



---

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO  
APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.**

**TESIS PROFESIONAL POR ETAPAS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A:**

**JOSE ALBERTO MEZA VEGA**

**DIRECTORES**

M. en C. MIGDALIA DIAZ VARGAS

M. en B. LUIS ENRIQUE CRUZ TRUJILLO

# Índice

	página
1. Introducción .....	1
2. Antecedentes .....	3
2.1 Divulgación .....	3
2.2 Antedentes de divulgación biológica .....	4
2.3 Macroinvertebrados a nivel mundial .....	6
2.4 Macroinvertebrados a nivel nacional y estatal .....	7
3. Justificación .....	8
4. Objetivos .....	8
4.1 Objetivo general .....	8
4.2 Objetivos particulares .....	9
5. Área de estudio .....	9
5.1 Estaciones de muestreo .....	11
5.1.2 Estación 1: Cuernavaca .....	11
5.1.3 Estación 2: Temixco .....	12
5.1.4 Estación 3: Xochitepec.....	13
6. Materiales y Métodos .....	14
6.1 Colecta de organismos .....	14
6.2 Limpieza de muestras .....	14
6.3 Guía fotográfica de macroinvertebrados.....	14
6.4 Identificación de organismos.....	15
7. Resultados.....	15
8. Discusión.....	17
9. Conclusiones.....	20
10. Literatura citada.....	20

## Índice de figuras

	Página
Figura 1: Ubicación del estado de Morelos.....	9
Figura 2: Ubicación de la cuenca del río Apatlaco.....	10
Figura 3: Ubicación del municipio de Cuernavaca.....	11
Figura 4: Sitio de muestreo Cuernavaca (G. maps).....	11
Figura 5: Sitio de muestreo Cuernavaca.....	11
Figura 6: Ubicación del municipio de Temixco.....	12
Figura 7: Sitio de muestreo Temixco (G. maps).....	12
Figura 8: Sitio de muestreo Temixco.....	12
Figura 9: Ubicación de municipio de Xochitepec.....	13
Figura 10: Sitio de muestreo Xochitepec (G. maps).....	13
Figura 11: Sitio de muestreo Xochitepec.....	13

## Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Familias reconocidas de los macroinvertebrados presentes en el tramo Cuernavaca-Xochitepec del río Apatlaco.....	15
Tabla 2. Géneros reconocidos de macroinvertebrados presentes en el tramo Cuernavaca-Xochitepec del río Apatlaco.....	16

## Agradecimientos

Quisiera agradecer a todos aquellos que me han apoyado de muchas formas a lo largo de este proceso de titulación de tesis por etapas.

A Migdalia Díaz Vargas, quien es la directora de esta tesis, gracias por toda la paciencia brindada durante este tiempo, la calidez con la que explicaba y corregía mis errores, gracias infinitas.

A Luis Enrique Cruz Trujillo, quien es el codirector de tesis, gracias por todo el tiempo y conocimiento invertido en el proceso para obtener las fotografías de la guía, por todas las observaciones hacia el escrito, por los nuevos retos.

A Juan Carlos Sandoval Manrique, quien me ayudó con la identificación de los macroinvertebrados bénticos.

A la Dra. Patricia Trujillo, quien prestó el microscopio Olympus para hacer algunas fotos, por dar la tremenda recomendación de meter al organismo en glicerina, evitando así que se resecaran, al mismo tiempo se evitaba el reflejo de las luces, toda una maravilla. Gracias por tratarme como si fuera uno más de sus tesis.

A cada uno de los que formaron parte de mi sínodo, Mtra. Brenda Brug, Mtra. Martha Soriano, Biol. Juan Sandoval y al Biol. Luis Tavira, que ayudaron a que fuera una tesis más completa.

A mis padres, quienes me apoyaron siempre, de una manera incondicional. Gracias por absolutamente todo.

A Edgard Mason, por apoyarme y sacarme de muchas dudas, sin importar cuantas veces, a mis amigos Felipe, Salma, Emmanuel, Sofí, Fany, Mariana, Adrián, con quienes pasé momentos agradables.

## Resumen

La comunicación visual o icónica, que hace uso de imágenes, es de gran importancia para la comprensión y captación de la información, facilitando el recuerdo de la misma. La fotografía ha tenido un papel muy decisivo en la historia de la ciencia, pues es un instrumento científico que ha aportado datos y registros importantes. Por ende, el uso de la fotografía para la elaboración de guías fotográficas es de suma relevancia, principalmente en el reconocimiento de macroinvertebrados bénticos, que son organismos no muy conocidos debido a que se encuentran sumergidos en cuerpos de agua y que no se pueden observar fácilmente a simple vista, principalmente por su tamaño pequeño que oscila entre los 3 a 5 mm. Para este trabajo se realizaron cuatro muestreos a lo largo del año en tres secciones del río Apatlaco (Cuernavaca, Temixco y Xochitepec); estos cuatro muestreos se efectuaron de acuerdo a las estaciones del año, invierno (febrero), primavera (mayo), verano (agosto) y otoño (noviembre) del 2018. Dado que el río Apatlaco es uno de los más contaminados por la gran conurbación, en él no se encontró una alta diversidad, con un registro de cuatro phyla, seis clases, nueve órdenes, doce familias y diecisiete géneros, siendo las familias con mayor abundancia Chironomidae e Hyalellidae.

## 1. Introducción

La comunicación vista como un proceso evolutivo puede diferenciarse de distintas formas, real, gestual, fono, icónica y conceptual. La comunicación icónica o visual hace uso de dibujos/imágenes como elemento expresivo. Las imágenes que se pueden utilizar en la enseñanza son a grandes rasgos las pensadas precisamente para ejecutar el aprendizaje significativo. Las imágenes tienden a ser más útiles para la comprensión y captación de la información, facilitando el recuerdo de la misma (Albino, 2010).

El lenguaje visual se puede dividir en tres: el lenguaje objetivo, publicitario y artístico, teniendo como objetivo informar una sola idea o un conjunto de ideas que no se presten a más interpretaciones. En el lenguaje artístico se plasma una expresión jugando con los sentimientos, en ella se busca una respuesta más emocional y, en el publicitario se trata de convencer para vender un producto (Acaso, 2006). Sin duda podemos decir, en la mayoría de los casos, que la vista es nuestro sentido máspreciado porque de él recibimos la mayor parte de información.

En el siglo XIX los procedimientos novedosos fotoquímicos para captar y fijar imágenes se empezaron a utilizar para investigar todo tipo de hechos y fenómenos naturales. Por ejemplo, el químico austriaco Andreas Von, que con la ayuda del médico Joseph Berres, llevaron a cabo en 1840 un deguerrotipo (primer procedimiento fotográfico) microscópico de un corte transversal del tallo de una planta con flor.

En 1845 los físicos franceses Louis Fizeau y Lion Foucault realizaron el primer daguerrotipo del sol que mostró las manchas solares. También se llevó a cabo el primer daguerrotipo de un eclipse solar completo, realizado desde el Real Observatorio de Konigsberg en Prusia por Johann Berkowski el 28 de julio de 1851 (Gálvez, 2017).

La fotografía ha tenido un papel muy decisivo en la historia de la ciencia, pues es un instrumento científico que ha aportado datos y registros importantes. Tal es el caso de la macrofotografía, que nos sirve para obtener imágenes de objetos muy pequeños con fotos obtenidas mediante el microscopio, ya sea compuesto o de campo claro, lo que ha permitido ver a detalle y conocer las estructuras de lo que no podemos ver a simple vista.

Por ende, el uso de la fotografía para la elaboración de guías fotográficas es de suma importancia, principalmente en el reconocimiento e identificación de organismos y para este caso en particular de los macroinvertebrados bénticos, pues son organismos muy poco conocidos por las personas en general debido básicamente a que muchos de ellos se encuentran sumergidos en los cuerpos de agua y no pueden ser observados fácilmente; sin embargo, la importancia que en los últimos años han adquirido los organismos bénticos es debido a que han sido utilizados en el monitoreo de la calidad de los ambientes en donde se encuentran, por lo cual cada vez son más las personas que se interesan en su reconocimiento.

Los macroinvertebrados bénticos son organismos invertebrados lo suficientemente grandes para ser vistos sin algún tipo de aumento (entre 3 a 5 mm) y que habitan en algún momento de su ciclo de vida en ambientes acuáticos. Estos abarcan una gran cantidad de especies de distintos phyla, como los anélidos, moluscos, platelmintos, nematodos y artrópodos (principalmente insectos) por nombrar algunos (Oscóz, 2009).

