



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA Y BIOMEDICA

TITULO DE BIÓLOGO

Colección de Referencia Digital para los Invertebrados Acuáticos del Ecuador (CORA)

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Sisalima Macas Tangya Ivanova.

DIRECTOR: Iñiguez Armijos Carlos Alberto, Dr.

LOJA – ECUADOR

2019



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dr.

Carlos Iñiguez Armijos

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación, Colección de Referencia Digital para los Invertebrados Acuáticos del Ecuador (CORA) realizado por Sisalima Macas Tangya Ivanova ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre 2019

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Tangya Ivanova Sisalima Macas declaro ser el autor (a) del presente trabajo de titulación: Colección de referencia digital para los invertebrados acuáticos del Ecuador (CORA), de la titulación de Biología siendo Carlos Alberto Iñiguez Armijos director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen, con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Tangya Ivanova Sisalima Macas

Cédula: 1103975767

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a mis padres, Enma Macas y José Sisalima, que, con su sabiduría supieron guiar cada uno de mis pasos.

A mi pequeña Ainoha, que con su fortaleza me ha reinventado cada mañana, dándome motivos para ser mejor cada día.

Y finalmente a mis hermanos Ronald y Danny que han sido parte elemental de mi formación.

Tangya.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a la Universidad Técnica Particular de Loja, en la cual realice mis estudios. Especialmente a mis profesores que contribuyeron a mi formación profesional y de manera particular a mi director de tesis Carlos Iñiguez Armijos que me supo guiar de manera oportuna, en la realización de este trabajo, a Andrés Ruiz que ha sido parte fundamental de este proyecto, y a mis amigos más cercanos que me apoyaron cuando lo necesitaba.

Tangya.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. <i>Invertebrados acuáticos</i>	5
1.2. <i>Importancia ecológica de los invertebrados acuáticos</i>	6
1.3. <i>Claves de identificación</i>	6
1.4. <i>Colecciones de referencia digitales</i>	6
1.4.1. <i>Digital key to aquatic insects of North Dakota</i>	7
1.4.2. <i>Macroinvertebrates.org</i>	7
1.4.3. <i>Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)</i>	8
1.4.4. <i>A digital reference collection for aquatic macroinvertebrates of North America (NAAMDRC)</i>	8
1.5. <i>Objetivos</i>	8
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	8
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	8
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1. <i>Objetivo 1</i>	10
2.1 .1. <i>Identificación taxonómica</i>	10
2.1 .2. <i>Digitalización de los especímenes</i>	15
2.2. <i>Objetivo 2</i>	16
2.2.1. <i>Estructura on-line</i>	16
CAPÍTULO.3. RESULTADOS	17
3.1. <i>Objetivo 1</i>	18
3.2. <i>Objetivo 2</i>	19
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	25
<i>Anexo 1. Tabla de contenidos de la guía ilustrada de la CRD de los invertebrados acuáticos del Ecuador</i>	26

RESUMEN

Los invertebrados acuáticos están presentes en casi todos los ecosistemas dulceacuícolas y son representados por una gran diversidad de especies de varios filos. Dada su importancia ecológica, el estudio de estos organismos es parte central en ecología acuática, para la evaluación y monitoreo de los ecosistemas acuáticos. Una de las limitantes para su estudio es su taxonomía y la disponibilidad de fuentes de consulta, para regiones poco estudiadas como el Neotrópico. El presente trabajo describe cómo se realizó la colección de referencia digital para los invertebrados acuáticos del Ecuador "CORA", nombrada así por uno de los géneros del orden Odonata (Polythoridae). Dicha colección se encontrará disponible en línea en la plataforma del Laboratorio de Ecología Tropical y Servicios Ecosistémicos (EcoSs^{Lab}) con acceso libre al público. CORA está constituida por fotografías digitales que ayudarán a la verificación e identificación de especímenes. Las fotografías van acompañadas de información taxonómica y ecológica que ha sido sistematizada después de una exhaustiva búsqueda de literatura científica y gris. CORA estará en continua ampliación y podrá desarrollarse con la colaboración de otros investigadores e iniciativas similares.

Palabras claves: Colección de referencia digital; Invertebrados acuáticos; Identificación taxonómica, Ecuador

ABSTRACT

Aquatic invertebrates are present in almost all freshwater ecosystems being represented by a high diversity of species belonging to several phyla. Due to its ecological importance, the study of this group of organisms has been a central part in aquatic ecology and for the assessment and monitoring of aquatic ecosystems. Nevertheless, some of the limitations for their study are taxonomic identification and the availability of information sources, especially for poorly studied regions such as the Neotropics. This work describes how we created a digital reference collection for the aquatic invertebrates of Ecuador named CORA for a genus of the order Odonata (Polythoridae). This collection will be available online in the platform of the Laboratory of Tropical Ecology and Ecosystem Services (EcoSs^{Lab}) with free access to the public. CORA is constituted by digital photographs to facilitate the verification and identification of specimens. In addition, the photographs appear together with taxonomic and ecological information of the aquatic invertebrates that has been systematized after an exhaustive search of scientific and gray literature. CORA will be a tool that will be in continuous expansion and can be developed with the collaboration of other researchers and similar initiatives.

Keywords: Digital reference collection; Aquatic invertebrates; Taxonomic identification; Ecuador

INTRODUCCIÓN

Las colecciones de referencia digital (CRD) son recursos electrónicos, que brinda información rápida y puntual e introducen al usuario en el conocimiento de la taxonomía de un grupo de organismos. Su propósito es facilitar la investigación y la búsqueda de información tanto a la comunidad universitaria como al público en general; Las CRD utilizan, sistemas de datos, información y conocimiento, en este sentido, las CRD son una mejora para el estudio de los organismos debido a que integran la información física, en ellas los recursos son seleccionados, colectados, organizados, preservados y su acceso va en apoyo a una comunidad específica de usuarios (Voutssas, 2007). Las CRD pueden cubrir una mayor diversidad taxonómica en comparación con las colecciones de referencia física que tienden a ser limitadas por el espacio que ocupan. Además, los especímenes físicos tienen un valor determinado en términos de su utilidad y su digitalización los protege de daños o posibles pérdidas dadas por la repetida manipulación (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014).

La Colección de Referencia Digital de los Invertebrados Acuáticos del Ecuador (CORA) nombrada así por uno de los géneros del orden Odonata, se centra en la elaboración y digitalización de un catálogo online que ayudará a la comunidad científica y público en general en la identificación taxonómica de los diversos invertebrados acuáticos del Ecuador y la región. El estudio de los invertebrados acuáticos necesita recursos como guías de claves taxonómicas e información ecológica acerca de cada taxón. Por lo tanto, al no contar con información taxonómica de calidad se presentan dificultades para identificarlos. (Centurión & Pardo, 2013).

Nuestro país no posee catálogos para la mayoría de invertebrados y se sabe muy poco de la distribución, ecología y conducta de los escasos insectos conocidos (Salasar & Donoso, 2015). CORA es el primer repositorio digital de invertebrados acuáticos para nuestra región, de fácil manejo y de acceso libre aportando con una colección digital para la identificación taxonómica y consulta de información ecológica de los invertebrados acuáticos. En esta CRD, los especímenes se presentan a nivel de género debido a que las claves a nivel de especie no están disponibles para estadios inmaduros de la mayoría de los insectos acuáticos (Walters, Morgan A, & Robert E, 2017).

