cuenca del Pacífico Colombiano : cruceros oceanográficos Pacífico ERFEN 1996-2001. *Tesis*. Bogotá , D. C., Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.
- Urrea, S. (2016). Aproximación Al Estado Limnológico Del Humedal El Burro (Bogotá, Cundinamarca) Mediante Las Comunidades Fitoplancton, Zooplancton Y La Determinación

De Índices De Calidad En Tres Temporadas Climáticas. *Tesis*. Bogotá, D. C. , Colombia: UNIVERSIDAD DEL BOSQUE.

Vanegas, M., & Arregocés, L. (2015). Aportes al conocimiento de la riqueza de los tintínidos (Protozoa; Ciliophora) de aguas superficiales del Caribe colombiano. *Bol. Cient. CIOH* , 33:107-121.

Vásquez, C., Ariza, A., & Pinilla, G. (2006). *Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano Cundiboyacense*. Bogotá D. C. Colombia: CAR.

Vidal, L. (2010). *Manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños*. Bogotá D.C. Colombia: FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO.

Vigoya, L. (2009). Distribución espacial y temporal de la comunidad mesozooplanctónica presente en el complejo de cienagas de Bahía de Cispatá (Cordoba, Caribe Colombiano). *Tesis*. Córdoba, Colombia: UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.

Wetzel, R. (1983). *Periphyton of freshwater ecosystems*. La Haya: Association for the Sciences of Limnology and Oceanography.

Wetzel, R., & Likens, G. (2000). *Limnological Analyses*. New York: Springer-verlag.

Zabala, A. (2017). Diagnóstico ambiental de la ciénaga de ayapel a través de la variación temporal de los aspectos morfo funcional del fitoplancton y un indicador de calidad ecológica. *Tesis*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia Corporación Académica Ambiental .