

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**“Revisión bibliográfica sobre los estudios de  
macroinvertebrados acuáticos para determinar la  
calidad de agua de ríos de México”**

QUE PRESENTA EL ALUMNA

**María Isabel Zarco Lechuga**

Matrícula  
2152027795

ASESORES:

M. en C. Germán Castro Mejía 23759  
(Asesor interno)



Dr. Jorge Castro Mejía 13817  
(Asesor interno)



## Resumen

Se realizó una revisión bibliográfica, fundamentada en la utilización de macroinvertebrados para analizar la calidad del agua en los ríos en México; para ello se recurrió a distintas fuentes de información (artículos científicos, tesis, capítulos de libros), destacando que, mayormente la documentación se encontró en artículos científicos provenientes de las plataformas Google Académico y Researchgate; de las cuales procedían de revistas científicas como Scielo, Redalyc, Dialnet, Science Direct, Revista Mexicana de Biodiversidad, Revista Entomología, Revista E-BIOS, Revista Iberoamericana y Revista Intropica.

En la investigación, se tomaron en cuenta sólo los informes del año 2010 a 2021 y únicamente derivados del país, recolectando datos como: el Phylum, Orden, Clase y Familia representativa de macroinvertebrados, la mención sobre la calidad del agua, la diversidad, abundancia, así como también el estado de la república del cual se realizó el estudio y posteriormente se hizo el procesamiento y análisis de datos.

De igual manera, se examinó la base de datos de GBIF (Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad) con el objetivo de revisar las cifras de macroinvertebrados con base a sus categorías taxonómicas y si coincide o se asimila con lo resultante en los estudios buscados.

Finalmente, recabando el contenido de todas las investigaciones, se obtuvo que el Phylum Artrópoda, la Clase Insecta, el Orden Odonata y la Familia Chironomidae fueron los más mencionados y recurrentes en los escritos registrados. Asimismo, se reportó una calidad del agua en ríos aceptable en general, debido a las características que presentaban algunas familias y al numeroso grupo de individuos que se reportaba en los archivos.

Por lo que, la calidad del agua en los ríos reportados en los artículos aún presenta una dinámica ecológica que permite tener y mantener un sistema acuático íntegro. Sin embargo, se resalta la importancia de seguir con este tipo de investigaciones y la preservación de estos ambientes.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados, Calidad del agua, Fuentes bibliográficas, Ríos de México.

## Índice

Marco institucional del proyecto.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes del proyecto.....	4
Ubicación geográfica del proyecto.....	6
Objetivo general.....	6
Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas de acuerdo al calendario propuesto.....	6
Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción.....	13
Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social.....	14
Fundamento de las actividades del servicio social.....	15
Referencias.....	16

## **Marco institucional**

La Universidad Autónoma Metropolitana constituye a nivel nacional una institución consolidada; se distingue por su manera de estar organizada en la parte investigativa en la docencia, así como también a la predisposición de trabajar colectivamente en la enseñanza de forma inter y multidisciplinaria, contando con un análisis crítico y metodológico en la resolución de problemas (Montaño et al., 2019).

Aunado a esto, la Universidad Autónoma Metropolitana sustenta un modelo que promueve en gran medida la participación en la toma de decisiones y permite el desarrollo de proyectos en la solución de problemas a gran escala tanto como regionales, nacionales e internacionales (Montaño et al., 2019).

## Introducción

Desde las últimas décadas, hasta la actualidad, las actividades antropogénicas han perturbado altamente los ambientes acuáticos, ocasionando alteraciones químicas y biofísicas en la calidad del agua de estos ecosistemas, sobre todo en los sistemas fluviales, que fácilmente sufren deterioros, como lo son los ríos (Gamboa, Reyes y Arrivillaga, 2008).

Los ríos son fundamentales debido a que son sistemas dinámicos que producen y proporcionan diversos valores ambientales y ecológicos, ya que generan valiosos servicios ecosistémicos, por consiguiente, beneficios a los seres vivos. Sin embargo, han sido propensos a ser modificados por las actividades humanas que han ocasionado la alteración de su estructura, composición y funciones.

Estos cambios provocan la pérdida de hábitat, contaminación orgánica y química, establecimiento de especies exóticas, pérdida de especies nativas, extinciones secundarias y la pérdida de estabilidad de estos ecosistemas (Ramírez, Novelo y Alonso, 2007).

En el país muchos de los ríos presentan un nivel de perturbación, lo que significa que la integridad ecológica de los hábitats acuáticos está en deterioro (Hernández, 2014).

Según lo reportado a finales del año 2001, se estima que el 70% de los cuerpos de agua en el territorio registran un tipo de contaminación (Alonso y Novelo, 2007).

Por lo que, se han realizado numerosos estudios sobre la evaluación de la calidad del agua en ecosistemas dulceacuícolas para conservar la biodiversidad y llevar a cabo estrategias de protección de estos hábitats, efectuando diferentes estrategias y metodologías, mayormente usando análisis fisicoquímicos.

No obstante, aproximadamente, a partir de los años noventa se han empleado nuevas herramientas para determinar la condición del agua en estos sistemas, llamados bioindicadores, los cuales son referidos como especies que cuentan con características particulares, basados en una agrupación de variables físicas o químicas.

Lo que significa que mostraran respuestas biológicas como: presencia o ausencia, número, morfología, tolerancia o una conducta específica frente a algún disturbio ecológico.

Uno de los grupos acuáticos más recurrentes para ser aprovechados en el monitoreo de la calidad del agua de los ambientes fluviales; son los macroinvertebrados bentónicos (invertebrados que habitan lugares loticos y lenticos), señalados como los mejores bioindicadores por ser muy abundantes, fácil reconocimiento, presentes en todos los ecosistemas de agua dulce, recolección simple y de bajo costo (Gamboa, Reyes y Arrivillaga, 2008).

Otros atributos de esta comunidad béntica son su sensibilidad a diversos contaminantes, aprovechan todos los entornos disponibles, son sedentarios, alta riqueza taxonómica y ofrecen una amplia respuesta a contaminantes y una taxonomía bien establecida.

Además, a diferencia de los estudios fisicoquímicos, los macroinvertebrados permiten dar a conocer información sobre las condiciones del medio en el momento en el cual se recolecta la muestra y el monitoreo biológico refleja las situaciones pasadas y actuales (Barba et al., 2013).

Dentro de la bibliografía, los órdenes de macroinvertebrados más aprovechados para estimar la calidad ambiental son Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera, Díptera, Odonata y Coleóptera (Gamboa, Reyes y Arrivillaga, 2008).

En la comunidad de macroinvertebrados, el grupo más extenso y frecuente en los ecosistemas acuáticos son los insectos, ya que se hallan en una gran variedad de hábitats y están presentes en diferentes ciclos de vida (larval, ninfas y fase adulta), así como también responden rápidamente a cambios fisicoquímicos del entorno donde habitan, por consiguiente, si existen transformaciones en los procesos ecológicos las agrupaciones de insectos van desapareciendo (Ramírez, Novelo y Alonso, 2007).