CORA se encontrará disponible en línea en la plataforma del Laboratorio de Ecología Tropical y Servicios Ecosistémicos (<https://investigacion.utpl.edu.ec/grupos/ecosslab>) con acceso libre al público. De esta forma, se logra contribuir al conocimiento de los invertebrados acuáticos del Ecuador y la región, logrando apoyar a los diferentes procesos de monitoreo y evaluación del estado de los ecosistemas acuáticos.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Invertebrados acuáticos

El grupo de invertebrados acuáticos o macroinvertebrados se encuentran presentes en casi todos los ecosistemas acuáticos del planeta entendiendo al término "macro" como la fauna de invertebrados retenida por una malla de 500 mm, incluyendo a las etapas primarias que son de menor tamaño; Debido a que estos grupos son importantes para entender las relaciones tróficas, la producción secundaria y otras relaciones ecológicas, se los incluye dentro del grupo de los "Macrobentos" (Hauer & Resh, 2017).

Los invertebrados se encuentran conformados por numerosos filos, incluyendo artrópodos (insectos, ácaros, anfípodos y crustáceos), moluscos (caracoles, mejillones y almejas), anélidos (gusanos segmentados y sanguijuelas), nematodos (gusanos redondos) y turbelarios (gusanos planos), (Hauer & Resh, 2017). Estos grupos se pueden clasificar dependiendo de donde se encuentran en el cuerpo de agua y de la forma de moverse, es así que los que se encuentran viviendo en la superficie del agua se clasifican como neuston, los que permanecen suspendidos en la columna del agua se denominan plancton, los nadadores de forma activa necton mientras que los que viven en algún tipo de sustrato, ya sea en el fondo, en los tallos en rocas se denominan bentos perteneciendo a este último grupo la gran mayoría de invertebrados (Hanson et al., 2010)

Los grupos que habitan los ambientes acuáticos muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo diferencias en sus ciclos de vida; En los trópicos los invertebrados por lo general tienen varias generaciones al año, es decir, los ciclos de vida son "multivoltinos", mientras que en los templados, existe una estacionalidad muy marcada, siendo los ciclos de vida predominantes los "univoltinos" o "semivoltinos", con una o dos generaciones al año (Hanson et al., 2010).

Los invertebrados también se clasifican según su alimentación estos pueden ser herbívoros o carnívoros si su alimento proviene de materia orgánica viva, y si consumen materia orgánica en descomposición (detritus) se consideran como detritívoros, cada una de estas categorías tienen algunos grupos funcionales establecidos según su comportamiento alimenticio; Dentro de los herbívoros existen los fragmentadores, es decir realizan pedazos grandes de tejido vegetal, si su alimentación se conforma de partículas en suspensión son filtradores, y si su alimento son las algas (perifiton) y microbios adheridos a algún sustrato se denominan raspadores, mientras que los carnívoros se alimentan de otros animales y se categorizan en tres: los más comunes son los depredadores que mastican o inyectan enzimas a sus presas, los parasitoides viven en relación con el hospedero y posteriormente lo mata mientras que los parásitos viven con su hospedero, pero por lo general estos no matan a su hospedero (Hanson et al., 2010)

Los distintos grupos de invertebrados se adaptaron para poder obtener oxígeno del agua, mediante diversos mecanismos, como por ejemplo los individuos que obtienen oxígeno desde la atmósfera mediante tubos respiratorios, otros adquieren burbujas de aire para bucear, unos cuantos utilizan pigmentos respiratorios y algunos utilizan agallas para obtener oxígeno disuelto (Hauer & Resh, 2017 & Hanson et al., 2010). Este sin número de adaptaciones de la biota, constituyendo una red trófica, que puede ser comprendida como un grupo de poblaciones que conviven utilizando los mismos recursos (Dominguez & Fernández, 2009).

1.2. Importancia ecológica de los invertebrados acuáticos

Los invertebrados acuáticos son un componente importante de los ecosistemas, ya que cumplen funciones clave en la comunidad y las redes tróficas facilitando la bioproducción y los procesos de transferencia de energía, así se puede entender mejor la importancia de los invertebrados acuáticos describiendo sus características morfológicas relacionadas con la adquisición de los recursos y su comportamiento para alimentarse (Ramírez & Gutiérrez, 2014). De esta forma se ha documentado el papel que desempeñan los invertebrados acuáticos en varios procesos ecosistémicos en todo el planeta.

En los ecosistemas acuáticos la producción primaria es también controlada por los invertebrados (Lasso & Morales, 2017). Ellos consumen algas, macrófitas y otros microorganismos relacionados con el perifiton (Wallace & Webster, 1996, Allan & Castillo, 2007). Los invertebrados mantienen los flujos de energía activos, utilizando partículas de gran tamaño y degradándola dejando fragmentos más pequeños accesibles para otros organismos; al mismo tiempo, remueven partículas finas que se encuentran suspendidas en el agua y las convierten en partículas más densas que se hunden y proveen alimento para otros invertebrados (Lasso & Morales, 2017). Estos mecanismos garantizan que los nutrientes en las partículas no sean arrastrados por la corriente hacia el mar, garantizando un reciclaje de nutrientes a nivel local (Malmqvist et al. 2004, Wotton & Malmqvist. 2001).

Por otro lado, los invertebrados son utilizados en el biomonitoreo, debido a que los insectos incorporan los cambios sufridos por el ecosistema a lo largo de su vida, así mismo, los indicadores biológicos son capaces de informar las perturbaciones más allá de la propia contaminación del agua, El biomonitoreo ayuda a identificar , patrones y posibles fuentes de degradación, además, se realiza controles de contaminación y ayudan a detectar y evaluar impactos acumulativos (Fernandez & Rubén, 2012).

1.3. Claves de identificación

En sistemática, una "clave" es una herramienta escrita que se utiliza para la identificación precisa de organismos vivos; Las claves de identificación organizan las características morfológicas de una manera lógica que permite ubicar al organismo en la agrupación o taxón correcto (McCafferty, 1992). La mayoría de las claves tienen dos caminos excluyentes (i.e. claves dicotómicas), debiendo escoger uno, hasta luego acoplar al organismo a un taxón, debemos tener en cuenta que no se puede elegir las dos condiciones al mismo tiempo, ni quedarse "en medio", cuanto mayor información tengamos del organismo mayor será la facilidad para elegir el camino.

La disponibilidad de claves taxonómicas generalmente se limita a un solo género o sitio, y por lo general solo se encuentran como publicaciones de revistas o guías de campo, pero para una mayor precisión la identificación la debe realizar un especialista y en determinados casos se debe realizar la crianza de los especímenes (Hauer & Resh, 2017).

1.4. Colecciones de referencia digitales

A veces, se puede identificar un organismo rápidamente comparándolo con imágenes en guías de campo o en Internet. Las imágenes son una gran herramienta, pero el uso de una

clave es esencial para garantizar que su identificación sea precisa. Algunos especímenes pueden verse casi exactamente iguales, pero al revisarlos más minuciosamente con las herramientas adecuadas puede resultar en una identificación incorrecta.

Las colecciones de referencia digitales (CRD), son recursos electrónicos que brindan información rápida y precisa. Su objetivo principal es facilitar la investigación y la búsqueda de información al público en general. En el ámbito biológico existen muchas CRD en los que se recopila diversos campos de información desde biológica, taxonómica, ecológica, y hasta económica en ciertos casos. Estas CRD llevan una estructura en la que se muestran fotografías de los organismos, la clasificación taxonómica, una breve descripción biológica, la morfología del organismo indicando sus características que permiten su identificación, información ecológica relevante e información espacial que indica su distribución geográfica o el sitio de recolección. Por lo general, las CRD suelen presentarse en plataformas web de acceso libre y con una estructura de fácil uso por el público interesado. Además, tienen la posibilidad de ser actualizadas permanentemente.