La gran importancia que los macroinvertebrados bénticos tienen dentro de los ecosistemas acuáticos es debido a su función como transformantes de la materia orgánica en el medio y como representantes de una fuente de alimento para organismos superiores (Oscóz, 2009). La mayoría se encuentran asociados a los fondos de los ríos, lo que hace que se refiera a ellos como macroinvertebrados bénticos o zoobentos; este tipo de organismos también viven asociados a la vegetación acuática, al lodo, arena, rocas o escombros sumergidos, y se encuentran entre los consumidores que constituyen el volumen de la biomasa en los ecosistemas de agua dulce (Odum, 1972).

Cuando los cuerpos de agua sufren algún tipo de impacto, la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se ve muy afectada, ocasionando la muerte de los más sensibles (intolerantes) a los eventos de estrés y favoreciendo el desarrollo de aquellos menos sensibles (tolerantes) a las malas condiciones presentes (Alba *et al.* 1996; Reece y Richardson, 1999). Esto se debe a que los macroinvertebrados bénticos han adquirido una serie de adaptaciones, entre las que destaca cierto grado de tolerancia hacia diversos factores, como temperatura, pH, salinidad, concentración de oxígeno disuelto, nutrientes, cantidad de materia orgánica, entre otros (Sandín y Johnson, 2000; Brosse *et al.*, 2003). A la fecha, es bien sabido que las actividades antropogénicas en los paisajes son la principal amenaza de la

integridad ecológica de los ríos, pues tienen impacto directo en el hábitat, la calidad del agua y la biota por medio de diferentes formas (Allan y Arbor 2004).

Parte fundamental del estudio de los organismos, es proporcionar información clara y sencilla que pueda ser comunicada hacia los diferentes grupos de la población, y de esta manera informar a un mayor número de personas de las condiciones ambientales de los ecosistemas en los que cohabitan. Desde este punto de vista, la fotografía científica tiene dos primordiales papeles en la sociedad, el educativo y el de divulgación o comunicación pública de la ciencia. La enseñanza de la ciencia pretende que la población obtenga los conocimientos científicos mínimos para hacer una ciudadanía responsable y culta (Gálvez, 2017).

## 2. Antecedentes

### 2.1 Divulgación

La importancia de la divulgación de la ciencia para la educación formal de acuerdo con Weber (1998) es transmitir conocimientos específicos con un lenguaje comprensible para quien lo recibe, ante la situación tan cambiante de los medios clásicos de transmisión del conocimiento (libros, folletos, revistas, artículos).

Lara (2005) propone la construcción de una metodología para la realización de trabajos basados en la fotografía, al igual que Palacios (2006), quien considera de suma importancia la implementación de una integración crítica en la educación formal ya que los medios visuales toman cada vez mayor relevancia en la sociedad.

Al igual que los autores anteriores, para Monje (2011) y Renobell (2005) la fotografía científica es una herramienta esencial para el avance de la ciencia, ya que la ciencia avanza a base de realizar observaciones, así mismo sirve para registrar fenómenos que muchas veces no son visibles a simple vista, de esta manera las imágenes toman cada vez más importancia como nuevas formas de estrategias de conocimiento en la sociedad.

La investigación científica no tiene razón de ser si no se logra una correcta divulgación de la información obtenida del estudio (Álvarez y Fernández, 2012; Sempere y Rocha, 2007; Olmo, 2007). En este sentido, Reynoso *et al.* (2013) indican que la divulgación debe

favorecer el acercamiento entre la comunidad científica y la sociedad, esto para que la sociedad pueda iniciarse en un nuevo mundo de saber, lo que ayudará a solucionar los procesos de comunicación entre la comunidad científica y la sociedad, haciendo mayor la comprensión de estos conocimientos, pues es un puente de acceso entre la sociedad científica y el público en general con el afán de informar y contribuir al entendimiento de la gente (Lopes, s/f; Briceño y Auxiliadora, 2012).

Algunas de las acciones desarrolladas en distintas partes del mundo incluyen talleres de fotografía como instrumento de alfabetización para niños y niñas, en donde su principal objetivo ha sido desarrollar en ellos una capacidad de producir imágenes de expresión artística, de comunicación e información y sobre todo para crear un estímulo de curiosidad, desarrollo de la observación, claridad de pensamiento e influir en la creatividad y ayudar a erradicar mitos (Ramírez, *et al.* s/f; Calvo, 2006).

Algunos trabajos de divulgación de la ciencia que incluyen varios grupos biológicos se mencionan a continuación:

## **2.2 Antecedentes de divulgación biológica**

En Colombia, se realizó una guía para el estudio de los macroinvertebrados de Antioquia, en el cual se muestran los principales grupos de presentes en ríos, quebradas y lagunas de dicho lugar y de igual manera una guía ilustrada de identificación de macroinvertebrados de agua dulce (Roldán, 1996 y 2000).

En México, la Comisión Nacional del Agua, en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México, realizaron una guía para la colecta, manejo y observación en campo para bioindicadores de la calidad del agua, en donde se muestra qué materiales y cómo se realiza el manejo de estos macroinvertebrados acuáticos (De la Lanza *et al.*, 2004).

En Venezuela, en el Parque Nacional Morrocoy, se realizó un proyecto cuya finalidad fue la elaboración de una guía ilustrada como un recurso didáctico para la determinación *in situ* de microalgas (Farci, 2007).

En España debido a la necesidad de una buena gestión para la conservación de la calidad de las aguas continentales se elaboró el proyecto de “Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación” (Oscóz *et al.*, 2009).

Maroñas *et al.*, (2010) realizaron una “Guía para el estudio de macroinvertebrados II, introducción a la metodología de muestreo y análisis de datos” en donde mencionan tipos de muestreo, datos, población y muestra, variables biológicas, estadísticos más usados, parámetros de la población y parámetros de la comunidad biológica.

En España, elaboraron una clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados, contribuyendo con trabajos que facilitaran el reconocimiento y monitoreo de la cuenca del Ebro (Durán, *et al.*, 2011).

En Chile se realizó una guía para la identificación de macroinvertebrados acuáticos, en donde se muestran claves para la identificación de las familias más comunes de la zona (Palma, 2013).

Ladrera *et al.*, (2013) describen los principales materiales y programas existentes respecto a la utilización de los macroinvertebrados acuáticos en la educación secundaria de la península Ibérica, ya que presenta una serie de aplicaciones que la convierten en una herramienta didáctica y de gran interés.

En la región centro-sur de Morelos realizó una guía de anfibios con fotografías de especies de diferentes familias: Bufonidae, Microhylidae, Ranidae, Craugastoridae, Scaphiopodidae, Hylidae y Eleutheractilydae. (Montalbán y Arachega, 2014).

En Colombia, junto con la ayuda de varios estudiantes del Programa de Biología de la Universidad de Antioquia realizaron importantes aportaciones para la publicación de la “Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia”, trabajo que sirvió de base para el desarrollo de la bioindicación de la calidad de agua en otras regiones del país (Roldán *et al.*, 2014).

En Morelos, se realizó una guía de odonatos con fotos de las especies de las familias: Coenagrionidae, Gomphidae, Aeshnidae, Calopterygidae, Lestidae y Libellulidae (Aréchaga, *et al.*, 2015).

En Puerto Rico realizaron una guía fotográfica para la identificación de las familias de macroinvertebrados acuáticos de la zona (Gutiérrez *et al.*, 2016).

En las serranías del occidente del estado de Aguascalientes, realizaron un estudio para conocer el uso tradicional de la fauna silvestre, en el cual usaron una guía fotográfica para facilitar a los pobladores la identificación de los animales encontrados (Amador y De la Riva, 2016).

### **2.3 Macroinvertebrados a nivel mundial**

Como se indicó anteriormente, muchos de los trabajos de divulgación se han basado en organismos “populares” o que le proporcionan algún beneficio al hombre, como las aves, reptiles y mamíferos, sin embargo, en las últimas décadas el estudio de macroinvertebrados ha tenido mayor relevancia en el análisis de la calidad de los ecosistemas acuáticos, entre los que destacan los siguientes:

En España realizaron un libro en donde se explica la metodología para el establecimiento ecológico de acuerdo a la Directiva Marco del Agua, Protocolos de muestreo y Análisis para Invertebrados Acuáticos (Alba *et al.* 2005).