En cuanto a la importancia de los macroinvertebrados acuáticos en México, se tiene muy presente la diversidad de la entomofauna acuática ya que existen alrededor de 330 especies de Odonatos (40 endémicos), 116 especies de Efemerópteros (30 endémicos), 47 especies de Plecópteros, 325 de Tricópteros y 13 especies de Megalópteros; no obstante, la literatura menciona que las prácticas en la fauna macro bentónica como indicativo del estado de salud de los ambientes acuáticos en el país son muy insuficientes.

En el país no hay protocolos a considerar dentro de los Índices Bióticos para la evaluación y monitoreo de la calidad del agua, solamente se utilizan los índices fisicoquímicos por organizaciones como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) que emplea el Índice de Calidad del Agua (ICA).

Por lo tanto, en México se necesita una gestión integral sobre los ecosistemas fluviales que abarque la información pertinente de la biota acuática, biomonitoreo, estudios fisicoquímicos y un seguimiento constante sobre estudios de conservación de estos entornos naturales (Alonso y Novelo, 2007).

## Antecedentes del programa

La contaminación de los ecosistemas acuáticos ha sido objeto de estudio desde las últimas décadas, debido a la preocupación del rápido deterioro que se han presentado en estos recursos acuáticos.

El primer registro del diagnóstico sobre el daño ecológico en las corrientes de agua, ocasionado por residuos industriales y domésticos fue en el año 1908 por Kolkwitz y Marsson; los cuales crearon las bases del sistema saprobio (una de las primeras metodologías sobre la evaluación de la calidad del agua), el cual se enfoca en la tolerancia a la polución por algunas especies indicadoras, principalmente los microorganismos del plancton y posteriormente se utilizaron macroinvertebrados, macrófitas y peces.

En los años 1950 a 1960, se inició a utilizar los términos de diversidad de especies basado en índices matemáticos como lo son los índices de: Beck, Margalef, Shannon y Weaver, Simpson, Wilhm, Sheldon (Roldan, 1999).

En 1981, Karr y Dudley establecieron principios y protocolos sobre la integridad biótica, enfocados en la integración de los ensamblajes acuáticos para una evaluación ambiental. Para ello lo aplicaron en peces y macroinvertebrados por su capacidad de medir alteraciones; destacando a los macroinvertebrados ya que reconocen los cambios en los sistemas acuáticos, además constituyen ensamblajes por especies generalistas a micro especialistas que responden inmediatamente a los cambios que ocurren en el entorno (Piñón et al., 2014).

Washington en 1984, llevó a cabo una revisión sobre los índices de diversidad, similitud y bióticos, en referencia a los ecosistemas acuáticos, integró 18 índices de diversidad, 19 índices bióticos y 5 índices de similitud, aplicándolo a los sistemas biológicos.

Posteriormente, en 1995 Barbour mostró 63 tipos diferentes de mediciones sobre la evaluación de los ecosistemas, entre ellos están medidas de riqueza, fundamentados en el análisis del número de taxones encontrados, también, las “enumeraciones” que corresponden a cálculos basados en porcentajes de ciertos taxones, los “índices de diversidad y similitud de una comunidad, índices bióticos, índices de mediciones funcionales (se considera la función que desempeña un organismo en una comunidad) y los índices combinados (se menciona el índice de comunidad de macroinvertebrados, promedio de puntaje biométrico y puntaje de la condición biológica).

Asimismo, varios investigadores como Resh, Alba Tercedor, Townsend, Prat y Ward desarrollaron procedimientos de valoración de la calidad del agua empleando macroinvertebrados acuáticos debido a su amplia aceptación y ventajas como bioindicadores, valorando las condiciones del hábitat y prediciendo la fauna esperada en un determinado lugar, otra técnica usada fue calificar la perturbación del agua con respecto a las características de las especies de macroinvertebrados y la riqueza de especies (Roldan, 1999).

En los estudios sobre bioindicadores en los macroinvertebrados se ha determinado que cierto tipo de organismos se establecen dependiendo de las características del ambiente en donde habiten; por lo que las condiciones o cambios en el medio natural se verán reflejadas en las comunidades de estos individuos. Por ejemplo, los órdenes como Plecóptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Coleóptera son taxones que permiten conocer la

polución que hay en un ecosistema acuático, puesto que viven en ríos oligotróficos y oxigenados, demostrando ser altamente sensible a la contaminación. Así como también, se encuentran familias que toleran o resisten ciertos grados de impurezas como lo son: Oligochaeta, Hirudíneos, Chironomidae (órdenes Díptera y Gastropoda), los cuales habitan ríos contaminados de materia orgánica, turbias, eutróficas y poco oxigenadas. Y en la calidad del agua intermedia que apenas muestra síntomas de polución o que comienza su recuperación, se encuentran poblaciones de turbelarios, hirudíneos, quironómidos, oligoquetos y ciertos moluscos (Armas, 2015).

En vista de las características que presentan las comunidades de macroinvertebrados en el medio ambiente donde se desarrollen, se creó el índice biótico BMWP, el cual asigna un valor (de 1 a 10) a todos los grupos de macroinvertebrados a nivel familia, de acuerdo al nivel de tolerancia a la contaminación. En este registro los puntos altos son para las familias poco tolerantes y las familias tolerantes tienen valores bajos (Marín, 2018).

En cuanto a las primeras investigaciones sobre bioindicadores en ríos en el país, estas se hicieron en los años noventa, elaborando un índice de integridad biótica para la región centro-noroeste disponiendo primeramente de una comunidad de peces y más adelante usando macroinvertebrados (Mena et al., 2017).

Aunque en el país son escasos los antecedentes sobre la aplicación de índices bióticos usando macroinvertebrados hay registros de los años 1980 a 1995 de los primeros trabajos desarrollados, primeramente, el del autor Bueno (1980) y colaboradores quienes demostraron con su estudio en el río Lerma que las comunidades de insectos acuáticos reflejaron algunas características fisicoquímicas del medio, al recolectar insectos en diferentes tipos de hábitat que vivían en el río, comprobando donde había más diversidad y en donde disminuía. En 1988, el trabajo de Huerta determinó la calidad del agua en el río Cuautla Morelos por medio de macroinvertebrados acuáticos y en 1995 Sandoval examinó la dinámica fisicoquímica del río Cuautla y la relación con los coleópteros acuáticos que habitaban en el río.

En el año 2002, el autor Río usó índices bióticos para macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad del agua del río Amacuzac, Morelos (Padilla, 2017).

De igual manera, se han llevado a cabo variados análisis en México sobre la calidad en cuerpos de agua encontrando algunas como la de: Hurtado en el 2005, en el que señala la importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos en un río del estado de Querétaro, destacando las fechas de dominancia, abundancia y variación que presentan ciertos órdenes.

Otro artículo de Rosas y Acevedo en el 2014, que reporta un gran número de organismos, usando los índices BMWP, FBI y EPT.

También, en el año 2016 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo hizo un estudio dentro de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco usando el índice BMWP (Marín, 2018).