Las limitaciones que tienen las colecciones físicas (difícil acceso, daño de los especímenes, debido al mal uso o el uso repetitivo, etc) han incurrido en la necesidad de crear repositorios digitales de acceso libre que contengan información taxonómica y ecológica. Existen varias CRD pero tienden a ser regionales, centradas en un grupo taxonómico en particular, algo limitadas en el ámbito taxonómico o la visualización es complicada, limitando al usuario al momento de la identificación (Walters et al., 2017).

A continuación, se explicarán algunos ejemplos de CRD existentes resaltando su utilidad o aplicación, público objetivo, sus fortalezas y debilidades.

1.4.1. Digital key to aquatic insects of North Dakota.

Esta clave está encaminada para la identificación de insectos acuáticos en Dakota del Norte, en el norte de los Estados Unidos. Fue creada para que lo puedan utilizar desde estudiantes y ciudadanos hasta profesionales. Es útil para cualquiera que desee implementar estudios de biomonitoreo, así como para aquellos que solo tienen interés en las criaturas pequeñas de los ecosistemas acuáticos. Esta clave nos recomienda tener cuidado al hacer uso de ella ya que las claves indicadas son de determinada área geográfica y probablemente no sean pertinentes para el uso en otros ecosistemas. (<http://www.waterbugkey.vcsu.edu/index.htm>).

1.4.2. Macroinvertebrates.org

Este sitio web pretende proveer los recursos necesarios para el conocimiento de los macroinvertebrados. Incluyendo el biomonitoreo del agua, las ciencias del aprendizaje, la entomología, el diseño y la interacción de las ciencias de la computación para desarrollar un nuevo recurso de enseñanza para la identificación de insectos acuáticos. El sitio es de fácil uso, con fotos de alta calidad y toma en cuenta las opiniones de su usuario para mejorar. (Tara, 2018).

1.4.3. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)

La SEA, es una agrupación sin ánimo de lucro, dedicada al entendimiento de los artrópodos en general, y a la ejecución de todo tipo de actividades tendentes al aumento y transferencia de los conocimientos entomológicos. Esta página web contiene catálogos que son fascículos en los que han redactado claves dicotómicas, así como especificaciones taxonómicas, biológicas y ecológicas, entre otros, de las familias de macroinvertebrados. Este proyecto tiene gran información disponible en formato digital como archivos PDF que se pueden descargar sin costo alguno, y está dirigida a personas con un conocimiento previo en el tema (Melic & Melic, 1999).

1.4.4. A digital reference collection for aquatic macroinvertebrates of North America (NAAMDRC)

La NAAMDRC es una guía digital de Norte América que señala las características definitorias de cada taxón para la fácil identificación de los invertebrados cubre un 75 % de los taxones descritos para el oeste de Mississippi, la colección consta con información de pupas y adultos en ciertos grupos. La guía digital aún tiene planes de expandir su información a más taxones que no sean insectos, ayudando a la mejor comprensión de la ecología acuática, a la enseñanza de estudiantes, de agencias de gestión de recursos, a la identificación de muestras de macroinvertebrados y sirve como una base de datos e intercambio de imágenes de estos taxones, siendo de libre acceso y de fácil entendimiento (Walters et al., 2017).

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Contribuir al conocimiento de los invertebrados acuáticos del Ecuador.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Elaborar una colección de referencia digital de invertebrados acuáticos del Ecuador a partir de la colección física que se encuentran en el Museo de Zoología de la UTPL.
2. Diseñar una estructura on-line para la colección de referencia digital de los invertebrados acuáticos del Ecuador.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Objetivo 1

2.1 .1. Identificación taxonómica

Los invertebrados acuáticos de la colección física del Museo de Zoología de la UTPL (MUTPL), fueron revisados y organizados taxonómicamente. De esta colección se eligieron los individuos en mejor estado de cada género o morfoespecie registrado para luego ser fotografiados. También su identificación taxonómica fue verificada o determinada hasta el nivel taxonómico más bajo posible, género en la mayoría de los casos. Para la identificación o verificación taxonómica de los especímenes seleccionados se consideró las enciclopedias de los insectos acuáticos sudamericanos para Collembolla (Heckman, 2001), Ephemeroptera (Heckman, 2002), Plecoptera (Heckman, 2003), Odonata - Anisoptera (Heckman, 2006), Odonata - Zygoptera (Heckman, 2008) y Hemiptera y Heteróptera (Heckman, 2011),

En caso de no encontrar claves taxonómicas para algún espécimen, se realizó una búsqueda en la plataforma Google Académico. De esta manera se logró compilar una amplia lista de referencias bibliográficas para complementar la información presentada en este trabajo (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Listado de referencias bibliográficas consultadas para la identificación taxonómica de los invertebrados acuáticos del Ecuador.

Titulo	Autores	Año	Revista/ editora
Key to larvae of British Mayflies (Ephemeroptera)	Elliott, J Humpesch, U Macan, T	1920	Scientific Publication; vol 49.
Aquatic organisms	McCafferty, P.	1983	Revista de Biología. Tropical; Vol. 58;pp 3-37
Studies of neotropical caddisflies, I: the description of <i>Cerasmatrixia</i> , with descriptions of new and old species and the larva (Trichoptera: Hidroptilidae)	Oliver, S Steven, C Botosaneanu, L	1994	Proceedings of the Biological Society of Washington. Vol 107:2; pp 360-382.
Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia	Roldan, G.	1996	Colciencias; pp 226.
Longitudinal changes of macroinvertebrate communities along an Appalachian stream continuum	Grubaugh, J. W Wallace, J. Houston, E.	1996	Fish. Aquatic Science. Vol 53: pp 896–909
The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season	Jacobsen, D Encalada, A.	1998	Archiv fur Hydrobiologie; Vol 142; pp 53-70.
Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental	Sierra, M.	1999	Proyecto INEFAN/GEF- BIRF y EcoCiencia; pp 175
Biología de los sírfidos (Díptera: Syrphidae) de los ecosistemas	Pérez, M.	2000	Universidad de Alicante, Departamento de Ciencias

insulares de la Comunidad Valenciana: Aspectos de la relación sírfido-planta			Ambientales y Recursos Naturales; pp 413.
Pennak's freshwater invertebrates of the United States : Porifera to Crustacea	Grant, D .	2001	John Wiley & sons, Inc; pp 664.
Géneros de <i>Hydradephaga</i> (Coleóptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para Brasil	Benetti, C. Cueto, J. Fiorentin, G.	2003	Biota Neotropica; vol 3(1); pp 1-20
Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest	Bouchard, R. Ferrington, L. Karius, M. L	2004	University of Minnesota; pp 207
Revision of the Neotropical caddisfly genus <i>Banyallarga</i> (Trichoptera: Calamoceratidae)	Prather, A.	2004	Zootaxa; Vol 435 pp 76
Aspectos del ambiente físico-químico del río Chaguana: un primer paso en el uso de los macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de su calidad de agua	Domínguez, L. Goethals, P De Pauw, N.	2005	Revista Tecnológica ESPOL; Vol. 18, N. 1; pp 127-134
Catálogo dos Cecidomyiidae (Díptera) do estado do Rio de Janeiro	Cid, M.	2005	Biota Neotropica; vol.5, no.2.
Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón.	Liévano, A. Ospina, R.	2007	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 1ª edición; pp 130.
Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany	Sundermann, A. Lohse, S. Beck, L. Haase, P.	2007	International Journal of Limnology; 43 (1); pp 61-74.
Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y biodiversidad. Quito, Ecuador: Acción Ecológica.	Bravo, E	2007	Acción Ecológica;
Manejo Integrado de los Principales Insectos y Ácaros Plagas del Arroz	Meneses, R. Calvert, L.	2008	Instituto de investigaciones del arroz; pp 130.
Oil and gas projects in the western Amazon: threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples.	Finer, M Jenkins, C. Pimm, S. Keane, B Ross, C	2008	PLoS ONE; Vol 3(8).
Clave para la identificación de especies de odonata en estado larval de cuba	Trapero, A. López, C.	2009	Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa; Vol nº 44;pp 459–467

Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano.	Arroyo, J. Encalada, A.	2009	Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, USFQ; Vol 1, Núm. 1
Guía de macroinvertebrados bentónicos sudamericanos	Domínguez, E Fernández, H	2009	Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay; vol. 9, núm. 92; pp. 211
Guide to aquatic invertebrates familias of Mongolia	Bouchard, J.	2009	University of Minnesota
Biomonitoreo acuático. Revista de biología tropical	Springer, M	2010	Revista de Biología Tropical; vol. 58, núm. 4; pp. 53-59
Ephemeroptera.	Flowers, R De la Rosa, C	2010	Revista de Biología Tropical; vol. 58, núm.4; pp. 63-93
Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos	Hanson, P Ramirez, A Springer, M	2010	Revista de Biología Tropical; vol.58, suppl.4
Métodos de recolección.	Ramírez, A	2010	Revista de Biología Tropical; Vol. 58 (Suppl. 4); pp 41-5.
Patrones demográficos en poblaciones naturales de Cyprididae (Crustácea: Ostrácoda) del área rioplatense y sus respuestas vitales en bioensayos de toxicidad .	Liberto, R.	2010	Universidad Nacional de La Plata; pp 146.
Plecoptera.	Gutiérrez, P.	2010	Revista de Biología Tropical; Vol 58(Suppl. 4); pp 139-148.
The genus <i>Americabaetis</i> Kluge (Ephemeroptera: Baetidae) in Brazil: new species, stage description, and key to nymphs.	Salles, F. F Raimundi, E. Boldrini, R Souza, G.	2010	Zootaxa; pp 16–28.
Aquatic biodiversity in the amazon: habitat specialization and geographic isolation promote species richness	Albert, J. Carvalho, T. Petry, P Holder, M. Maxime, E. Espino, J	2011	Animals; vol1(2); pp 205-241
Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) larvae in the state of São Paulo, Brazil: Identification key, new records and distribution. Zookeys	Segura, M. O Valente, F Fonseca, A.	2011	Zookeys; Vol (151); pp 53–73.
Protocolo simplificado y guía de evaluación de calidad ecológica de Ríos Andinos	Encalada, A. Rieradevall, M. Ríos, B. García, N. Prat, N.	2011	USFQ, UB, AECID, FONAG; pp 83

Catálogo y claves de identificación de organismos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico.	Garrido, J. Benetti, C. Pérez, A	2012	Dirección General del Agua de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental	Ministerio del Ambiente del Ecuador.	2012	Ministerio del Ambiente del Ecuador
Ácaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia	Combata, J	2013	Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales (Tesis de maestría)
The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems	Castello, L McGrath, D Hess, L. L Coe, M. T Lefebvre, P. Petry, P Arantes, C.	2013	Conservation Letters, 6(4), 217–229
Aspectos ecológicos de la familia Leptohephidae (Insecta: Ephemeroptera) de la cuenca del río Alvarado (Tolima, Colombia)	Jiménez, D.	2014	Universidad de Tolima Facultad de Ciencias Básicas Programa de Biología.
Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleóptera) de Colombia	Martínez, C	2015	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; pp 546
Listado taxonómico y distribución de los tricópteros inmaduros del departamento del Tolima	López, E. Vásquez, J. Reinoso, G.	2015	Revista académica. Colombia. Cienc. Ex. Fis; Nat, 39(150); pp 42–49.
Neotropical osmylids (Neuroptera, Osmylidae): Three new species of <i>Isostenosmylus</i> Krüger, 1913, new distributional records, redescription, checklist and key for the neotropical species	Martins, C. Ardila, A Aspöck, U.	2016	Zootaxa; (Vol. 4149).
Catalog of the neotropical trichoptera (Caddisflies)	Holzenthall, W. Calor, R.	2017	ZooKeys; (654); pp 1–566
Manual de Dípteros Afrotropicales	Gunnar, K. Rüdiger, W.	2018	Edition Suricata 5, Chapter: 24; Instituto Nacional de Biodiversidad de Sudáfrica, Pretoria; pp. 607–632

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

Tabla 2.- Bases de datos electrónicas

Título	Autor	Año	Dirección Electrónica
California Department of Fish and Wildlife	-	-	https://www.dfg.ca.gov/abl/Referen ce/California/
Digital Key to Aquatic Insects of North Dakota	Valle City State University Lab, Macro-Invertebrate		https://www.waterbugkey.vcsu.edu/
Iberian odonata.	Catalina, P Conde, M Garcia, R Hernandez, A Pingarron, M	-	http://iberianodonataucm.myspecies.info/
The Tree of Life Web Project	-	-	http://tolweb.org/tree/
Freshwater invertebrates guide.	Landcare Research	1996-2015	https://www.landcareresearch.co.nz/resources/collections
Entomología Ambiental y Aplicada.	Vazquez, M Outerele, R Minguez, M Martinez, M Gamarra, P Ruiz, E Hernandez, J	2004	http://web.bioucm.es/cont/eaal/
An Image-Based Key to Stream Insects	Haney, J.F. et al	2013	http://cfb.unh.edu/StreamKey/html/index.html
Identification and Ecology of Australian Freshwater Invertebrates	Murray Darling Freshwater Research Centre	2013	https://www.mdfrc.org.au/bugguide/
La sociedad Entomologica Aragonesa (SEA)		2014	http://sea-entomologia.org/Publicaciones/M3M/InsectosInmaduros/InsectosInmaduros.htm
Biodiversidad virtual / invertebrados	Sesma, M.	2018	https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/

Macroinvertebrates.org	Tara, M	2018	http://alpha.macroinvertebrates.org/
------------------------	---------	------	---

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

La información recabada en todas las fuentes de consulta se usó en CORA para presentar una descripción general de la familia y del género. Para cada género se muestra una página de descripción de características y una página con las fotografías que hacen referencia al espécimen y a las características que facilitan su determinación taxonómica. En la parte descriptiva se muestra la familia y el género al que pertenecen, los caracteres de identificación direccionados hacia las fotografías, y una tabla con los principales rasgos biológicos de cada espécimen. En la página con las fotografías se muestra una fotografía general de todo el cuerpo del individuo y una o dos fotografías específicas que indican los caracteres de identificación facilitados en el texto. En el caso de los individuos que no ha sido posible su identificación hasta el nivel de género, se han nombrado como morfotipo tomando en cuenta el nivel taxonómico logrado (orden o familia) seguido de las siglas "mf" (Carabidae mf1). La primera versión de esta CRD está compuesta por taxones principalmente recolectados den la Amazonía y sur del país. Pero debido a que la mayoría de géneros están ampliamente extendidos, la colección incluye muchos taxones que se podrían encontrar en otras regiones del Ecuador o países vecinos.