En el río Laurraun, España, emplearon a los macroinvertebrados con la finalidad de analizar y estudiar los cambios de abundancia y composición asociados con la contaminación y con las actividades de unas estaciones hidroeléctricas (Oscoz *et al.*, 2006).

En Sudamérica elaboraron un libro sobre macroinvertebrados bénticos en donde mostraban su sistemática y biología (Domínguez y Fernández, 2009).

En el río Chinchiná, en Colombia, se realizaron muestreos en diferentes zonas, unas con vegetación riverense y otras sin vegetación, esto para evaluar si existe una diferencia en cuanto a la composición de los macroinvertebrados en relación a la vegetación (Meza *et al.*, 2012).

En Ecuador, en los ríos Pindo Mirador, Pindo Grande y Alpayacu se analizó la diversidad y la abundancia de los macroinvertebrados bénticos utilizando índices como el BMWP y EPT. (Endara, 2017).

En Colombia, tomaron muestras de sustrato en tres sectores de un tramo del río Bogotá, su objetivo fue evaluar la calidad del agua con base a los macroinvertebrados bentónicos (Ramírez *et al.*, 2013).

En Panamá, determinaron la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados, así como también evaluaron la calidad del agua del río Gariché (Guinard *et al.*, 2013).

En Cuba, los macroinvertebrados han sido empleados para implementar estrategias de manejo eficiente de los ecosistemas lenticos y loticos (Naranjo *et al.*, 2014).

En Honduras, indicaron que a pesar de que el uso de los macroinvertebrados en este país no tiene tanto tiempo, el Instituto de Conservación Forestal los ha incluido dentro de sus objetos de monitoreo para la evaluación de calidad del agua (López y Mora, 2014).

En Perú, en el río Cunas realizaron un análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados benthicos mediante indicadores ambientales como: oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, conductividad, temperatura, pH y turbidez (Custodio y Chanamé, 2016).

En España uno de los índices más usados, o si no el más usado, para determinar la calidad de las aguas en los ríos españoles es la IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) la cual se basa en la tolerancia diferencial de las familias de macroinvertebrados a la contaminación y de acuerdo a las diferencias se puede interpretar si existe algún tipo de esta (Abellán *et al.*, s.f.)

#### **2.4 Macroinvertebrados a nivel nacional y estatal**

En Querétaro, tuvieron como objetivo conocer la estructura y cambios ecológicos de la comunidad de macroinvertebrados de la subcuenca del río San Juan, con el objeto de elaborar planes de conservación biológica (Hurtado *et al.*, 2005).

En Nuevo León, hicieron uso de los organismos benthicos como bioindicadores de la calidad del agua con base en un Índice de Diversidad de especies (Quiroz *et al.*, 2006).

En Morelos, realizaron colectas de insectos acuáticos en quince embalses de la región sur poniente del estado, registrando un dominio de los órdenes Coleoptera y Hemiptera (Martínez *et al.*, 2012). De igual forma, en los ríos Yautepec y Cuautla, desarrollaron un estudio que consistió en el análisis del estado de salud del ecosistema a través del análisis de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados (Eguális y Davila, 2014); y en Tepoztlán, registraron la abundancia relativa y predominancia de la entomofauna del arroyo de San Andrés de la Cal (Granados y Flores, 2015).

Ruiz *et al.*, (2016) realizaron un trabajo de los ensamblajes de los macroinvertebrados acuáticos relacionados con diversos usos del suelo de los ríos Apatlaco y Chalma-Tembembe.

En Morelos y Puebla, realizaron un análisis comparativo de su similitud y disimilitud entre la riqueza de familias predominantes de insectos acuáticos registrados en cinco ríos tributarios de la cuenca del río Balsas (Granados *et al.*, 2017).

Como es de notar en los antecedentes descritos anteriormente, las investigaciones respecto a los macroinvertebrados se enfocan principalmente en el uso de estos organismos como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos, por lo que, la elaboración de una guía fotográfica de reconocimiento contribuirá con el estudio de estos y sus implicaciones con el entorno en el que habitan, facilitando que una mayor población se interese en este grupo biológico.

### 3. Justificación

Tomando en cuenta la idea de que la mayor parte de los aprendizajes significativos se logran a través de los sentidos, empezando por lo visual (Colle, 1989), la imagen, hablando de fotografía, suele tener varias funciones: descriptiva, informativa y artística (Acaso, 2006).

En este sentido, la fotografía, al ser un instrumento con mucha fidelidad es de suma importancia tomarla en cuenta en investigaciones científicas de divulgación para así ponerla a disponibilidad de la población en general, y para este caso, los componentes de las comunidades zoobénticas, y de esta manera fomentar la conservación de los ecosistemas acuáticos; por lo cual, la elaboración/implementación de una guía fotográfica de reconocimiento de los organismos bénticos del río Apatlaco es indispensable en las acciones de divulgación en nuestra entidad.

### 4. Objetivos

#### **4.1 Objetivo general**

Elaborar una guía fotográfica para el reconocimiento de los macroinvertebrados del río Apatlaco, tramo Cuernavaca-Xochitepec, Morelos.

## 4.2 Objetivos particulares

- 1: - Realizar colectas de macroinvertebrados en distintas épocas y zonas del río Apatlaco, tramo Cuernavaca-Xochitepec.
- 2: - Realizar una guía fotográfica de macroinvertebrados para su posible uso por personas no especialistas en el área.

## 5. Área de estudio

El estado de Morelos cubre una superficie de 4,941 km<sup>2</sup>, aproximadamente el 0.3% de la superficie total del país (figura 1), su población asciende a 1, 903, 811 habitantes (INEGI 2015), con una densidad de 326 hab/km<sup>2</sup>. Morelos se ubica en la región hidrológica número 18, río Balsas, que está formada por dos cuencas: la del río Nexapa, que tiene como afluentes el río Tepalcingo y las barrancas de Amatzinac y de los Santos, con una superficie de 549 km<sup>2</sup>; y la del río Amacuzac cuya superficie es de 4,342 km<sup>2</sup> y cuyos principales afluentes son los ríos Cuautla, Yautepec, Chalma, Tembembe, Tetlama y Apatlaco (García, 2007).



Figura 1: Ubicación del estado de Morelos tomado de Contreras y Boyás (2004).

La subcuenca del río Apatlaco cubre una superficie aproximada de 765 km<sup>2</sup>, se ubica en la región noroeste del estado (figura 2) y tiene como fronteras naturales: al norte las Lagunas de Zempoala y la serranía de Zempoala y Huitzilac, al sur colinda con el río Yautepec, al este con la sierra de Tepoztlán-Tlaltizapán, al oeste limita con el río Tembembe, y las lagunas de El Rodeo y Coatetelco, y al suroeste limita con la cuenca del lago de Tequesquitengo (García, 2007).

Los escurrimientos de la serranía cercana al Parque Nacional Lagunas de Zempoala dan origen a diversas corrientes que se van incorporando al cauce del río Apatlaco, el cual toma este nombre a partir del manantial Chapultepec, en el municipio de Cuernavaca. Las principales aportaciones que recibe el río son la del arroyo denominado Chalchihuapan, en el municipio de Huitzilac, que aporta escurrimientos intermitentes y conforme desciende recoge los de otras barrancas como las de Ahuatlán, Acolapan, San Antón, La Tilapería, El Sabino, Los Sabinos, Tetlama, Agua Salada, Puente Blanco y Colotepec, hasta llegar a su confluencia con el río Yautepec, cerca de Tlatenchi, municipio de Jojutla, en la parte más baja de la subcuenca. El caudal se va integrando con las aportaciones de dichas barrancas y las de los manantiales Chapultepec, Las Fuentes y Palo Bolero. Al final de su trayecto el río Apatlaco toma el nombre de río Jojutla (García, 2007).

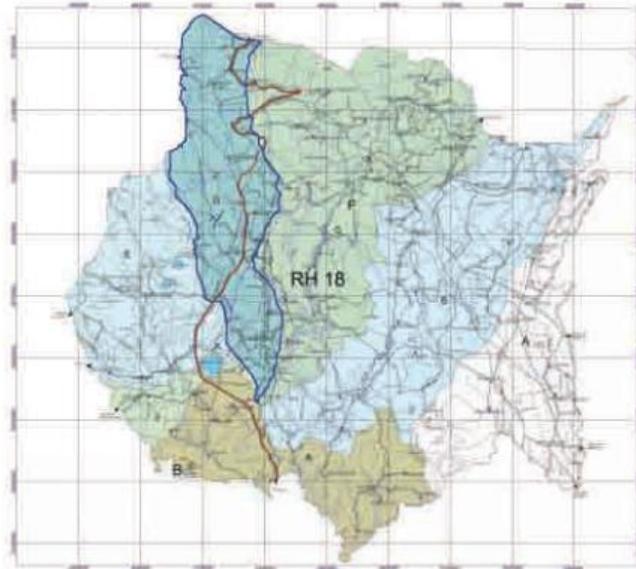


Figura 2: Ubicación de la cuenca del Río Apatlaco tomado de García (2007).