Llorente-Busquets realizó el libro "Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento", donde abarca promover la evaluación del conocimiento de la diversidad de artrópodos en el país.



Alonso Eguía-Lis del 2007, destaca la importancia del uso de macroinvertebrados como organismos indicadores e integradores que permiten el seguimiento del manejo y gestión del recurso hídrico en México.

Sin embargo, en el país aún no hay las suficientes investigaciones con macroinvertebrados referentes a la calidad de los sistemas acuáticos comparado con otros países de Latinoamérica, por lo que se debería ampliar los estudios sobre calidad del agua abarcando todos los aspectos bióticos y fisicoquímicos (Pineda y Pérez, 2014).

### **Ubicación geográfica**

Las actividades asociadas al Servicio Social serán efectuadas a distancia de manera virtual, en el Laboratorio de Producción de Alimento Vivo del Departamento “El hombre y su Ambiente” ubicado en el edificio W, planta baja de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Localizada en Calzada del hueso #1100, colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, cp. 04960, Ciudad de México.

### **Objetivo general**

Determinar de la revisión bibliográfica la calidad de agua de los ríos en México en el uso de macroinvertebrados acuáticos.

### **Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas de acuerdo al calendario propuesto.**

Las actividades del proyecto de Servicio Social se iniciaron en el mes de octubre del año 2021 y finalizaron en el mes de abril del año 2022, siendo totalmente de manera virtual; realizando una recopilación documental en diferentes fuentes de información.

De acuerdo al calendario planteado en el mes de octubre a diciembre, primeramente, se llevó a cabo variadas búsquedas de información en la plataforma de Google, Google académico y Researchgate, revisando y seleccionando los estudios enfocados en la utilización de los macroinvertebrados en la calidad del agua en ríos de México, eligiendo únicamente la bibliografía de los años de 2010 a 2021 (Anexo 1).

Para esto, se guardaron las referencias bibliográficas seleccionadas en un documento de Word, estas fuentes de información fueron procedentes de tesis, capítulos de libros y artículos científicos.

Posteriormente, a finales del mes de diciembre del 2021 al mes de febrero del 2022 al encontrar, visualizar y guardar los documentos seleccionados se pasó al procesamiento de datos y el análisis de información en una hoja de cálculo en Excel.

En estos meses, para el desarrollo de estas actividades se creó una base de datos en Excel, revisando detenidamente las investigaciones, se identificó y se registró diversos datos importantes para el procesamiento y análisis de información recabada.

En total se registraron 50 investigaciones que cumplieron con los requisitos previstos con el objetivo de este proyecto de actividades (Anexo 1). Al efectuar la base de datos, inicialmente, por cada informe guardado se capturo el año en que fueron publicados los escritos, el autor principal, el nombre y la fuente de información en que se obtuvieron, el estado de la república mexicana donde se hizo la publicación, el nivel de la calidad del agua descrita y la categoría taxonómica que predominó en los estudios y así como también se observó la abundancia en el número de especies y la diversidad de familias de macroinvertebrados.

Al término de efectuar la base de datos, se analizó y se puntualizó a cuantificar cada sección anteriormente señalada con mayor detenimiento, destacando que se encontraron más informes sobre estos estudios en el año 2018, en donde las fuentes de información fueron procedentes en gran medida en artículos científicos (tabla 1).

Estos artículos fueron provenientes de las revistas Redalyc, Sciece Direct, Dialnet, Intropica, Iberoamericana, Entomología, Entomología Urbana y Legal, E-BIOS, Revista Mexicana de Biodiversidad y la revista Scielo (en esta revista se hallaron más artículos científicos).

**Tabla 1.** Cuantificación de fuentes informativas recopiladas.

Fuentes de informacion	Documentos encontrados
Articulo científico	33
Tesis	12
Capitulo de un libro	5
Total	50

En los estudios registrados se notó que en gran parte del país hay trabajos utilizando macroinvertebrados como bioindicadores en la calidad del agua, ya que en México existe una gran diversidad de fauna y ambientes acuáticos, puesto que de los 32 estados de la República Mexicana hubo 22 estados que efectúan este tipo de investigaciones, identificando que en Veracruz hay más trabajos de calidad del agua con este tipo de organismos (Grafica 1).

**Gráfica 1.** Cuantificación de estudios encontrados en los diferentes estados del país.



Después, se identificó el estado en que se encontraban los ríos o el nivel de la calidad del agua que se describían en las investigaciones capturadas, colocando las categorías de buena calidad a muy contaminada y el número de veces que se puntualizaba cada nivel del agua, dando como resultado un predominio en la categoría de aceptable en la calidad del agua, como se visualiza en la tabla 2.

Aunque de igual manera se señala que la contaminación en estos sistemas de agua dulce va en crecimiento.

**Tabla 2.** Cuantificación del nivel de la calidad del agua.

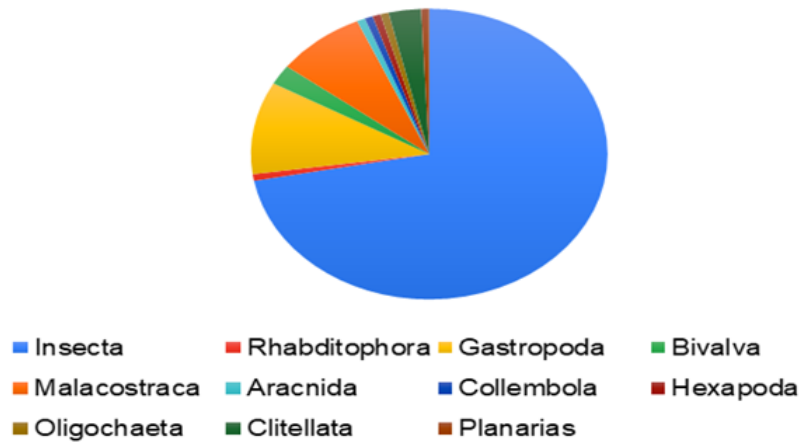
Calidad del agua	Num. encontrados
Buena calidad	13
Aceptable	16
Regular	4
Pobre	7
Muy contaminado	6

Del mismo modo, se precisó a efectuar un listado de las categorías taxonómicas de los macroinvertebrados más representativos de la bibliografía hallada, dando como resultado un mayor registro del Filo Artrópoda (tabla 3), Clase Insecta (grafica 2), Orden Odonata (grafica 3), aunque también se mostró un número considerable del Orden Díptera, Ephemeroptera, Coleóptera, Hemíptera y Trichoptera, y en cuanto a la Familia que se encontró más fue Chironomidae (grafica 4).