2.1 .2. Digitalización de los especímenes

El fotografiado de los especímenes se lo realizó en el laboratorio de Ecología Acuática del Departamento de Ciencias Biológicas de la UTPL. Las fotografías fueron tomadas con una cámara réflex (Nikon D3100) acoplada a un estéreomicroscopio (Carl Zeiss Stemi DV4) con la ayuda de un adaptador ocular para fotografía (Carl Zeiss T2 for Nikon), y con un microscopio (Labomed Lx400) equipado con una cámara (iVu3100). Las fotografías se obtuvieron en formato RAW y JPEG. Los especímenes fueron fotografiados junto a una pequeña regleta (10 mm) para tener una referencia espacial que permita la identificación y verificación taxonómica. Cada uno de los individuos fueron sumergidos en etanol al 96% dentro de una caja Petri para evitar daños en el espécimen y reducir el brillo al capturar la fotografía. Las fotografías fueron tomadas en dos formatos, 1) una imagen completa del individuo en vista dorsal, lateral o ventral, y 2) un acercamiento a la estructura clave para la identificación del taxón (ej. mentón, pseudopatas anales, branquias, almohadillas ventrales, etc.). Una vez obtenidas las fotos, fueron subidas a un software de acceso libre (GIMP) para realizar arreglos como mejora de luz, nitidez y limpieza de la foto. Cuando el espécimen era muy grande se realizaban varias fotos que luego, usando el mismo software, se realizó una fusión de profundidad de campo colocando las imágenes a fusionar en un mismo documento, seleccionando y alineando las capas dando como resultado una sola imagen sin cambiar la forma original del espécimen. Luego, con ayuda de otro software de acceso libre (Inkscape) se colocaron las indicaciones que acompañan a las fotografías y que sirven para facilitar la identificación taxonómica como literales, flechas que indican las estructuras, nombres de las estructuras y la escala).

2.2. Objetivo 2

2.2.1. Estructura on-line

Con la información taxonómica, biológica y ecológica, y las fotografías de cada uno los especímenes utilizados en este trabajo, se procedió a construir un catálogo visual (CORA), que se actualizará continuamente a medida que se agregue más información.

Para el diseño de la página web, se realizó una base de datos que se lleva en Excel, colocando todos los criterios a visualizarse en la página. Posteriormente, se realizó un boceto de la página definiendo los elementos que se desea presentar. En la que se describe la forma en la cual la página va a interactuar con el usuario.

CAPÍTULO.3. RESULTADOS

3.1. Objetivo 1

De la colección física del MUTPL se revisaron aproximadamente 16000 especímenes recolectados en ríos y riachuelos de distintos ecosistemas del Ecuador. Se logró identificar 24 órdenes, 102 familias, 184 géneros (Tabla 3), y en 67 casos se pudo únicamente determinar el morfotipo debido a la falta de literatura. Luego, a partir de esta lista se realizó la selección de especímenes en buenas condiciones (ej. cuerpo entero y sin daños) y de un tamaño adecuado para facilitar la digitalización de los mismos.

Tabla 3.- Número de familias, géneros y morfotipos identificados y organizados por orden que forman parte de la colección de referencia digital de los invertebrados acuáticos del Ecuador (CORA).

No.	Orden	Familia	Género	Morfotipos				
				clase	subclase	orden	familia	subfamilia
1	Arhynchobdellida	1	1	-	-	-	1	-
2	Haplotaxida	1	1	-	1	-	1	-
3	Rhynchobdellida	1	1	1	-	-	1	-
4	Trombidiformes	1	1	-	-	2	22	-
5	Collembola	1	-	-	-	1	1	-
6	Coleoptera	21	43	-	-	-	13	-
7	Diptera	17	31	-	-	-	7	4
8	Ephemeroptera	7	22	-	-	-	1	-
9	Hemiptera	10	17	-	-	-	1	-
10	Lepidoptera	2	3	-	-	-	-	-
11	Megaloptera	1	1	-	-	-	-	-
12	Neuroptera	2	2	-	-	-	-	-
13	Odonata	8	18	-	-	-	-	-
14	Plecoptera	1	1	-	-	-	-	-
15	Trichoptera	14	31	-	-	-	2	-
16	Amphipoda	1	1	-	-	1	-	-
17	Decapoda	2	-	-	-	-	3	-
18	Veneroida	2	1	-	-	-	1	-
19	Architaenioglossa	1	1	-	-	-	-	-
20	Basommatophora	4	4	-	-	-	1	-
21	Neotaenioglossa	2	2	-	-	-	1	-
22	Ostracoda	-	-	-	-	1	-	-
23	Gordioidea	1	1	-	-	-	-	-
24	Tricladida	1	1	-	-	-	-	-

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

Para determinados casos, únicamente se realizó una foto debido a la dificultad en la manipulación del espécimen bajo el estereomicroscopio o microscopio, para otros se realizó diferentes tomas, la mayoría de los especímenes fueron fotografiados en etapas de vida

inmaduras (Figura. 1), pero en algunos casos, las imágenes también están disponibles para pupas y adultos. Así se obtuvieron un total de 670 fotografías, las cuales fueron procesadas y almacenadas en una base de datos que serán subidas a la plataforma de CORA. El tiempo de procesamiento de las imágenes fue de aproximadamente 4 horas, el cual varía dependiendo del individuo y de su tamaño haciendo más o menos complicada la obtención de la foto.



Figura. 1.- Fotografías estándar de un solo taxón, el género *Tipula*, se ilustra las diferentes fotografías con las distintas características para su identificación.

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

3.2. Objetivo 2

Las fotografías procesadas, conjuntamente con la información taxonómica, biológica y ecológica recopilada para cada espécimen fueron organizadas en una estructura de datos que facilite su visualización. Luego, esta información fue compilada en un único documento que

integra las fichas de identificación de 184 géneros y 67 morfotipos de invertebrados acuáticos. En la página web de CORA se podrán visualizar algunas opciones. Al ingresar en **ÓRDENES DE INVERTEBRADOS** se encontrará un listado organizado de forma alfabética de las familias pertenecientes a cada orden y dentro de cada familia una lista similar de sus géneros, además, en su página principal, se podrán visualizar todos los órdenes de invertebrados acuáticos con