La longitud del cauce desde que toma el nombre de Apatlaco hasta su confluencia con el río Yautepec es de 63 km, con pendiente promedio de 4.5%.

Para el presente trabajo se considerarán tres áreas de muestreo respecto al total del río Apatlaco, ubicadas en los municipios de Cuernavaca, Temixco y Xochitepec.

## 5.1 Estaciones de muestreo

### 5.1.2 Estación 1: Cuernavaca

Se localiza entre los paralelos  $18^{\circ}55'$  de Latitud Norte y los  $94^{\circ}14'$  de Longitud Oeste, a una altura de 1,538 m.s.n.m. (figura 3) con una superficie de 207,799 km<sup>2</sup>, lo que representa el 4.19% del total estatal (García, 2007). La toma de muestra en esta localidad se realizó en las coordenadas  $18^{\circ}52' 476''$  LN,  $99^{\circ}13' 172''$  LO a 1335 m.s.n.m. (figuras 4 y 5) conocido como puente Guacamayas. Esta estación cuenta con vegetación riparia y árboles de gran tamaño (figura 5), así como rocas dentro del río, por lo cual la mayor parte de extracción del material biológico se colectó removiendo lodo, arena y escombros en la parte central del mismo, cabe señalar que el sitio de muestreo se encontraba mayormente bajo sombra.



Figura 4: Sitio de muestreo de Cuernavaca tomado de Google



Figura 3: Ubicación del municipio de Cuernavaca tomado de García (2007).



Figura 5: Sitio de muestreo de Cuernavaca. Elaboración propia.

### 5.1.3 Estación 2: Temixco

Se ubica entre el paralelo  $18^{\circ}54'$  de latitud norte y los  $99^{\circ} 13'$  de longitud oeste, a una altura de 1,450 m.s.n.m. (figura 6) tiene una superficie de 87.689 km<sup>2</sup> lo que representa el 1.77% del total del estado (García, 2007). La toma de muestra en esta localidad se realizó en las coordenadas  $18^{\circ}49' 44.6''$  LN,  $99^{\circ}13'16.7''$  LO a 1210 m.s.n.m. (figuras 7 y 8) en la localidad de Acatlipa. En esta estación se encontró vegetación riparia, pocos arboles de gran tamaño (figura 8), con rocas de pequeñas a medianas, la extracción del material biológico se hizo directo de entre las rocas a contra corriente y sobre el margen izquierdo, el sitio tenía parte sombreada y parte soleada.

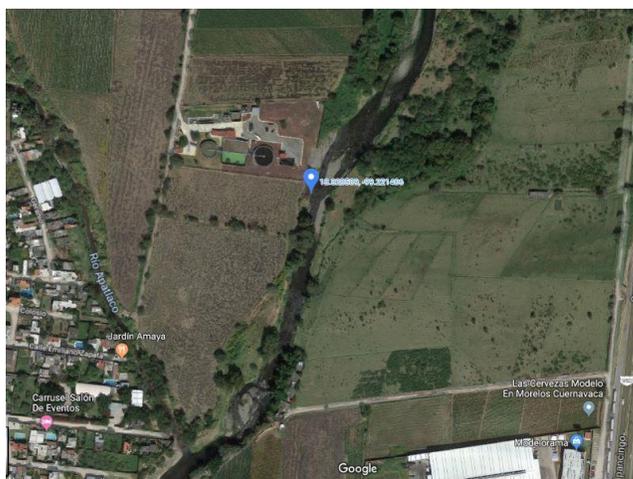


Figura 7: Sitio de muestreo de Temixco tomado de Google maps.



Figura 6: Ubicación del municipio de Temixco tomado de García (2007).



Figura 8: Sitio de muestreo de Temixco. Elaboración propia.

### 5.1.4 Estación 3: Xochitepec

Localizado al poniente del estado, se ubica entre los 18°59' de latitud norte y 98°59' de longitud oeste, a una altura de 1,109 m.s.n.m., (figura 9) cuenta con una superficie de 89.143 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 1.80% del total del estado (García, 2007). La toma de muestra en esta localidad se realizó en las coordenadas 18°46' 29.6'' LN, 99°14'05.1'' LO a 1074 m.s.n.m. (figura 10 y 11) en el sitio conocido como puente del Estadio Mariano Matamoros en la cabecera municipal. Esta estación presentaba vegetación riparia, pocos arboles de medio tamaño (figura 11), rocas de pequeñas a medianas, la mayor parte de extracción del material biológico en este sitio se realizó entre las rocas en la parte media del cauce cuando fue posible y en el margen izquierdo cuando la corriente era mayor, el sitio de muestreo tenía parte sombreada y parte soleada debido a el puente.

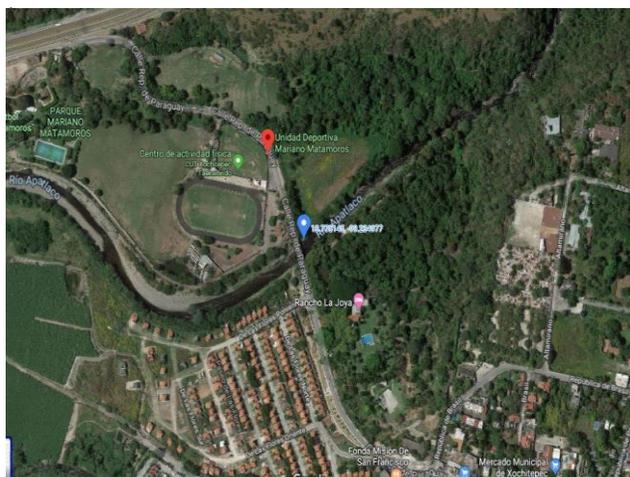


Figura 10: Sitio de muestreo de Xochitepec tomado de Google maps.



Figura 9: Ubicación del municipio de Xochitepec tomado de García (2007).



Figura 11: Sitio de muestreo de Xochitepec. Elaboración propia.

## 6. Materiales y Métodos

### 6.1 Colecta de organismos:

Se realizaron cuatro muestreos a lo largo del año en tres secciones del río Apatlaco (Cuernavaca, Temixco, Xochitepec); estos cuatro muestreos se efectuaron de acuerdo a las estaciones del año, invierno (febrero), primavera (mayo), verano (agosto) y otoño (noviembre) del 2018.

Mediante una red de cuchara con luz de malla de 0.025 mm se recolectó el material biológico, esta red se colocó a contra corriente removiendo un poco el sustrato junto con la vegetación muerta de tal manera que los organismos quedaran atrapados en ella, esta acción se realizó durante 15 minutos aproximadamente en cada sitio de muestreo (Merritt *et al.*, 2008 y Springer, 2010). Posteriormente, las muestras se colocaron en frascos de vidrio de boca ancha con capacidad de 750 ml para el traslado al laboratorio y posterior reconocimiento.

### 6.2 Limpieza de muestras:

Una vez en el laboratorio se separaron los organismos por grupo taxonómico mediante la técnica de flotación utilizando cajas Petri, pinzas de punta fina y un microscopio estereoscópico Leica EZ4E, para ser depositados en frascos viales debidamente etiquetados, la toma de fotografías se realizó de forma inmediata para contar con una mejor representación de los organismos en cuanto a colores, formas y estructuras.

### 6.3 Guía fotográfica de macroinvertebrados:

Manipulando al organismo dentro de una caja Petri con glicerina y a través de una cámara Canon 80D con la ayuda de un anillo inversor, un lente 18-55mm, tubos de extensión y un riel milimétrico, más el apoyo de una iluminación artificial, se realizaron varias tomas de diferentes posiciones (vista lateral y/o dorsal) de acuerdo a los organismos encontrados e identificados. Se usó el programa Zerene Stacker para el apilamiento de las múltiples fotografías, el programa de Adobe Photoshop CS6 para dar el fondo negro a las imágenes y el programa de Adobe Lightroom 6 para la edición de las fotografías (resaltando contrastes

y detalles sin alterar de más las imágenes) haciendo así posible la elaboración de la guía fotográfica.