**Tabla 3.** Cuantificación del Filo de macroinvertebrados.

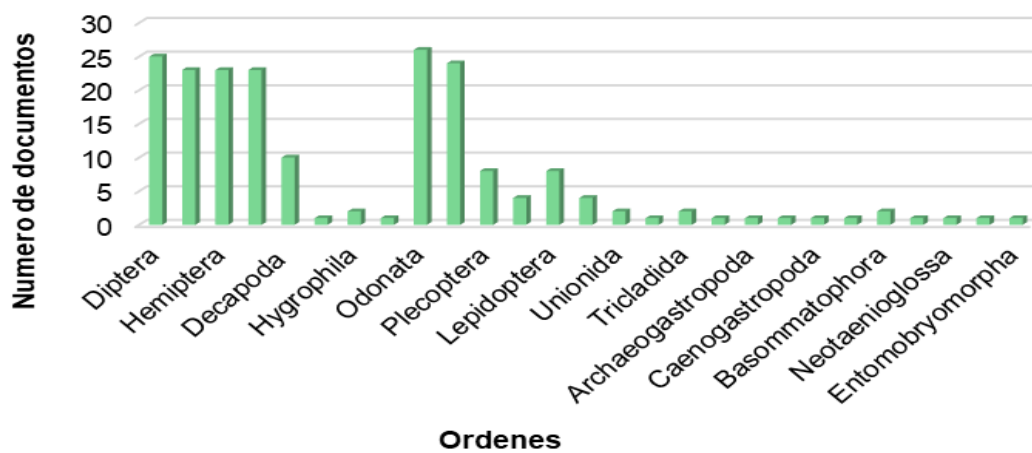
FILO	Num. encontrados
Arthropoda	114
Mollusca	15
Annelida	5
Platyhelminthes	2

## Clases de macroinvertebrados

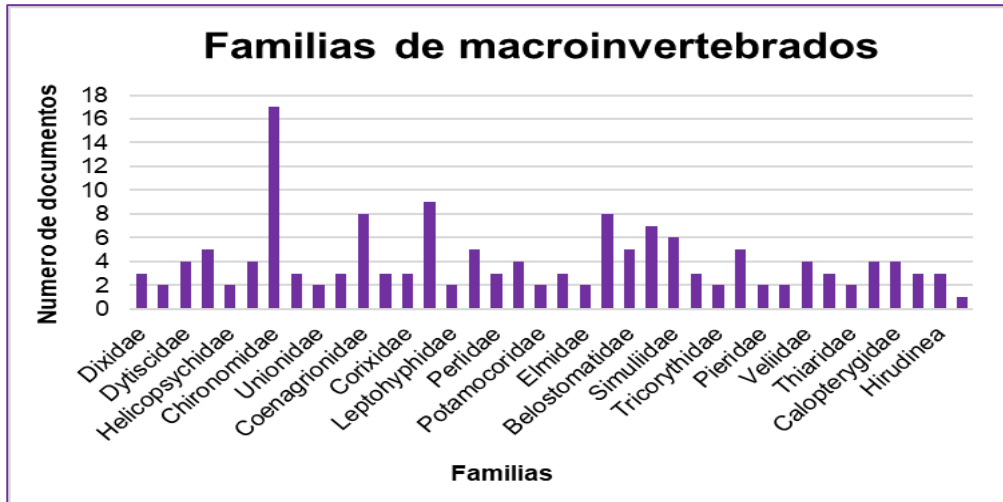


Grafica 2. Cuantificación de Clases de macroinvertebrados

## Ordenes de macroinvertebrados



Grafica 3. Cuantificación de Ordenes de macroinvertebrados.



**Grafica 4. Cuantificación de Familias de macroinvertebrados**

Y por último, se exploró la base de datos GBIF (Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad), en esta plataforma se buscó referencias, con la finalidad de ver si existe una similitud de los grupos taxonómicos encontrados en los artículos científicos con los de la base de datos, tomando en cuenta solo los de los años puntualizados, sin embargo, en esta plataforma no hay datos actualizados con los que se puedan comparar, ya que solo se encuentran del año 1980 hasta el 2007 (más reciente). No obstante, se notó que hay más registros del Phylum Artrópoda y la Clase Insecta.

Posteriormente, al término de recabar y procesar los datos, se inició el análisis de información, para esto se volvió a utilizar el mismo documento de Excel.

Para esto se examinó información de las características del Filo, Clase, Orden y Familia representativos (artrópoda, Insecta, Odonata y Chironomidae) del total de la bibliografía encontrada. Fundamentado en comprender la importancia, el por qué se presentaron con mayor frecuencia estos macroinvertebrados y si hay una relación con el nivel de la calidad del agua resultante

Por lo tanto, se analizó que en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos documentados, el Filo Artrópoda es el más dominante ya que abarca una gran biodiversidad de organismos, variabilidad y adaptabilidad en cualquier tipo de ambiente, abarcando los crustáceos, miriápodos, arácnidos e insectos; los cuales resaltaron en la Clase taxonómica Insecta, ya que son muy diversos y abundantes, están presentes en una gran variedad de nichos ecológicos debido a su éxito evolutivo. Dentro de esta categoría taxonómica están incluidos el Orden Odonata y la Familia Chironomidae.




Así como también al determinar que la calidad del agua en las investigaciones fue de un nivel aceptable en los ríos; se corroboró lo obtenido con la búsqueda de información de los Ordenes identificados (tabla 4), dando como resultado una mayor obtención de Ordenes (Odonata, Ephemeroptera, Coleóptera y Trichoptera) que son sensibles a la contaminación y a los cambios en el estado del agua.

**Tabla 4.** Características de los Ordenes de macroinvertebrados predominantes en referencia a una óptima calidad del agua.

Orden	Nombre común	Requerimientos en la calidad del agua	Impacto ecológico
<p><b>Odonata</b></p>	<p>Libélulas o caballitos del diablo</p> 	<p>-Pueden vivir en una amplia variedad de hábitats, pero son más comunes en zonas con poca velocidad de corriente (Ladera, 2012).                      -Son sensibles a la contaminación y son indicadores de la recuperación de cuerpos de agua luego de disturbios (Ramírez, 2010).                      -Son sensibles a los cambios en la calidad del agua y condiciones ecológicas (Gonzales y Novelo, 2014).                      -Sensibles a los factores estresantes como cambios en la temperatura y contaminantes (Sánchez, 2018).</p>	<p>-Tienen un papel fundamental en regular la población de otros invertebrados (Ladera, 2012).                      -Son importantes en las cadenas tróficas (Ramírez, 2010).                      -Valiosos en campo por su fácil reconocimiento taxonómico y como modelo para analizar los componentes alfa, beta, gamma de la diversidad del paisaje (Gonzales y Novelo, 2014).                      -Evalúan la calidad del ambiente a largo plazo indicando diversificaciones en la biodiversidad de organismos, estado de conservación y las características donde habiten (Sánchez, 2018).</p>
<p><b>Ephemeroptera</b></p>	<p>Efímeros</p> 	<p>-Son asociados a sistemas de agua dulce de fondos rocosos, poseen gran sensibilidad a condiciones ácidas, presentan diferencias a bajas concentraciones de oxígeno (Ladera, 2012).                      La contaminación u otro cambio adverso en la calidad del agua provoca que busquen condiciones favorables en otros ambientes (Flowers y De la Rosa, 2010).</p>	<p>-Forman parte del índice de calidad del agua BMWP a causa de su susceptibilidad a la polución y conforman un eslabón esencial las cadenas alimenticias de sistemas de agua dulce (Ladera, 2012).</p>
<p><b>Coleóptera</b></p>	<p>Escarabajos, mariquitas</p> 	<p>-Viven asociados a aguas bien oxigenadas, siendo muy importantes en las cadenas y redes tróficas, su fase indicadora es en estado larval (Archangelsky et al., 2009).</p>	<p>-Pueden estar presentes en casi todos los hábitats, algunos son plagas de cultivos, otros son benéficos como depredadores de insectos plaga, polinizadores, controladores de malezas y contribuyen al reciclaje de materia orgánica (Ladera, 2012).</p>
<p><b>Trichoptera</b></p>	<p>Polillas</p> 	<p>-Su fase indicadora de la calidad del agua es siendo ninfas, son susceptibles a la contaminación, las larvas son exclusivamente acuáticas y se rigen por cierta exigencia en cuanto a la calidad del agua (Ladera, 2012).                      -Son asociados mayormente a cuerpos de agua limpias, bien oxigenada y con baja turbidez (Socha, 2020).</p>	<p>-Forman parte esencial de redes tróficas, circulan nutrientes en los ecosistemas acuáticos (Ladera, 2012).                      -Son de los Ordenes de mayor sensibilidad en el índice EPT (Socha, 2020).</p>

Sin embargo, también se detectó en muchas de las investigaciones la presencia de Ordenes y una Familia de macroinvertebrados que habitan en sistemas de agua contaminadas (tabla 5), lo que indica que variados de los ríos estudiados en los informes se encuentran con algún tipo de polución.

**Tabla 5.** Características de los Ordenes y Familia de macroinvertebrados predominantes, en referencia a una escasa calidad del agua.

Orden	Nombre común	Requerimientos en la calidad del agua	Impacto ecológico
<b>Díptera</b>	Moscas, mosquitos 	-Hay especies con diferentes requerimientos en cuanto a la calidad del agua, algunos insectos se desarrollan en zonas con elevadas concentraciones de oxígeno, pero en gran medida son oportunistas adaptados a vivir en entornos perturbados en condiciones extremas (Ladera, 2012). -Toleran amplios rangos de polución (Ibáñez, 2017).	-Es uno de los grupos más abundantes y diversos, ampliamente distribuidos, algunos organismos son vectores de enfermedades, plagas agrícolas, descomponedores de materia orgánica, depredadores parasitoides y polinizadores (Ladera, 2012). -Ocupan una gran cantidad de microambientes en todos los ecosistemas (Ibáñez, 2017).
<b>Hemiptera</b>	Chinches, moscas blancas 	-Asociados a ocupar medios naturales que muestran eutrofización, pueden ser plagas y transmitir enfermedades, su presencia y variedad de especies puede brindar información acerca del estado ecológico del lugar donde proliferen, respecto al desarrollo de actividades antrópicas (Socha, 2020).	-Son especies muy diversas, tienen un papel fundamental en la estructura de los ecosistemas acuáticos porque forman parte de la red trófica ambiental (Socha, 2020).
<b>Familia Chironomidae</b>	Quironómidos 	-Las larvas son utilizadas como indicadores de polución en diferentes niveles tróficos (Oviedo y Reinoso, 2018). -También las pupas tienen un rol ecológico ya que son bioindicadores sensibles a condiciones ambientales como pH, temperatura, oxígeno disuelto y otros cambios relacionados con la productividad del ambiente y son usados primordialmente para identificar ambientes altos o medianamente contaminados (Massaferro, Brooks y Jackson, 2002).	-Son ampliamente distribuidos, muy abundantes en aguas continentales, colonizan rápidamente los cuerpos de agua, juegan un papel significativo en los ecosistemas acuáticos como parte de la red trófica (consumen materia orgánica particulada, algas, hongos, polen y madera), son alimento de aves, anfibios, peces y algunos otros macroinvertebrados (Oviedo y Reinoso, 2018). -Estos insectos colonizan sedimentos y otros sustratos de casi todo tipo de ambiente, algunas especies se desarrollan en ambientes terrestres y acuáticos (Massaferro, Brooks y Jackson, 2002).

Por lo encontrado, se considera a México un país con gran biodiversidad por su riqueza en macroinvertebrados, los cuales son vitales ecológicamente al ser indicadores de la calidad del agua y ambiental, cuyas especies comprenden amplias ventajas para monitorear y evaluar la calidad del agua en sistemas de agua dulce, sin embargo, el nivel de afectación en los ríos del país va aumentando al paso del tiempo, provocando que su calidad descienda y por lo tanto todo el entorno natural y las especies padezcan daños (Arias et al., 2016).

Por lo anterior, es fundamental dar a conocer más información sobre la condición en que se encuentran los ríos del país, las cualidades de trabajar con macroinvertebrados y la realización de más investigaciones sobre la calidad del agua que incluyan análisis fisicoquímicos junto con indicadores biológicos como lo son los macroinvertebrados, ya que esto dará como resultado una mejor evaluación de los sistemas fluviales.

Finalmente, el reporte se hizo en el mes de marzo para entregarse en el mes de abril, cuando terminan las actividades del Servicio Social.

### **Impacto de las actividades del servicio social**

Las actividades del servicio social permitieron recabar información abarcando una década de investigaciones (2010-2021), sobre el estado de la calidad de los ríos en México utilizando macroinvertebrados puesto que, es de gran relevancia informar sobre el estado actual que presentan estos sistemas fluviales, ya que los ríos son los ecosistemas más sensibles a alterarse por las modificaciones antropogénicas. Y a pesar de encontrar un nivel aceptable en la calidad del agua, la proliferación de contaminantes va en ascenso.

Así como también, señalar que los estudios bióticos que emplean macroinvertebrados proporcionan muchas ventajas al momento de realizar este tipo de evaluaciones, debido a que no solo reflejan las condiciones del agua sino de igual forma las condiciones ambientales.

Por lo tanto, la repercusión del trabajo fue en dar a conocer la importancia de llevar a cabo más estudios con este tipo de metodologías, ya que en el transcurso de la obtención de bibliografía, se observó que en el país no hay demasiadas investigaciones respecto a la realización de análisis fisicoquímicos junto con análisis bióticos, comparado con otros países de Latinoamérica como lo son, Colombia, Perú, Argentina, Chile, Ecuador, El salvador y Panamá, puesto que en la búsqueda de escritos resaltaban más las de estos países.

Sin embargo, se encontró que hay un incremento al paso de los años en las prácticas de usar macroinvertebrados como método de evaluación de la calidad de los ríos.

Por lo que, estos ambientes naturales siguen estando expuestos y son vulnerables a variados problemas de contaminación; necesitando que en el país sigan y se elaboren diversos monitoreos en ríos para la preservación de la calidad del agua, flora y fauna, así como también metodologías para restaurar los lugares que indican polución.



## **Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social**

A lo largo de las actividades realizadas en mi servicio social, reforcé y aprendí variadas prácticas que hice durante mi estadía universitaria, como lo es, efectuar correctamente una búsqueda de información en sitios específicos que proporcionen resultados adecuados, ya que actualmente hay gran cantidad de informes en plataformas digitales que pueden hacer tardía la selección de un tema específico. Así como también analizar detenidamente de los puntos clave en todos los escritos encontrados para obtener los objetivos u resultados esperados.

Asimismo, otra capacidad que obtuve es encontrar y consultar bases de datos para comparar o revisar antecedentes, ya que esta habilidad no lo había efectuado anteriormente y me sirvió para aprender a localizar estas plataformas que ayudan a tener mayores referencias en un tema específico.

De igual manera, otra habilidad muy importante que volví a retomar en las actividades ejercidas es elaborar una base de datos en Excel, en donde tenía que examinar apropiadamente los datos para organizar la información y seleccionar lo más destacado, puesto que, tenía que considerar la forma de sistematizar lo encontrado para poder obtener resultados que indiquen el objetivo del proyecto.

Además, otro aprendizaje que adquirí fue percibir el panorama en que está el país con respecto al estudio de macroinvertebrados en la calidad del agua, visualizando en que estados y cuantos llevan este tipo de estudios trabajando con estos bioindicadores, la metodología (físicoquímica/biótica) que conlleva determinar la calidad del agua y el resultado de estos documentos, ya que desconocía algunos puntos sobre esta cuestión.

Así que este proyecto me ayudo a divisar la perspectiva total en que se encuentran las investigaciones en México sobre este tema en específico, considerando que existen variados trabajos en este ramo, igualmente note que hay un aumento en el paso del tiempo sobre la realización de artículos científicos en diversas revistas especializadas, lo que significa un progreso en el desarrollo de estas actividades técnicas, aunque siguen sin ser muy numerosas.

Del mismo modo, asimilé con un mejor contexto como se sitúa la calidad del agua en los ríos, puesto que cada vez hay más noticias sobre el aumento de la contaminación en los sistemas de agua dulce en el país y la pérdida de estos ambientes, preocupando el nivel en que estarán en años posteriores. Con ello, considero que realizar una búsqueda de información y su posterior análisis sobre cómo se encuentra un ámbito en específico en México es de suma importancia, debido a que los entornos naturales cada vez más están en riesgo por las actividades antropogénicas y por lo tanto informar sobre las condiciones ambientales e investigativas actuales que se presentan.

Y, por último, obtuve más referencias sobre el papel que desempeñan ciertas comunidades de macroinvertebrados, las cuales están presentes en casi todos los estados de México y como suelen pasar desapercibidas, aun cuando señalan muchos patrones en el ambiente donde se desarrollen estos invertebrados, destacando su papel primordial como componentes de la biodiversidad y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

## **Fundamento de las actividades del servicio social**

Desde el inicio de la Universidad Autónoma Metropolitana se esbozó una unión ejercida con la formación de profesionistas y la sociedad, con el fin de promover la investigación que realice beneficios al estado.

Asimismo, la formación académica en la UAM Xochimilco en la carrera de biología se tiene como objetivo fomentar en los alumnos el pensamiento crítico y creativo para el desarrollo de actividades científicas.

Teniendo como estrategia vincular el proceso de educación, definiendo la enseñanza y el aprendizaje relacionado con problemáticas reales que se observan en la sociedad, estableciendo la transferencia, aplicación y difusión de conocimientos con el propósito de emplear lo aprendido para solución de estas cuestiones.

Además, en la unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana se plantea un sistema de integración y organización académica en la realización de proyectos de investigación como una estrategia de aprendizaje, logrando una búsqueda de conocimientos y propiciando el pensamiento crítico en la indagación de cuestiones y problemas que impulsen el desarrollo científico.

Esto se observa en el proceso de las actividades del servicio social, puesto que promueven como paso final de la licenciatura impulsar prácticas y conocimientos que permitan expandir las enseñanzas aprendidas con relación a los recursos naturales a nivel nacional.

Dando como resultado la formación de un egresado biólogo que tenga como perfil estudiar los recursos naturales a través de la ecología, principalmente, tener un enfoque científico y metodológico para la resolución de problemas precisos desde una formación epistemológica, también llevar a cabo una formación científica que permita llevar a cabo habilidades, actitudes, hábitos y valores derivados de la formación científica biológica, estimulando las técnicas y metodologías que proporcionen estrategias aplicadas en un objeto de estudio en relación a los recursos naturales empleando aprendizajes como caracterizar, inventariar, describir, diagnosticar, evaluar, pronosticar y proponer.

Así como también fomentar bases éticas para la valoración de los recursos naturales que interactúan con las actividades diarias que realiza el hombre desde una formación crítico y social (UAM X, 2022).

## Referencias

- Alonso, P y Novelo, R. (2007). Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: estado actual de conocimiento y aplicación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Sociedad Mexicana de Entomología.
- Archangelsky, M. Verónica Manzo, Mariano C. Michaty Patricia L. M. Torre, (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología (pp.411-468) Edición 2 Capitulo 14.
- Arias-Del Toro, K. M., González-Mandujano, J. F., Hernández-Miranda, O. A., Melgarejo-Salas, S. R., Álvarez-Coto, A., & Cruz-Miranda, S. G. (2016). INSECTOS ACUÁTICOS (COLEOPTERA, MEGALOPTERA Y TRICHOPTERA) EN TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE XICOTEPEC, PUEBLA, MÉXICO.
- Armas, V. (2015). Efectos de la cobertura vegetal y las variables físico-químicas sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca alta de La Antigua, Veracruz, México.
- Barba, R., De la Lanza, G., Contreras, A., y González, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 381-383.
- Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93.
- Gamboa, M., Reyes, R., y Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental*, 48(2), 109-120.
- González-Soriano, E., & Novelo-Gutiérrez, R. (2014). Biodiversidad de Odonata en México. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 85, 243-251.
- Hernández, I. (2014). La calidad del agua en los ríos de México. Capítulo 2. La calidad del agua en ríos de México. Periódico digital de divulgación de la Red del Agua UNAM. Número 3.
- Ibáñez-Bernal, S. (2017). Actualización del Catálogo de Autoridades Taxonómicas de los Dípteros (Diptera: Insecta) de México. Instituto de Ecología AC. Red Ambiente y Sustentabilidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto JE006. Ciudad de México.
- Ladera, R. F. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, (39), 24-29.
- Marín, V. (2018). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Amanalco.

Massaferro, J., Brooks, S. J., & Jackson, K. A. (2002). Estudio preliminar de la distribución y composición de las comunidades de quironómidos (Diptera: Chironomidae) en el parque nacional Laguna San Rafael (46° S), Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)*, 51, 123-134.

Mena, I., Gonzales, Á., Vargas, S., Olvera, I., Méndez, A. (2017). Evaluación de la condición ecológica del Río Zahuapan. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(1), 7-19.

Montaño, L., Gutiérrez, S., Vásquez, A., Muñoz, R., Andrade, A., Ávila, R., Ramírez, J., Zarur, A., Robles, A., y Hernández, R. (2019). Identidad e imagen institucional de la UAM, reflexiones y propuestas de acción a partir de la opinión pública de miembros de la comunidad universitaria. Universidad Autónoma Metropolitana.