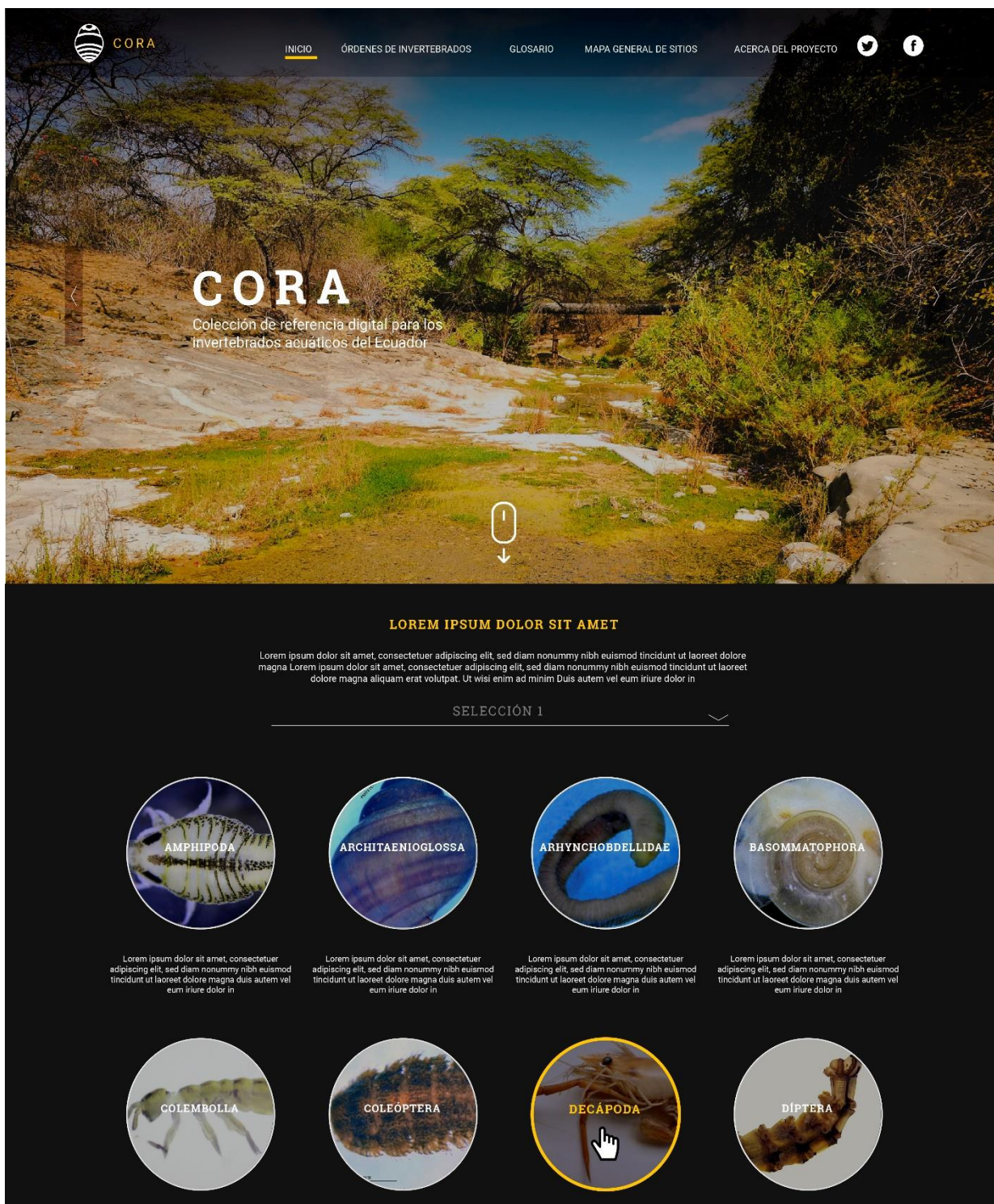


Figura. 2.-Diseño de la Web CORA, página principal.

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

la fotografía de un ejemplar para guiar al usuario. Al hacer clic sobre dichas fotografías se podrá acceder a todas las familias y géneros que contiene cada orden dentro de CORA (Figura. 2). Una vez que se navegue hasta los géneros se podrá visualizar las fotografías del espécimen con su respectiva información tanto taxonómica como biológica (Figura. 3). CORA

Familia: *Limoniidae*

Género: *Tipula*

Caracteres de identificación: larva de cuerpo cilíndrico con cabeza reducida y setas pequeñas a lo largo del cuerpo [Fig. 132a] En el segmento final con seis branquias anales largas; y en la parte final del último segmento, hay seis lóbulos espiraculares.[Fig. 132b] Pelos cortos apenas visibles en los lóbulos espiraculares entre los lóbulos hay un par de espiráculos que están separados por más del diámetro de un solo espiráculo [Fig. 132c]. La tabla 132 muestra los rasgos biológicos principales de este género.

Colectado en: BsBn.

Rasgo	Modalidad
Ciclo de vida	Menor a 1 año
Reproducción	Nidadas libres
Respiración	Vesícula Hidrostática
Hábitat	Arena
Alimento	Detritus
Hábito alimenticio	Fragmentador

Tipula. [a] Vista lateral, [b] segmento final, [c] espiráculo.

Figura. 3.- Visualización de los géneros en página web CORA (*Tipula*).

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

también contiene un glosario para el conocimiento de diversos términos morfológicos, biológicos, y ecológicos que ayudarán al fácil entendimiento de la información contenida en esta CRD. Este documento será revisado por pares para ser publicado físicamente como una guía ilustrada de identificación (Anexo 1). Simultáneamente, la información de este documento sirvió de base para el desarrollo de la CRD de los invertebrados acuáticos del Ecuador del MUTPL que se denominará CORA.

CONCLUSIONES

Una identificación adecuada de los invertebrados acuáticos, así como el acceso a la información taxonómica y ecológica, promueve un mejor entendimiento de su diversidad y ayuda a comprender el rol y la importancia de esta comunidad biológica en los ecosistemas acuáticos, especialmente en regiones con vacíos de información.

Este trabajo ha permitido obtener una guía ilustrada de los invertebrados acuáticos de nuestra región, y el desarrollo de una plataforma on-line de acceso libre que puede ser usada con fines científicos y académicos. Además, creemos que la información generada aquí podría aportar notablemente en estudios técnicos que busquen la evaluación y el monitoreo de la calidad del agua que pretendan usar a la comunidad de invertebrados acuáticos como bioindicadores.

Para el Ecuador, este trabajo significa la CRD de invertebrados acuáticos más grande y completa en términos de número de especímenes e información biológica y ecológica. Sin embargo, es necesario incluir especímenes de otras zonas del Ecuador que no fueron consideradas en este trabajo, como los Andes del norte y la zona del Pacífico que biogeográficamente siempre han sido distintas al sur del Ecuador.

RECOMENDACIONES

Desarrollada la plataforma para la CRD de los invertebrados acuáticos del Ecuador, es pertinente una continua actualización debido al constante cambio existente dentro de la sistemática, al descubrimiento de nuevas especies, y a nuevos registros de invertebrados acuáticos para el Ecuador. Igualmente, es recomendable una ampliación de la CRD con más especímenes y aumentar los sitios de recolección en busca de conocer la diversidad de los invertebrados acuáticos del Ecuador. Esta ampliación podría darse con la vinculación de otros investigadores y con la incorporación de otras guías ilustradas que han sido desarrolladas en el país.