#### 6.4 Identificación de organismos:

Para el reconocimiento de los organismos se utilizaron claves taxonómicas especializadas como los trabajos de Pennak (1978), Thorp y Covich (2010), Pineda *et al.* (2009), Merrit *et al.* (2008).

### 7. Resultados

Dado que el río Apatlaco es uno de los más contaminados por la gran conurbación, siendo las principales causas los aportes de las descargas municipales de agua y la entrada de aguas residuales tratadas, al igual que el ingreso de aguas de retorno agrícola (García, 2007) en él no se encuentra una amplia diversidad, por lo cual, solo se obtuvo un listado de doce familias.

Tabla 1. Familias reconocidas de los macroinvertebrados presentes en el tramo Cuernavaca-Xochitepec del río Apatlaco.

<i>PHYLUM</i>	<i>CLASE</i>	<i>ORDEN</i>	<i>FAMILIA</i>
<i>Arthropoda</i>	<i>Malacostraca</i>	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>
		<i>Isopoda</i>	<i>Asellidae</i>
	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>
		<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>
			<i>Simuliidae</i>
		<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>
			<i>Baetidae</i>
		<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>
<i>Annelida</i>	<i>Clitellata</i>	<i>Rhynchobdellia</i>	<i>Piscicolidae</i>
<i>Mollusca</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>
	<i>Bivalvia</i>	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>
<i>Platyhelminthes</i>	<i>Turbellaria</i>	<i>Rhabditophora</i>	<i>Dugesiiidae</i>

El primer muestreo realizado para este trabajo fue en el mes de febrero de 2018, registrándose lo siguiente: en el sitio establecido en el municipio de Cuernavaca la muestra colectada presentó una mayor riqueza comparada con los sitios ubicados en los municipios de Temixco y Xochitepec, mismos que presentaron dominancia importante de anfípodos y quironómidos respectivamente.

El segundo muestreo se realizó en el mes de mayo, con riqueza y abundancias muy similares a las de febrero para los tres sitios de colecta. Para el tercer muestreo, realizado en el mes de agosto, el sitio ubicado en Cuernavaca mostró bajas abundancias al igual que riqueza, y para los sitios de Temixco y Xochitepec el acceso fue nulo por la intensidad de la corriente debido a las lluvias de los días anteriores. Finalmente, en el mes de noviembre se realizó el último muestreo y los organismos colectados fueron, al igual que en mayo, escasos y con baja riqueza.

Los resultados de las colectas efectuadas durante el ciclo anual, a pesar de que no se realizaron conteos y evaluación de las abundancias, nos indican que el río presenta dominancia por los organismos más tolerantes a las condiciones que prevalecen en el sistema, y la baja riqueza (doce familias reconocidas y diecisiete géneros) lo corroboran (Tablas 1 y 2).

Tabla 2. Géneros reconocidos de macroinvertebrados presentes en el tramo Cuernavaca-Xochitepec del río Apatlaco.

FAMILIAS	GÉNEROS		
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	<i>Macrostemum</i>	<i>Hydropsyche</i>
Chironomidae	<i>Chironomus</i>	<i>Ablabesmyia</i>	<i>Procladius</i>
Coenagrionidae	<i>Argia</i>	<i>Enallagma</i>	
Baetidae	<i>Baetodes</i>		
<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella</i>		
Asellidae	<i>Caecidotea</i>		
Dugesidae	<i>Dugesia</i>		
Belostomatidae	<i>Belostoma</i>		
Simuliidae	<i>Simulium</i>		
Piscicolidae	<i>Erpobdella</i>		
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>		
Physidae	<i>Physa</i>		

## 8. Discusión

El crecimiento poblacional, el incremento del agua hacia el uso de la industria, su falta de saneamiento y un mal manejo de riego agrícola han sido factores que impactan en la calidad del agua de los diferentes cuerpos de agua en México, incluyendo al río Apatlaco, además si consideramos que las tres zonas de muestreo en este trabajo (Cuernavaca, Temixco, Xochitepec) se encuentran dentro de los municipios con un crecimiento poblacional acelerado, las condiciones del río son catalogadas como de mala calidad (Preciado y Arganis, s.f).

De acuerdo a los resultados reportados y comparados con otros trabajos, se ha demostrado que el río Apatlaco tiene una importante contaminación orgánica, siendo los principales contaminantes las descargas municipales de agua y la entrada de aguas residuales tratadas, y también el ingreso de aguas de retorno agrícola, más las descargas clandestinas de aguas grises y negras (García, 2007).

Dicha contaminación orgánica ha sido reportada en otros trabajos como un principal factor que altera las condiciones bióticas y abióticas, por lo cual causa una variación en el funcionamiento del cuerpo de agua, en este caso sobre el río (Alonso y Carmago, 2005).

Afectando así, directamente sobre la diversidad de los macroinvertebrados, arrojando un resultado con una pobre diversidad, dando un listado de 12 familias y 17 géneros, lo que parece ser que las familias se han reducido si las comparamos con las 38 familias reportadas por Moreno en 2014. Lo que representa un 70% de especies no reportadas para este trabajo, sin embargo, se debe tomar en cuenta que para el trabajo de Moreno se tomaron 4 sitios de estudio.

De acuerdo con Pérez-Ortiz (2005) la conductividad eléctrica está detonada por la entrada de materia orgánica al cuerpo de agua, por consecuencia aumenta el estado conductor y al haber un incremento de la conductividad eléctrica disminuye la disponibilidad de oxígeno, lo que hace que ciertos organismos, como los quironómidos por ejemplo, predominen en este tipo de condiciones por su alta tolerancia a sistemas con concentraciones bajas de oxígeno; en estas condiciones además al existir un déficit de oxígeno en el cuerpo de agua, la diversidad

así como la estructura de los macroinvertebrados siempre se ven afectados (Spieles y Mitsch, 2000). La mayoría de los macroinvertebrados bénticos son sensibles a los cambios de oxígeno disuelto, teniendo así una gran reducción de su abundancia y diversidad, pero también existen los organismos que son muy tolerantes a estos cambios, y al haber una disminución de la diversidad, generalmente los quironómidos dominan en abundancia junto con los anfípodos, lo que indica una alteración del sistema (Mazzeo *et al.* 2002), situación que se considera prevalente en el río Apatlaco debido a la presencia de este grupo de forma dominante durante el periodo de colecta.

La familia Baetidae (una de las familias reportadas en este trabajo) presenta unos intervalos de tolerancia muy amplios hacia la temperatura y hasta un cierto grado de contaminación, por lo que no es rara su presencia; de igual forma, las altas densidades de las familias Hyalellidae y Chironomidae (también reportadas durante este trabajo) indican que el cuerpo de agua presenta contaminación orgánica pues todas estas familias presentan alta tolerancia a la contaminación (Springer *et al.* 2010; Olomukoro y Dirisu, 2014).

El resultado de un río con contaminación orgánica nos arroja una simple y pobre diversidad, siendo que el grupo trófico dominante sea el de los recolectores que a su vez éstos son beneficiados por tener una alimentación generalista y por ser más tolerantes a la alteración (Barbour *et al.*, 1999).

Así mismo es importante discutir del porqué una guía fotográfica para este trabajo, para empezar, de acuerdo con Colle (1989), quien indica que los principales aprendizajes verdaderamente significativos se llevan a través de los sentidos, comenzando por lo visual, es de suma importancia comenzar a darle más peso a la fotografía científica, por lo que con esta guía se pretende iniciar con una serie de actividades enfocadas a la divulgación científica a través de la participación de diversos grupos de personas, principalmente de niños y jóvenes en edades escolares, aprovechando el mayor interés y curiosidad que se presenta en este rango de edad.

Por su parte, Acaso (2006) indica que la fotografía tiene tres principales objetivos: informar, ser artística y ser descriptiva; por lo que teniendo en cuenta que el avance de la ciencia se hace a través de observaciones, qué mejor que tomar en cuenta a la fotografía para documentar estos avances y contar con imágenes detalladas de organismos que a simple vista

no podemos distinguir (Monje, 2011; Renobell, 2005) y que con las fotografías mostradas en la presente guía sirva para que un mayor número de personas conozcan a esos pequeños organismos que no vemos cotidianamente pero que están presentes en nuestro entorno.