Oviedo-Machado, N., & Reinoso-Flórez, G. (2018). Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opía (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 101-109.

Padilla, M. (2017). Evaluación de la calidad del agua del río San Juan (Edo. Mex., Qro., Hgo.) y propuesta de un índice biótico utilizando macroinvertebrados.

Pineda, R. y Pérez, R. (2014). México. En Alonso, E. Lis, P. Mora, M. Campbell, B. y Springer, M. (Ed.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México. Centroamérica, Colombia* (pp.293-314). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Piñón, A., Pérez, M., Torres, U., y Pineda, R. (2014). Integridad biótica de la microcuenca del Río Chiquito, Morelia, Michoacán, México, basada en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 62, 221-231.

Ramírez, A., Novelo, R., Alonso, P. (2007). Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: estado actual de conocimiento y aplicación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Sociedad Mexicana de Entomología.

Roldan, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencia*, 23(88), 375-387.

Sánchez Estrada, D. M. (2018). Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-Acaxochitlán, Hidalgo, México.

Socha Fandiño, A. (2020). Los macroinvertebrados acuáticos del curso alto del río Bogotá (Cundinamarca-Colombia): Análisis y guía de campo ilustrada para su identificación.

UAM X. (2022). Páginas web de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco. Disponible en: <http://www2.xoc.uam.mx/oferta-educativa/divisiones/cbs/licenciaturas-posgrados/pplic/biologia/mision/> Consulta en abril 2022.

<https://www.xoc.uam.mx/acerca-uam-modelo-academico> Consulta en abril 2022.

<http://cbs1.xoc.uam.mx/ss/index.php> Consulta en abril 2022.

## Anexo 1

Referencias encontradas durante el periodo del mes de octubre a diciembre del año 2021.

Referencias encontradas	
Numero	Bibliografía
1	Villalobos, L., Álvarez, F., Hernández, C., Lanza, G. L., y González, D. (2010). Crustáceos decápodos de las cuencas Copalita, Zimatán y Coyula, en Oaxaca, México. <i>Revista mexicana de biodiversidad</i> , 81, 99-111.
2	Torres, U. (2010). Monitoreo de Macroinvertebrados Acuáticos en ríos con impacto al caudal, dos casos: río Chiquito, Morelia y río Lerma, La Piedad, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
3	Baltasar, L., Névarez, N., Carrasco, V., y Giovanna, C. (2011). INSECTOS BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN EL RIO TUNAL DURANGO, MEXICO. Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana.
4	Estrada, F. (2011). Indicadores ecológicos de la zona riparia del río San Pedro, Tabasco, México (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).
5	Hinojosa, D. (2011). Uso de macroinvertebrados como bioindicadores de variabilidad ambiental en sistemas acuáticos de Campeche. Estudio de caso ANP "Los Petenes".
6	Macías, E., y Loreto, F. (2011). Estudio de Caso: Análisis de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en el río San Pedro, Balancán. La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. Vol. 1
7	Flores, A. (2012). "Caracterización faunística de odonatos y lepidópteros en la localidad "El Pantano", Jiutepec, Morelos, México.
8	Reyes, E., Ortiz, H., Viggers, G., y Rubio, Y. (2012). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CON UN INDICE BIOTICO EN RÍO LAS HABITAS; EN LA RESERVA ECOLÓGICA DE NUESTRA SEÑORA, COSALA SINALOA.
9	López, M., Ramos, G., y Guzmán, M. (2012). Insectos acuáticos y la calidad del agua de la cuenca alta del río Blanco, Veracruz. <i>Entomología Mexicana</i> , 11(1), 395-400.
10	Martínez, P., Granados, G., Pérez, H., y Heracleo, R. (2013). INSECTOS ACUÁTICOS DE EMBALSES TEMPORALES DE DOS MUNICIPIOS DEL ALTO AMACUZAC, MORELOS-MEXICO (INSECTA: COLEOPTERA-HEMIPTERA). <i>Revista Entomología</i> .
11	Torres, E. (2013). Monitoreo de la comunidad de insectos para evaluar la calidad de los insectos del agua del río Pesquería, desde el municipio de García hasta Pesquería, Nuevo León, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
12	Hernández, M. (2013). Estudio de micro y macroinvertebrados acuáticos, en Santa María Ahuacatitlán, Cuernavaca Morelos, México. Congreso Mexicano de Ecología.
13	Barba, R., De la Lanza, G., Contreras, A., y González, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. <i>Revista mexicana de biodiversidad</i> , 84(1), 381-383.
14	Torres, U., Pérez, X., Herrería, Y., y Pineda, F. (2014). Efecto de los factores ambientales sobre la diversidad de insectos hemimetábolos y coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Xichú, Guanajuato, México. <i>Revista de biología tropical</i> , 62(2), 69-80.
15	Falcón, M., Magano, A., Machado, R., y Zotti, J. (2014). Gradiente de conservación de comunidades de gasterópodos terrestres como indicadores ecológicos, al Norte de Chiapas, México. <i>Ciência e Natura</i> , 36(II), 655-662
16	Tolosa, G. (2014). Los odonatos (insecta) como indicadores de la integridad ecológica en la región costa soconusco, Chiapas (Master's thesis, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas).
17	Piñón, A., Pérez, M., Torres, U., y Pineda, R. (2014). Integridad biótica de la microcuenca del Río Chiquito, Morelia, Michoacán, México, basada en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. <i>Revista de Biología Tropical</i> , 62, 221-231.

Numero	Bibliografía
18	Astudillo, R., Ramírez, A., Novelo, R., y Vázquez, G. (2014). Descomposición de hojarasca en seis arroyos de Bosque Mesófilo de Montaña en la cuenca alta del río La Antigua, Veracruz, México. <i>Revista de Biología Tropical</i> , 62, 111-127.
19	Rosas, H., Sánchez, A., Rosas, Y., García, S., Sampedro, L., y Juárez, L. (2014). Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. <i>Revista Iberoamericana de Ciencias</i> , 1(2), 82-88.
20	Juárez, J., Barba, E., y Miranda J. (2015). Distribución espacial y temporal de la entomofauna acuática en la cuenca del Papaloapan. <i>Tendencias de Investigación en Limnología Tropical</i> . pag 279. Los macroinvertebrados y algas macroscópicas como indicadores de los sitios de referencia de calidad ecológica potenciales en ríos de la Cuenca de México. <i>Tendencias de Investigación</i> .
21	Jimenez, C. y Borrero, C. (2015). Los macroinvertebrados y algas macroscópicas como indicadores de los sitios de referencia de calidad ecológica potenciales en ríos de la Cuenca de México. En Alcocer, J. Merino, M. y Escobar, E. (Ed.), <i>Tendencias de Investigación en Limnología Tropical: Perspectivas Universitarias en Latinoamérica</i> . (pp. 391- 400). Instituto de Ciencias del mar y Limnología, UNAM Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Ciudad Universitaria, México.
22	Castro, G., Castro, J., Monroy, C., Ocampo, A., Cruz, I., y Ramírez, A. (2015). Los macroinvertebrados como indicadores biológicos de la calidad del agua del río Actopan, Veracruz, México. <i>E. BIOS</i> , 2007-5782.
23	Armas, V. (2015). Efectos de la cobertura vegetal y las variables físico-químicas sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca alta de La Antigua, Veracruz, México.
24	Stanford, G., Ibarra, P., Ricardo, G., Medina, B., Cruz, G., y Ricardo, J. (2015). INSECTOS ACUATICOS DE LOS AZUFRES Y ENANDIO, MICHOACÁN, MÉXICO. <i>Entomología mexicana</i> vol. 2.
25	Rosas, Y., Sánchez, A., y Rosas, L. (2015). Calidad del agua en la subcuenca fluvial La Garita, Acapulco, Guerrero por monitoreo con insectos. <i>Estudios en Biodiversidad</i> , 10, 121-129.
26	Rosas, A., Sánchez, A., y Sampedro, M. (2015). Evaluación del medio físico y calidad del agua por medio de insectos bioindicadores, en el brazo derecho del cauce Aguas Blancas, Acapulco Gro., México. <i>Entomología Mexicana</i> Vol. 2: 689-694.
27	Padilla, M., Ortega, I., Álvarez, G., y Bernal, A. (2016). Estudio de evaluación de la calidad del agua del río San Juan (centro de México). <i>Revista Iberoamericana de Ciencias</i> , 1583, 2334-25.
28	Arias-Del Toro, K. M., González-Mandujano, J. F., Hernández-Miranda, O. A., Melgarejo-Salas, S. R., Álvarez-Coto, A., & Cruz-Miranda, S. G. (2016). Insectos acuáticos (coleoptera, megaloptera y trichoptera) en tres localidades del municipio de Xicotepec, Puebla, México.
29	Mena, I., Bustamante, A., Vargas, S., Olvera, I., y Méndez, J. (2017). Evaluación de la condición ecológica del río Zahuapan. <i>Revista internacional de contaminación ambiental</i> , 33(1), 7-19.
30	Castillo, L., Estrada, N., Jardón, P., Obregón, I., Castro, G., y Castro, J. (2017). Aquatic macroinvertebrates as water quality indicators from river Actopan (La Gloria, El Zapotito and Jareros), of Úrsulo Galván municipality, Veracruz.
31	López, B., Quiroz, H., Del Pilar, M., Fabela, M., González, E., y Quiroz, H. (2017). Calidad del agua de tres sistemas acuáticos con insectos como modelo de estudio en la región fronteriza México-Estados Unidos de América con el enfoque al control de las descargas de aguas residuales.
32	Padilla, M. (2017). Evaluación de la calidad del agua del río San Juan (Edo. Mex., Gro., Hgo.) y propuesta de un índice biótico utilizando macroinvertebrados. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
33	Granados, G., Barragán, P., y Martínez, M. (2017). Macroinvertebrados bentónicos de dos lagos de alta montaña en el estado de Morelos, México. <i>Intropica</i> , 12(1), 41-53.
34	Granados, G., Ruedas, A., y Servín, V. (2017). ENTOMOFAUNA ACUÁTICA PREDOMINANTE EN CINCO RÍOS DE LA PARTE ALTA DEL BALSAS, ENTRE MORELOS Y PUEBLA, MÉXICO. <i>Entomología mexicana</i> , 4: 108-114.

<b>35</b>	Osorio, G. (2018). Evaluación de la calidad del agua de la subcuenca del Río Temascaltepec, mediante el uso de indicadores biológicos.
<b>36</b>	Sánchez, M. (2018). Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-Acaxochitlán, Hidalgo, México.
<b>37</b>	Herrera, I., Rico, A., Hernandez, J., Aguayo, D. y González, R. (2018). Uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua del río Totoapan y Paso Real, Tlapacoyan, Veracruz. <i>Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias</i> . 9(21): 860-871.
<b>38</b>	Torres, O. (2018). Integridad ecológica como una herramienta de evaluación en cuencas hidrográficas. Caso de estudio Microcuenca del Río Jalpan.
<b>39</b>	Gudiño, G., Gallardo, E., Estrada, M., García, S., Cárdenas, C., y Tinoco, C. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en el río Cupatitzio, Michoacán benthic macroinvertebrates as indicators of water quality in the cupatitzio river, Michoacán. vol. 1 núm.
<b>40</b>	Morales, A. (2018). Evaluación de la condición ecológica del río Nexapa en la subcuenca Chietla, Puebla, México.
<b>41</b>	Sosa, G., Gallardo, E., Estrada, M., García, S., Cárdenas, C., y Tinoco, C. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en el río Cupatitzio. centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional, unidad Michoacán. año 2 vol. 1 núm. 1.
<b>42</b>	Marín V. (2018). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Amanalco. centro interamericano de recursos del agua.
<b>43</b>	Álvarez, F., Armendáriz, G., Jiménez, B., Millán, L., Ojeda, C., y Villalobos, L. (2019). Conservación de dos ríos en Los Tuxtlas, Veracruz: la aplicación de índices de integridad biótica. <i>Antropización: primer análisis integral</i> , ibunam-conacyt, 221-242.
<b>44</b>	Pérez, M., Molina, I., Durán, S., Ojeda, R., Ponce, J., y Ayala, C. (2019). Macroinvertebrados acuáticos de la cuenca del río Purungueo: organización e integridad biótica. <i>Entomología mexicana</i> , 6: 414-420.
<b>45</b>	Rodríguez, A., Sánchez, A., Aguilar, I., Rodríguez, A., y Martínez, Q. (2019). Determinación de la calidad de agua del río la Silla con insectos acuáticos como bioindicadores. Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Entomología, Universidad Autónoma de Nuevo León.
<b>46</b>	Castro, C. (2020). Diversidad del suborden heteroptera (hemiptera: gerromorpha y nepomorpha) y su relación con la calidad del agua en surutato, badiraguato, Sinaloa, México.
<b>47</b>	Hernández, O., Mancilla, R., Palomera, C., Olguín, L., Flores, H., Can, Á., Sánchez, E. (2020). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México. <i>Revista internacional de contaminación ambiental</i> , 36(3), 689-701.
<b>48</b>	Pulgarín, A. R. (2020). Análisis de la calidad ambiental en zona de construcción de la presa El Realito, en la cuenca del río Santa María en Guanajuato, México.
<b>49</b>	Pérez, R., Molina, I., M., Zarate, S., Ramírez, I., Gutierrez, G., Valian, G., Lozano, S., Pineda, R., y González, I. (2020). MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE ACUÁTICO EN CAUCES VADEABLES DE LA CUENCA DEL RÍO COPALITA, OAXACA. <i>Entomología mexicana</i> , 7- 334-341.
<b>50</b>	Valdez, M., Soto, G., Hernández, P., Luna, G., Rangel, G., y Guerrero, G. (2021). Biodiversidad de macrocrustáceos del río Fuerte, Sinaloa, México. <i>Biología Acuática</i> , (36), 021-021.