Por otro lado, daría mayor relevancia a esta CRD el profundizar en la identificación de los morfotipos aquí descritos, y llegar a nivel de especie para los géneros presentados en éste trabajo. Sin embargo, esto requiere de muchos recursos económicos y de especialistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centurión, P., & Pardo, J. (2013). *Clave taxonómica de identificación virtual de la colección de insectos acuáticos del departamento de biología de la universidad pedagógica nacional. Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Electronica.*
- Dominguez, E., & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. (1ed.). Tucuman.*
- Fernandez, & Rubén. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de Información Ambiental, 39, 24–29.*
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introduccion a los grupos de macroinvertebrados acuaticos. *Revista de Biología Tropical, 58, 3–37.*
- Hauer, F. R., & Resh, V. H. (2017). Macroinvertebrates. In *Methods in Stream Ecology* (pp. 297–320). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416558-8.00015-9>
- Lasso, C., & Morales, M. (2017). *III. Fauna de Caño Cristales, sierra La Macarena, Meta, Colombia. Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt . Bogota.*
- McCafferty, P. (1992). *Aquatic Organisms (Crosscurrents)*. Montpellier: Jones & Barlett Publishers Inc.
- Melic, A., & Melic, D. (1999). Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Retrieved July 15, 2019, from <http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/m3m5.html>
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: A critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical, 62, 155–167.*
- Salasar, F., & Donoso, D. (2015). Catalogo de Insectos con Valor Forense en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas, 49–59.*
- Tara, M. (2018). macroinvertebrates.org - Blog del proyecto. Retrieved November 29, 2018, from <http://seetolearn.weebly.com/project-blog>
- Valle City State University Lab, M.-I. (n.d.). Digital Key to Aquatic Insects of North Dakota. Retrieved November 11, 2018, from <http://www.waterbugkey.vcsu.edu/orderlist.htm>
- Voutssas, J. (2007). *Un modelo de planeacion de bibliotecas digitales para Mexico*. Mexico, D.F.: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Wallace, B., & Webster, J. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Revist of Entomology, 41, 115–139.*
- Walters, D., Morgan A, & Robert E. (2017). A digital reference collection for aquatic macroinvertebrates of North America. *Freshwater Science, 36, 693–697.*

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de contenidos de la guía ilustrada de la CRD de los invertebrados acuáticos del Ecuador.

Invertebrados acuáticos del Ecuador

Guía ilustrada de identificación

Contenidos	3
Introducción	21
Amphipoda	27
Hyaellidae	28
<i>Amphipoda mf 1</i>	28
<i>Hyaella</i>	30
Architaenioglossa	32
Ampullariidae	33
<i>Pomacea</i>	33
Arhynchobdellida	35
Cylicobdellidae	36
<i>Cylicobdellidae mf 1</i>	36
<i>Cylicobdella</i>	38
Basommatophora	40
Ancylidae	41
<i>Ferrissia</i>	41
Lymaeidae	43
<i>Lymnaea</i>	43
Planorbidae	45
<i>Gyraulus</i>	45
Physidae	47
<i>Physa</i>	47

<i>Physidae mfl</i>	49
Colembolla	51
<i>Collembola mfl</i>	52
Entomobryidae	54
<i>Entomobryidae mfl</i>	54
Coleóptera	56
Carabidae	57
<i>Carabidae mfl</i>	57
<i>Carabidae mf2</i>	59
<i>Carabidae mf 3</i>	61
<i>Scarites</i>	63
Chrysomelidae	65
<i>Chrysomelidae mfl</i>	65
<i>Lema</i>	67
Curculionidae	69
<i>Curculionidae mfl</i>	69
<i>Stenopelmus</i>	71
Dryopidae	73
<i>Helichus</i>	73
<i>Holcodryops</i>	75
<i>Pelonomus</i>	77
Dysticidae	79
<i>Dytiscidae mfl</i>	79
<i>Agabus</i>	81
<i>Laccophilus</i>	83
<i>Liodessus</i>	85

Elmidae	87
<i>Austrelmis</i>	87
<i>Austrolimnius</i>	89
<i>Austrolimnius</i>	91
<i>Cylloepus</i>	93
<i>Disersus</i>	95
<i>Disersus</i>	97
<i>Heterelmis</i>	99
<i>Heterelmis</i>	101
<i>Hexacylloepus</i>	103
<i>Hexanchorus</i>	105
<i>Huleechius</i>	107
<i>Macrelmis</i>	109
<i>Macrelmis</i>	111
<i>Microcylloepus</i>	113
<i>Neocylloepus</i>	115
<i>Neoelmis</i>	117
<i>Notelmis</i>	119
<i>Notelmis</i>	121
<i>Phanocerus</i>	123
<i>Stegoelmis</i>	125
<i>Xenelmis</i>	127
<i>Xenelmis</i>	129
Heteroceridae	131
<i>Heteroceridae mfl</i>	131
Hydraenidae.....	133

<i>Hydraena</i>	133
Hydrophiloidea	135
<i>Hydrophiloidea mf 1</i>	135
Hydrophilidae	137
<i>Anacaena</i>	137
<i>Hydrochus</i>	139
<i>Hydrophilus</i>	141
<i>Hydrophilidae mf1</i>	143
<i>Tropisternus</i>	145
Microsporidae (Sphaeriusidae)	147
<i>Sphaerius</i>	147
Psephenidae	149
<i>Psephenops</i>	149
<i>Tychepsephenus</i>	151
Ptilodactylidae	153
<i>Anchytarsus</i>	153
Scarabaeidae	155
<i>Scarabaeidae mf1</i>	155
Scirtidae	157
<i>Elodes</i>	157
<i>Scirtes</i>	159
Staphylinidae	161
<i>Staphylinidae mf 1</i>	161
<i>Homaetarsus</i>	163
<i>Sepedophilus</i>	165
<i>Stenus</i>	167

Gyrinidae	169
<i>Dineutus</i>	169
<i>Andogyrus</i>	171
Languriidae	173
<i>Languriidae mf 1</i>	173
Lutrochidae	175
<i>Lutrochus</i>	175
Lampyridae	177
<i>Lampyridae mf1</i>	177
Noteridae	179
<i>Notomicrus</i>	179
Decápoda	181
Palaemonidae	182
<i>Palaemonidae mfr1</i>	182
Trichodactylidae	184
<i>Trichodactylidae mf 1</i>	184
<i>Trichodactylidae mf 2</i>	186
Díptera	188
Athericidae	189
<i>Atherix</i>	189
Blephariceridae.....	191
<i>Paltostoma</i>	191
<i>Limonicola</i>	193
Cecidomyidae	195
<i>Cecidomyidae mf1</i>	195
Ceratopogonidae	197

<i>Alluaudomyia</i>	197
<i>Atrichopogon</i>	199
<i>Probezzia</i>	201
<i>Stilobezzia</i>	203
Chironomidae	205
<i>Chironomidae mf 1</i>	205
<i>Chironomidae Pupa</i>	207
<i>Orthoclaadiinae mf1</i>	209
<i>Orthoclaadiinae mf2</i>	211
<i>Podonominae mf1</i>	213
<i>Tanypodinae mf 1</i>	215
<i>Ablabesmyia</i>	217
Dolichopodidae	219
<i>Dolichopodidae mf1</i>	219
<i>Aphrosylus</i>	221
<i>Raphium</i>	223
Culicidae	225
<i>Aedes</i>	225
<i>Anopheles</i>	227
Dixidae	229
<i>Dixella</i>	229
Empididae	231
<i>Empididae mf1</i>	231
<i>Chelifera</i>	232
<i>Hemerodromia</i>	234
Simuliidae	237

<i>Simulium</i>	237
<i>Gigantodax</i>	240
Stratiomyidae	243
<i>Caloparyphus</i>	243
<i>Euparyphus</i>	245
Syrphyidae	247
<i>Eristalis</i>	247
Limoniidae	249
<i>Hexatomas</i>	249
<i>Molophilus</i>	251
<i>Limonia</i>	253
<i>Tipula</i>	255
Psychodidae	257
<i>Psychodidae mf1</i>	257
<i>Psychoda</i>	259
<i>Pericoma</i>	261
<i>Maruina</i>	263
<i>Clogmia</i>	265
Muscidae	267
<i>Muscidae mf1</i>	267
<i>Muscidae mf2</i>	269
<i>Limnophora</i>	271
Ptychopteridae	273
<i>Ptychopteridae mf1</i>	273
Tabanidae	275
<i>Chrysops</i>	275