De acuerdo con Álvarez y Fernández (2012) y Sempere y Rocha (2007), la investigación científica no tiene caso de existir si no se logra una buena y correcta divulgación de la información obtenida, por eso Weber (1998) indica que la importancia de la divulgación científica es transmitir conocimientos específicos sobre cierto tema con un lenguaje comprensible para quien lo recibe, por lo que una guía fotográfica es de gran utilidad en el reconocimiento de la biodiversidad tanto para conocedores del tema como para los que por primera vez incursionan en este tipo de actividad, así como para despertar la curiosidad en un público mayor.

Ruiz (2013) aporta que la divulgación científica debe favorecer al acercamiento entre la comunidad científica y la sociedad, lo cual sería de mucha ayuda porque podría contribuir a solucionar problemas de comunicación que existen entre estos dos cuerpos de la sociedad pues de esta manera se erradicarían mitos y falsas creencias hacia ciertos grupos de animales y otro tipo de organismos, ya que al conocerlos a través de imágenes y descripciones, permite un acercamiento y familiaridad con ellos, evitando muchos errores de apreciación.

Algunas de las acciones que se han llevado a cabo en muchos países es crear y fomentar talleres de fotografía como un instrumento para enseñar a niños y niñas, siendo su principal objetivo desarrollar una capacidad de producir imágenes artísticas, de comunicación e información. Sobre todo, crear en ellos un estímulo de curiosidad, desarrollo de la observación y aprender a ser críticos (Ramírez, *et al. s/f*; Calvo, 2006), por lo que uno de los propósitos de esta guía fotográfica es impactar en la población aledaña a la cuenca del Apatlaco, impartiendo cursos, talleres y excursiones para acercarlos al conocimiento de este grupo biológico.

## 9. Conclusiones

- La contaminación orgánica presente en el río Apatlaco ha causado un deterioro, por lo cual hay una pobre diversidad biológica de macroinvertebrados bénticos.
- La presencia continua y dominancia de las familias Chironomidae e Hyalellidae indican claramente una alteración importante en el ecosistema.
- La fotografía al ser un instrumento muy fiel a lo verdadero, es importante tomarla en cuenta para trabajos científicos y de divulgación.
- Primera contribución de una guía para el reconocimiento de macroinvertebrados del río Apatlaco, por lo cual podrá ser usada por personas no especialistas en el tema.
- Es relevante considerar el uso de la fotografía científica en futuros trabajos de investigación, pero sobre todo de divulgación, para documentar los hallazgos o situaciones en las que se encuentran los organismos con los que convivimos y de los que no tenemos conciencia clara de cómo con nuestras acciones alteramos su hábitat.

## 10. Literatura citada

Abellán, P., Camarero, F., Iñigo, E., Izquierod, A., Millán, A., Ribera, I., y Velasco, J. (s/f). *Biodiversidad De Macroinvertebrados Acuáticos Del Valle Salado De Añana: Especies con interés de conservación*. Grupo de investigación Ecología Acuática Departamento de Ecología e Hidrología Universidad de Murcia Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC.

Acaso, M. (2006). El lenguaje visual, 1–3. <https://doi.org/10.1159/000200963>

Alba, J., Pardo, I., Prat, N., y Pujante, A. (2005). Metodología para el establecimiento el estado ecológico según la directiva marco del agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. *Magrama*, 59. Recuperado de [http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual\\_bentonico\\_s.pdf](http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_bentonico_s.pdf)

Albino, O. (2010). *Propuesta de una guía ilustrada para determinación del costo de producción e información financiera contable para las MPyME*. Instituto Politécnico Nacional. México.

- Allan, D. J., y Arbor, A. (2004). The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35(May), 257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>
- Alonso, A. y J. A. Carmago. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*. 87-95
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Colombia. Roldán, G., Del Carmen, M., Zamora, H., Álvarez, L., Reinoso, G. y Longo, M. (Eds). *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 63-93
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Costa Rica. M, Springer., S, Echeverria y P, Gutiérrez (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 119-154
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Cuba. C, Naranjo., P, López., O, Bello y S, Riviaux (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 159-183
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). El Salvador. J, Sermeño., L, Serrano., D, Pérez., R, López., A, Zepeda y A, Castillo. (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México. 187-209
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Guatemala. F. Reyes, O. Sacahuí, N, Gil y A, Bailey. (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 219-236
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Honduras. L, López., J, Mora. (Eds.) *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. 245-273
- Alonso, P., Mora, J., Campbell, B y Springer, M., (2014). Puerto Rico. A, Ramírez y P, Gutiérrez. (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. 419-437

- Álvarez, J. y Fernández, R. (2012). Difusión y divulgación científica en internet. *Adama Web. S, L.* 7-114
- Amador A., S. A., y De la Riva, H. G. (2016). Uso tradicional de fauna silvestre en las serranías del Occidente del Estado de Aguascalientes, México. *Etnobiología*, 14(2), 20–36.
- Arechaga, S., Sandoval, J., Efrén, E., Montealbán, C., López, S. Neri, E. (2013). *Odonatos de Morelos*. (2). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. y Stribling J.B., (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C
- Briceño, B., y Auxiliadora, M. (2012). La importancia de la divulgación científica. *Visión General*. (1) 3-4. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545892001>
- Brosse, S., C. J. Arbuckle y C. R. Townsend. (2003). Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales on local invertebrate diversity. *Biodiversity and Conservation*. Recuperado de <https://doi.org/10.1023/A:1024107915183>
- Calvo, M. (2006). Objetivos y funciones de la divulgación científica. *Acta*, (40), 6. Recuperado de [http://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion\\_e\\_informacion/040099.pdf](http://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/040099.pdf)
- Colle, R. (1989). El Contenido De Los Mensajes Icónicos. *Revista Latina de Comunicación Social La Laguna (Tenerife)*, 135–198. Recuperado de <http://www.lazarillo.com/latina>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (2004). La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado. Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás, F. Jaramillo (Eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Custodio, M., y Chanamé, F. (2016). Analysis of benthic macroinvertebrates biodiversity of Cunas river by means of environmental indicators, Junin-Peru. *Scientia agropecuaria*, 7(1), 33–44. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>
- De la Lanza, G., Moreno, J., Godines, J., Hudobro, L. Hernández, J., Sandoval, J., Moreno, D., y Hernández, S. (2004). *Guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua*. Comisión Nacional del Agua. Universidad Autónoma Nacional de México.

- Domínguez, E. y G.R. Fernández (Eds). (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp
- Durán, C., Oscoz, J., Galicia, D., y Miranda, R. (2011). Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro con la dirección y coordinación de Concha Durán y la asistencia técnica del Departamento de Zoología y Ecología de la Universidad de Navarra. 9-61
- Eguális, A. y Dávila, I. (2014). *Indicadores de integridad ecológica y salud ambiental para las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos: primera etapa*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Morelos, México.
- Endara, A. (2017). Identificación de macroinvertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. *Enfoque UTE*, 3(2), 33. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v3n2.3>
- Farci, G. (2007). Guía ilustrada como recurso didáctico para la determinación “*in situ*” de algunas macroalgas de la Playuelita Parque Nacional Morrocoy. *Laurus*. 13 (24) 152-172.
- Gálvez, V. (2017). La fotografía científica histórica y vínculo con la divulgación. *Revista digital universitaria*, 18 (5), 2-12.
- García, V. N. (2007). Mapa de la ubicación de Morelos. Recuperado de “Apatlaco/Informe/20Cuenca/20Apatlaco.pdf”
- Granados, J y Flores, L. (2015). La Entomofauna del arroyo intermitente de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos, México. *Entomología Mexicana* (2):139-147
- Granados, J., Rueda, A y Vázquez, A. (2017). Entomofauna acuática predominante en cinco ríos de la parte alta del Balsas, entre Morelos y Puebla, México. *Biología e historia natural*. (4):108-114
- Guinard, J., Bernal, J y Ríos, T. (2013). Diversidad y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y ambiente*. 16 (2). 61-70. Doi: 169428420005
- Gutiérrez, P., Alonso, A y Ramírez, A. del (2016). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos en Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica*. 26 (3) 433-441.
- Hurtado, S., García, F., y Gutiérrez, P. (2005). Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos de la subcuenca del río San Juan, Querétaro, México. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. (3):271-281
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Encuesta intercensal*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>