<i>Tabanus</i>	277
Ephemeroptera	279
Baetidae	280
<i>Americabaetis</i>	280
<i>Baetis</i>	282
<i>Baetodes</i>	284
<i>Dactylobaetis</i>	286
<i>Guajirolus</i>	288
<i>Moribaetis</i>	290
<i>Mayobaetis</i>	292
<i>Nanomis</i>	294
<i>Zelus</i>	296
<i>Baetidae</i> mf 1	298
Ephemeridae	300
<i>Hexagenia</i>	300
Euthyplociidae	302
<i>Campylocia</i>	302
Leptohyphidae	304
<i>Atopophlebia</i>	304
<i>Haplohyphes</i>	306
<i>Leptohyphes</i>	308
<i>Tricorythodes</i>	310
Leptophlebiidae	312
<i>Farrodes</i>	312
<i>Leptophlebia</i>	314
<i>Terpides</i>	316

<i>Thraulodes</i>	318
<i>Traverella</i>	320
Oligoneuriidae	322
<i>Lachlania</i>	322
Polymitarcyidae	324
<i>Campsurus</i>	324
Gordioidea	326
Chordodidae	327
<i>Neochordodes</i>	327
Haplotaxida	329
<i>Oligochaeta mf1</i>	330
Naididae	332
<i>Naididae mf 1</i>	332
<i>Tubifex</i>	334
Hemíptera	336
Belostomatidae	337
<i>Lethocerus</i>	337
Corixidae	339
<i>Tenagobia</i>	339
Gerridae	341
<i>Brachymetra</i>	341
<i>Gerridae mf 1</i>	343
<i>Trepobates</i>	345
Hebridae	347
<i>Hebrus</i>	347
<i>Lipogomphus</i>	349

Hydrometridae	351
<i>Bacillometra</i>	351
<i>Hydrometra</i>	353
Mesoveliidae	355
<i>Mesovelia</i>	355
Naucoridae	357
<i>Ambrysus</i>	357
<i>Cryphocricos</i>	359
<i>Limnocoris</i>	361
Nepidae	363
<i>Ranatra</i>	363
Notonectidae	365
<i>Buenoa</i>	365
Veliidae	367
<i>Microvelia</i>	367
<i>Rhagovelia</i>	369
<i>Veloidea</i>	371
Lepidóptera.....	373
Crambidae	374
<i>Argyractis</i>	374
<i>Rupela</i>	376
Pyralidae	378
<i>Petrophila</i>	378
Megaloptera	380
Corydalidae	381
<i>Corydalus</i>	381

Sialidae	383
<i>Sialis</i>	383
Neotaenioglossa	385
Hydrobiidae	386
<i>Heleobia</i>	386
<i>Hydrobiidae mf 1</i>	388
Thiaridae	390
<i>Melanoides</i>	390
Neuróptera	392
Osmylidae	393
<i>Isostenosmylus</i>	393
Odonata	395
Aeshnidae	396
<i>Aeshna</i>	396
<i>Anax</i>	398
Calopterygidae	400
<i>Hetaerina</i>	400
<i>Ormenophlebia</i>	402
Coenagrionidae	404
<i>Acanthagrion</i>	404
<i>Argia</i>	406
Gomphidae	408
<i>Agriogomphus</i>	408
<i>Phyllogomphoides</i>	410
<i>Progomphus</i>	412
Libellulidae	414

<i>Dythemis</i>	414
<i>Elga</i>	416
<i>Libellula</i>	418
<i>Macrothemis</i>	420
<i>Brechmorhoga</i>	422
Megapodagrionidae	424
<i>Heteragrion</i>	424
Polythoridae	426
<i>Cora</i>	426
<i>Polythore</i>	428
Platystictidae	430
<i>Palaemnema</i>	430
Ostrácoda	432
<i>Ostracoda mfl</i>	433
Plecóptera	435
Perlidae	436
<i>Anacroneuria</i>	436
Rhynchobdellida	438
Glossiphoniidae	439
<i>Helobdella</i>	439
<i>Glossiphoniidae mfl</i>	441
<i>Clitellata mf 1</i>	443
Trichoptera	445
Anomalopsychidae	446
<i>Contulma</i>	446
Calamoceratidae	448

<i>Banyallarga</i>	448
<i>Phylloicus</i>	450
Ecnomidae	452
<i>Ecnomidae mfl</i>	452
Helicopsychidae	454
<i>Helicopsyche</i>	454
Hydropsychidae	456
<i>Calosopsyche</i>	456
<i>Leptonema</i>	458
<i>Macronema</i>	460
<i>Macrostemum</i>	462
<i>Smicridea</i>	464
Hydrobiosidae	466
<i>Atopsyche</i>	466
Hydroptilidae	468
<i>Cerasmatrixia</i>	468
<i>Hydroptila</i>	470
<i>Leucotrichia</i>	472
<i>Metrichia</i>	474
<i>Neotrichia</i>	476
<i>Ochrotrichia</i>	478
<i>Oxyethira</i>	480
<i>Rhyacopsyche</i>	482
Leptoceridae	484
<i>Atanatolica</i>	484
<i>Nectopsyche</i>	486

<i>Triplectides</i>	488
<i>Grumichella</i>	490
<i>Oecetis</i>	492
Limnephilidae	494
<i>Hesperophylax</i>	494
Odontoceridae	496
<i>Marilia</i>	496
Philopotamidae	498
<i>Chimarra</i>	498
Polycentropodidae	500
<i>Cernotina</i>	500
<i>Polycentropus</i>	502
<i>Polyplectropus</i>	504
Xiphocentronidae	506
<i>Xiphocentron</i>	506
Glossosomatidae	508
<i>Glossosomatidae mf1</i>	508
<i>Mortoniella</i>	510
Tricladida	512
Planariidae	513
<i>Dugesia</i>	513
Trombidiformes	515
Hydrachnidae	516
<i>Hydrachnidae mf 1</i>	516
<i>Hydrachnidae mf 2</i>	518
<i>Hydrachnidae mf 3</i>	520

<i>Hydrachnidae mf 4</i>	522
<i>Hydrachnidae mf 5</i>	524
<i>Hydrachnidae mf6</i>	526
<i>Hydrachnidae mf 7</i>	528
<i>Hydrachnidae mf 8</i>	530
<i>Hydrachnidae mf 9</i>	532
<i>Hydrachnidae mf 10</i>	534
<i>Hydrachnidae mf 11</i>	536
<i>Hydrachnidae mf 12</i>	538
<i>Hydrachnidae mf 13</i>	540
<i>Hydrachnidae mf 14</i>	542
<i>Hydrachnidae mf 15</i>	544
<i>Hydrachnidae mf 16</i>	546
<i>Hydrachnidae mf 17</i>	548
<i>Hydrachnidae mf 18</i>	550
<i>Hydrachnidae mf 19</i>	552
<i>Hydrachnidae mf 20</i>	554
<i>Hydrachnidae mf 21</i>	556
<i>Hydrachnidae mf 22</i>	558
<i>Limnesia</i>	560
<i>Trombidiformes mf 1</i>	562
<i>Trombidiformes mf 2</i>	564
Veneroida	566
Corbiculidae	567
<i>Corbicula</i>	567
Sphaeriidae	569

<i>Sphaeriidae mfl</i>	569
GLOSARIO	571
Bibliografía consultada	577
Bases de datos en línea consultadas	585