- Ladrera, R., Rieradevall, M. y Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza*. Revista de Didáctica 11, 2013/12/20 [http://www.ehu.es/ikastorratza/11\\_alea/macro.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf) ISSN: 1988-5911
- Lara, E. (2005). La fotografía como documento histórico, artístico y etnográfico: una epistemología. *Revista de antropología experimental*. 10 (5). 1-28
- Lopes De Oliveira, D. (s/f). *Divulgar la ciencia en diferentes contextos: la aportación de la comunicación intercultural*. DOI: 10.2436/20.3008.02.11. Recuperado de <https://doi.org/10.2436/20.3008.02.11>
- Maroñas, M., Marzoratti, G., Vilches, A., Legarralde, T., y Darrigran, G. (2010). Guía para el estudio de macroinvertebrados II. Introducción a la metodología de muestreo y análisis de datos. *ProBiota*, 12(10), 1–34.
- Martínez, P., Granados, J., Hernández, M., y Román, J. (2012). *Insectos acuáticos de embalses temporales de dos municipios del alto Amacuzac, Morelos, México. (Insecta; coleoptera, hemiptera)*. Universidad del Estado de Morelos. México.
- Mazzeo, N., J. Clemente, F. García, J., Gorga, C., Krut, D., Larrea, y Scasso, F. (2002). Eutrofización: causas, consecuencias y manejo. Perfil ambiental del Uruguay, A. Domínguez y Prieto, R. (eds.). Nordan Comunidad, Montevideo. 39-56
- Merrit, R., Cummins, K. y Berg, M. (2008). *Aquatic Insects of North America*. (4a ed.). United States of America. Kendall/Hunt Publishing.
- Meza, M., Rubio, J., Días, A., y Walteros, L. (2012). Water quality and composition of aquatic macroinvertebrates in the subwatershed of river Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443–456. Recuperado de <http://www.icn.unal.edu.com>
- Monje, L (2011). Fotografía científica. Recuperado de <http://www.luismonje.com>
- Montealbán, C y Aréchaga, S. (2014). Anfibios del estado de Morelos región centro-sur. (1). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Moreno, H. I. (2014). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos, en el río Apatlaco, Morelos, México. Tesis Licenciatura, UAEM. 56
- Odum, E. (1972). *Ecología*. Ed. Interamericana. México. 639p
- Olmo, G., Martínez, A., Roldón, E., y Gonzáles, L (2013). Aves del Parque Ecológico Jaguarundi. Pemex Petroquímica.
- Olomukoro, J y Dirisu, A. (2014). Macroinvertebrate Community and Pollution Tolerance Index in Edition and Omodo Rivers in Derived Savanna

- Oscosz, J. Campos, F y Escala M. C. (2006). Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación de la calidad de las aguas. *Limnetica*. 25 (3): 683-692
- Oscosz, J. del (2009). Guía de campo, Macroinvertebrados de la cuenca del río Ebro. Navarra, Colombia: Cemeyká.
- Oscosz, J., Durám, C., Galicia, D., y Miranda, R. (2009). *Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro*. Confederación hidrográfica del Ebro. España.
- Oscosz, J., Galicia, D., y Miranda, R. (2009). Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro: descripción de taxones y guía de identificación. *Departamento Zoología y Ecología*, 78. Recuperado de [http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/2009\\_claves\\_dicotomicas.pdf](http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/2009_claves_dicotomicas.pdf)
- Osman, M. M., y Shalaby, M. N. (1999). The inhibition properties of some non-ionic surfactants on steel in chloride acid solution. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 44(5), 318–322. <https://doi.org/10.1108/00035599710177619>
- Palacios, F. (2006). Uso y abuso de las imágenes en la enseñanza de las ciencias. *Investigación didáctica*. 24 (1). 13-30
- Palma, A. del (2013). Guía para la identificación de macroinvertebrados acuáticos de Chile. 122 pp.
- Pennak, R. (1978). *Freshwater Invertebrates of the United States*. (2nd ed). Wiley Interscience. 803 pp. New York, USA
- Pérez-Ortiz, G., (2009). Diagnostico ambiental como base para la rehabilitación de las ciénegas del Lerma, Estado de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pineda, L. R., Díaz, P. E. y Martínez, M. 2009. Biota acuática de arroyos y ríos (Cuencas Lerma-Chapala y Pánuco), Manual de identificación. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 175 pp.
- Preciado, M. y Arganis, M. (s.f). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Análisis entre escurrimientos y sedimentos anuales en la cuenca del río Apatlaco, en el estado de Morelos. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2008/08/escurrimientos%20rio%20apatlaco.pdf>
- Quiroz, H., Rodríguez, V., y Flores, A., (2006). Bioindicadores de contaminación en sistemas acuáticos (1). México.

- Ramírez, D. F., Talero, G. M., y Hernando, R. (2013). Macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua en un tramo del río Bogotá. *Actualidad y divulgación científica*. (1): 205-214
- Ramírez, M., Guarinos V., y Gordillo, I. (s/f). La Fotografía Como Instrumento De Alfabetización Audiovisual: Talleres De Photography As a Tool for Audiovisual Literacy: Creative Photography Workshops.
- Reece, P. y Richardson, J. (1999). Biomonitoring with the Reference Condition Approach for the Detection of Aquatic Ecosystems at Risk. (2). B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, Victoria, B.C. and University College of the Cariboo, Kamloops, B.C. 520pp.
- Renobell, S. (2005). Hipervisualidad. La imagen fotográfica en la sociedad del conocimiento y de la comunicación digital. *UOC Papers: revista sobre la sociedad del conocimiento*, (1), 4. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1256208&info=resumen&idioma=SPA>
- Reynoso, E., Patiño, L., Luz, C., Nájera, F., Sánchez, C., Francisco, G., Nepote, A., Magaña, P., Gonzales, J., Patiño, M., Salazar, H., Genis, M., Rojas, C., Burgos, E., Tonda, J. y Cruz, L. (2013). La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: visiones, retos y oportunidades. Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A. C. 15-25
- Rico, J. (2015). Los diez ecosistemas más amenazados del mundo. *El país*. (3) 11-13. Recuperado de [https://elpais.com/elpais/2015/09/02/ciencia/1441207228\\_578712.html](https://elpais.com/elpais/2015/09/02/ciencia/1441207228_578712.html)
- Roldán, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. ISBN 958-9129-04-8
- Roldán, G. (2000). Guía de Identificación de Macroinvertebrados en Agua Dulce. *Asociación Anai*. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005298>
- Ruiz, R., Sedeño, D., y López, E. (2016). Ensamblajes de macroinvertebrados acuáticos relacionados con diversos usos del suelo en los ríos Apatlaco y Chalma-Tembembe (cuenca del Río Balsas), México. *Hidrobiológica* 26 (3): 443-458.
- Sandin, L. y R. K. Johnson. (2000). Ecoregions and benthic macroinvertebrate assemblages of Swedish streams. *Journal of the North American Benthological Society* 19 (3)
- Sempere, M., y Rocha, R. (2007). *El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología a la sociedad: actitudes, aptitudes e implicación*. Madrid, España. La suma de todos. 11-25

- Spieles, D.J. y W. J. Mitsch. (2000). Macroinvertebrate Community Structure in High- and Low- Nutrient Constructed Wetlands. *Wetlands* 716-729
- Springer, M., Ramírez, A. y Hanson, P. (2010). Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 58 (supl 4).
- Thorp, J. y Covich, A. (2010). *Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America*. (3a ed.). Elsevier
- Weber, G. (1998). *La divulgación de la ciencia como apoyo a la educación escolar*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

# GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



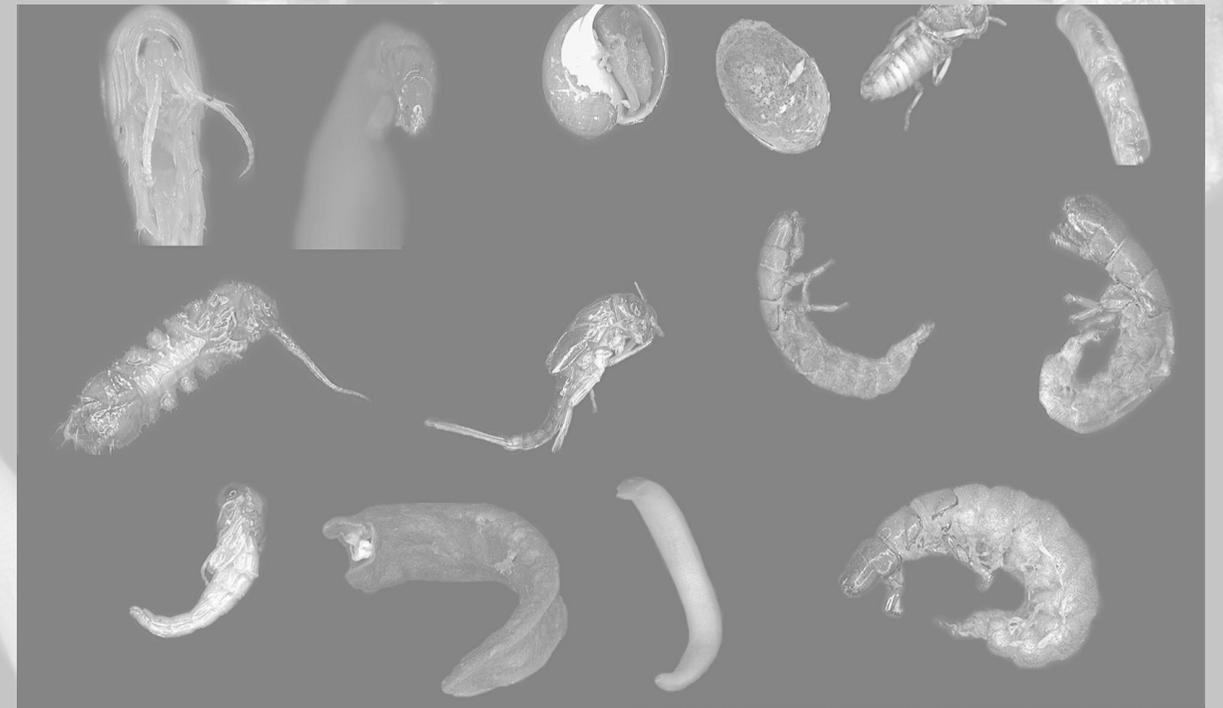
FACULTAD  
DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
UAEM

Los macroinvertebrados bénticos son organismos invertebrados lo suficientemente grandes para ser vistos sin algún tipo de aumento (entre 3 a 5 mm) y que habitan en algún momento dentro de su ciclo de vida en hábitats acuáticos.

La gran importancia que los macroinvertebrados bénticos tienen dentro de los ecosistemas acuáticos es debido a su función como transformantes de la materia orgánica en el medio y como representantes de una fuente de alimentación para organismos superiores.





*Simulium sp.*

#### Familia Simuliidae

En estado larvario viven fijados a sustratos mediante su abertura anal modificada a modo de ventosa.

El color de estos insectos suele ser de gris marrón o negro.

Pupa

Filtrador

Lateral



*Thraulodes sp.*

#### Familia Leptophlebiidae

En etapa adulta son terrestres, con alas transparentes, delicadas y con muchas venas.

La cabeza tiene antenas poco visibles.

Ojos compuestos y grandes

Ninfa

Recolector

Lateral



*Hyalella sp.*

#### Familia Hyalellidae

El cuerpo se comprime lateralmente y se fusiona con la cabeza-siete segmentos torácicos libres, un abdomen de seis segmentos.

Los ojos suelen estar bien desarrollados.

Adulto recolector dorsal



*Leptonema sp.*

Familia Hydropsychidae

Larva

Depredador

Lateral



*Macrostemum sp.*

Aunque los adultos son insectos terrestres, las larvas y las pupas son acuáticas y se pueden encontrar en la mayoría de los hábitats de agua dulce.

Cuerpo en forma de “c”

Larva

Depredador

Lateral



*Hydropsyche sp.*

Larva

Depredador

Lateral



*Caecidotea* sp.

#### Familia Asellidae

Los isópodos están fuertemente aplanados dorsoventralmente.

La cabeza de un isópodo es en realidad un cefalotórax porque la cabeza y el primer segmento torácico está verdaderamente fusionado.

Adulto recolector dorsal



#### Familia Chironomidae

Son una familia extremadamente compleja de aproximadamente 4000 especies descritas y de distribución mundial.

Toleran condiciones pobres en oxígeno.

Pupa recolector lateral



*Chironomus* sp.

Pupa

Recolector

Ventral



*Chironomus sp.*

Familia Chironomidae

Larva

Recolector

Lateral



*Ablabesmyia sp.*

Larva

Recolector

Lateral



*Procladius sp.*

Pupa

Recolector

Lateral



*Belostoma sp.*

Familia Belostomatidae

Son una familia de insectos hemípteros.

Estos insectos son hemimetábolos (metamorfosis sencilla).

Son de distribución mundial y son grandes depredadores.

Ninfa depredador dorsal



*Argia sp.*

Familia Coenagrionidae

Son una familia de odonatos (caballitos del diablo) de un tamaño de 20 a 45 mm.

En estado adulto tienen alas.

Son de distribución mundial.

Ninfa depredador dorsal



*Enallagma sp.*

Ninfa

Depredador

Dorsal



*Baetodes sp.*

#### Familia Baetidae

Es la familia más frecuente de todas las efémeras. Existen géneros intolerantes pero también los que toleran cierto grado de contaminación orgánica.

Pupa recolector dorsal



*Dugesia sp.*

#### Familia Dugesiidae

Estos animales son de vida libre, forman parte de la cadena alimenticia.

Región cefálica relativamente pequeña, medianamente triangular.

También son consumidores oportunistas, que incluyen en su dieta restos orgánicos.

Adulto depredador dorsal



*Erpobdella sp.*

#### Familia Piscicolidae

Los piscicolidae son una familia de sanguijuelas sin mandíbula, pertenecientes al orden Rhynchobdellida. Suelen medir de 20 a 50 mm. Se encuentran tanto en agua dulce y agua de mar.

Adulto depredador ventral



*Physa sp.*

Familia Physidae

Gran mayoría de los gasterópodos de agua dulce tienen una concha en espiral o discoïdal en espiral y se alimentan de materia vegetal muerta.

Adulto

Recolector

Ventral

Estadio

Grupo trófico

Vista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Mor., \_\_\_\_\_

**DRA. DULCE MARÍA ÁRIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DE LA U.A.E.M.**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **C. JOSÉ ALBERTO MEZA VEGA**, con el título del trabajo: **GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.**, quien optó por la Modalidad de Titulación: **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: SI () NO ()

A T E N T A M E N T E

\_\_\_\_\_  
**M. EN C. BRENDA BRUG AGUILAR**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Licenciatura en Biología  
Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Mor., \_\_\_\_\_

**DRA. DULCE MARÍA ÁRIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DE LA U.A.E.M.**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **C. JOSÉ ALBERTO MEZA VEGA**, con el título del trabajo: **GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.**, quien optó por la Modalidad de Titulación: **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: SI (  ) NO (  )

ATENTAMENTE

**M. EN C. MIGDALIA DÍAZ VARGAS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Mor., \_\_\_\_\_

**DRA. DULCE MARÍA ÁRIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DE LA U.A.E.M.**  
**PRESENTE.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **C. JOSÉ ALBERTO MEZA VEGA**, con el título del trabajo: **GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.**, quien optó por la Modalidad de Titulación: **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: SI (  ) NO (  )

ATENTAMENTE

**BIÓL. LUIS ALBERTO TAVIRA CARRILLO**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Mor., \_\_\_\_\_

**DRA. DULCE MARÍA ÁRIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DE LA U.A.E.M.**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **C. JOSÉ ALBERTO MEZA VEGA**, con el título del trabajo: **GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS.**, quien optó por la Modalidad de Titulación: **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: SI () NO ()

A T E N T A M E N T E

BIÓL. MARTHA BEATRIZ SORIANO SALAZAR

Cuernavaca, Mor., \_\_\_\_\_

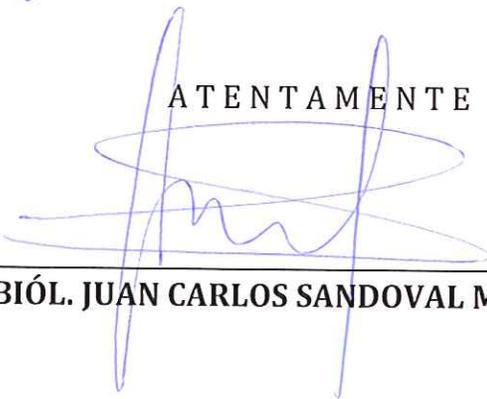
**DRA. DULCE MARÍA ÁRIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DE LA U.A.E.M.**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **C. JOSÉ ALBERTO MEZA VEGA**, con el título del trabajo: **GUÍA FOTOGRÁFICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS BÉNTICOS DEL RÍO APATLACO, TRAMO CUERNAVACA-XOCHITEPEC, MORELOS**, quien optó por la Modalidad de Titulación: **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: SI () NO ()

ATENTAMENTE



BIÓL. JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE