



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE HIDALGO

**Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería**

**Área Académica de Biología**

**Título de la tesis:**

**Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-  
Acaxochitlán, Hidalgo, México.**

**Tesis:**

**Para obtener título de:**

**Licenciada en Biología**

**Presenta:**

**Daniela Maricel Sánchez Estrada**

**Director de tesis:**

**Dr. Alejandro Córdoba Aguilar**



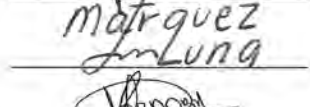


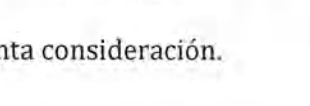

**Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, 2018.**



**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UAEH.**  
**P R E S E N T E**

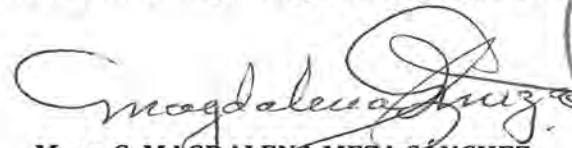
Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de Licenciatura en Biología **Daniela Maricel Sánchez Estrada** quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado **Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-Acaxochitlán, Hidalgo, México**, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE:	M. en C. Magdalena Meza Sánchez	
SECRETARIO	Dr. Gerardo Sánchez Rojas	
PRIMER VOCAL:	Dra. Claudia Elizabeth Moreno Ortega	
SEGUNDO VOCAL:	Dr. Juan Márquez Luna	
TERCER VOCAL:	Dr. Alejandro Córdoba Aguilar	
PRIMER SUPLENTE:	Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark	
SEGUNDO SUPLENTE:	Dr. Julián Bueno Villegas	

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
**Mineral de la Reforma, Hidalgo a 20 de Agosto de 2018**

  
**M. en C. MAGDALENA MEZA SÁNCHEZ**  
**COORDINADOR ADJUNTO DE LA LICENCIATURA EN BIOLÓGIA**



Ciudad del Conocimiento  
 Carretera Pachuca - Tulancingo km. 4.5  
 Colonia Carboneras  
 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 exts. 6640 y 6642, Fax 2112  
 aab\_icbi@uaeh.edu.mx

[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)

## **Agradecimientos**

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Dr. Alejandro Córdoba Aguilar, a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio. Gracias por su paciencia, tiempo, dedicación, apoyo económico y su rectitud en su profesión como docente; gracias por la confianza ofrecida para aprender a dirigirme de manera autónoma, pero sobre todo por sus consejos que me ayudaron a salir de momentos de duda.

Este estudio se realizó en el marco de los proyectos IN203115 y IN206618 (UNAM-DGAPA).

A la Dra. Karina Cuevas Yáñez, gracias por su tiempo, paciencia y por su atención a mis consultas sobre metodología, para saber cómo desarrollarme en campo.

A la Dra. Maya Rocha Ortega, por su ayuda con los análisis estadísticos, así como al M. en C. Raúl Iván Martínez Becerril por el apoyo logístico durante mis estancias en el Instituto de Ecología de la UNAM.

Al Dr. Enrique González Soriano, gracias por compartir su experiencia en el tema y por sus valiosas sugerencias.

Gracias a todos mis maestros que transmitieron sus conocimientos para convertirme en un profesionalista y por su pasión por la actividad docente.

Al Dr. Ignacio Castellanos, agradezco su apoyo en asesorías, equipo y el espacio necesario en el laboratorio de interacciones para que pudiera elaborar esta investigación a distancia y con el apoyo del Dr. Alejandro Córdoba Aguilar.

A mi colega Steve Missael Cerón Sánchez, gracias por enseñarme a ser más perseverante y haber sido mi mano derecha en este proyecto.

Pero un trabajo de investigación también es fruto del apoyo que nos ofrecen las personas que nos estiman. Gracias a mi familia; a mi mamá, María Yolanda Estrada Montes, por apoyarme, acompañarme en todo momento y demostrarme que todo es posible con amor.

A mi hermano Leonardo Emmanuel, quien diría pequeño, ahora yo me siento como la hermana menor a tu lado, lo has hecho muy bien nunca lo olvides, gracias por formar parte de mí.

A mi mejor amiga Janis, gracias por ser mi almohada peluda, por recordarme que este trabajo habla de seres vivos, sintientes; que aportan más que conocimiento y la experiencia necesaria para formarme como un investigador.

**Para  
Noyolo.**

## **Resumen**

La presente tesis describe un listado del orden Odonata, el cual se realizó de junio del 2015 a abril del 2016, en dos localidades de Acaxochitlán, del Valle de Tulancingo, en el estado de Hidalgo, México; en un ambiente lótico y léntico. Además, la ocurrencia de las diferentes especies se relacionó con las siguientes variables físico-químicas del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto y turbidez. Se colectaron y/o censaron por el método de transectos de 50 metros, un total de 313 individuos de veinte especies. Las especies más comunes para adultos y náyades fueron aquellas de la familia Coenagrionidae. Las curvas de acumulación de especies describen un muestreo casi completo para ambas edades.

Los resultados indicaron una baja correlación de la ocurrencia de especies con las variables físico-químicas del agua. Este estudio abona a la carencia de trabajos faunísticos para la zona, y para el estado de Hidalgo. Se requieren más muestreos a nivel local para entender el número total de especies, así como su vínculo con las variables ambientales.

**Odonatos (Insecta: Odonata) en dos localidades del Valle de Tulancingo-Acaxochitlán, Hidalgo, México.**

**Índice**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Importancia y uso del grupo (Odonata)</b>	
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1 General</b>	
<b>4.1.1 Particulares</b>	
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1 Áreas de estudio</b>	
<b>Presa el Tejocotal</b>	
<b>Cascada de Chimalapa</b>	
<b>5.2 Medidas de diversidad y análisis estadísticos</b>	
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>6.1 Adultos</b>	
<b>6.2 Estados inmaduros</b>	
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>7.1 Ambiente lentic y lotico</b>	
<b>7.2 Especies migratorias</b>	
<b>7.3 Diversidad y riqueza de especies</b>	
<b>7.4 Análisis de correlación y comparación con otros estudios</b>	
<b>7.5 Estrategias para el análisis de hábitats acuáticos</b>	
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>9. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>

## Índice de figuras y cuadros

<b>Figura 1. Municipio de Acaxochitlán, estado de Hidalgo, Corrientes de agua y Cuerpos de agua.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2. Vista satelital de la Laguna El Tejocotal en el valle de Tulancingo.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3. Vistas panorámicas de la presa El Tejocotal.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4. Tipo de vegetación presente en ambas áreas de estudio, donde predominan los juncos. Los odonatos utilizan estos juncos como sitios de percha .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 5. Vista de los rápidos en la cascada de Chimalapa.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 6. Distintos aspectos de la cascada de Chimalapa.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 7. Un sitio de muestreo típico en la cascada de Chimalapa.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 8. Número de total entre organismos censados de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 1. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 2. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 9. Número de total entre organismos censados de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 10. Curvas de acumulación de las especies de odonatos en estado adulto, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 11. Índices de diversidad de Shannon-Wiener de especies de odonatos en estado adulto de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.....</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 3. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.....</b>	<b>24</b>

**Figura 12. Número de total entre organismos censados de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.....24**

**Cuadro 4. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.....25**

**Figura 13. Número de total entre organismos censados de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.....25**

**Figura 14. Curvas de acumulación de las especies de odonatos en estados inmaduros, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.....26**

**Figura 15. Índices de diversidad de Shannon-Wiener de las especies de odonatos en estados inmaduros, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.....26**

**Figura 16. Parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, Ph, oxígeno disuelto y turbidez de la presa El Tejocotal y la cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015-abril 2016.....27**

**Figura 17 . El Análisis de correlación muestra la asociacion entre el eje de ordenadas (la cantidad relativa de individuos de las especies más abundantes de odonatos en estados inmaduros) y el eje de las absisas (las medias de las variables físico químicas del agua: Temperatura, pH, Turbidez y Oxígeno disuelto) (A y B), los estratos de colecta (C y D) y tipos de sustratos (E y F); en la Presa El Tejocotal y la Cascada de Chimalapa, en el periodo junio 2015- abril 2016.....28**



## 1. Introducción

El orden Odonata es uno de los grupos de insectos alados más primitivos con ancestros que datan del pérmico (Grimaldi & Engel, 2005). Se divide en tres subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera (Dijkstra et al., 2013). Dada la extensa información sobre su papel en los ambientes que habita (Corbet, 1999; Bybee et al., 2016), se ha sugerido que podrían ser utilizados como indicadores de calidad del agua y de condición de los ecosistemas terrestres asociados a los cuerpos de agua donde se encuentran (Simaika & Samways, 2009).

Las náyades de los odonatos habitan una gran variedad de cuerpos de agua dulce desde ríos hasta lagos, incluso en el agua que se acumula en los huecos de árboles, en paredes humedecidas por el rocío de cascadas o en plantas epífitas (Corbet, 1963; Watson, 1982; Fincke, 1984). Esta variedad de hábitats refleja claramente el éxito ecológico y evolutivo de este grupo a pesar de su pequeño número de especies (Bybee et al., 2016).

Las náyades pueden consumir una fracción importante de número de presas, afectando poblaciones de otras especies de las cuales se alimentan desde pequeños crustáceos, insectos, peces e incluso renacuajos (Corbet, 1999). Los zigópteros presentan 3 apéndices caudales branquiales, mientras los anisópteros tienen traqueobranquias a manera de papilas en la superficie interna del recto, utilizan un labio modificado para sujetar a sus presas (Corbet, 1999). No se conoce el tiempo que vive una larva para la gran mayoría de las especies, pero sí se sabe que esto depende del alimento recibido y presión por depredadores (e.g. Stoks 2001). Para el caso del alimento, se sabe que, a mayor cantidad, el tiempo larvario es menor, presumiblemente porque esto hace que el adulto emerja más rápido y pueda tener mayor probabilidad de tener más descendencia (Stoks y Córdoba-Aguilar, 2012). Como las presiones por alimentación y depredación, varían dependiendo del tiempo y lugar, los tiempos como larva también no son específicos y, por lo tanto, como se decía arriba, desconocidos para la mayoría de las especies.

Una vez completado el tiempo larvario, el individuo se prepara para su última muda. Para esto, la larva emerge del agua, caminando sobre un tronco, y muda al estado adulto. En adultos se pueden observar tamaños robustos y veloces como son los del suborden Anisoptera y generalmente recorren grandes distancias debido a su enorme capacidad de vuelo que presentan (Santos, 1981; Gómez-Anaya, 2008). Sin embargo, también hay adultos de constitución más frágil como es el caso de los zigópteros (Corbet, 1963). El adulto es en general débil en sus primeros días, por el hecho de que ha gastado gran parte de la energía acumulada en su vida, para construir el cuerpo del adulto, pero con reducida energética de vuelo (Corbet, 1999). Así, los primeros días se dedicará a comer lo más posible para abastecerse de energía la cual usará el resto de su vida para sobrevivir y tener descendencia (Stoks y Córdoba-Aguilar, 2012).

Los odonatos se han utilizado como indicadores de calidad de agua en distintos ambientes (e.g. Samways y Steytler, 1996). Si bien no todas las especies sirven para este fin, algunas son lo bastante sensibles para ser usadas a la par de otros grupos como son los efemerópteros (Hellawell, 2012). Parte de esta sensibilidad radica en la gran especialización en el nicho usado por algunas especies (Hellawell, 2012).

Algunos ejemplos son especies cuyas larvas sólo pueden vivir en aguas muy oxigenadas o ciertas temperaturas y que, a la menor perturbación, se extinguen (Corbet, 1999). Así, ante alguna desavenencia biótica o abiótica, las poblaciones o especies pueden desaparecer. Ejemplo de estas desavenencias es la contaminación del agua (Da Rocha et al., 2010).

México es un país megadiverso en muchos aspectos que incluyen los odonatos (Cuevas-Yáñez et al., 2016). Este patrón de diversidad, si bien documentada a gran escala, carece de un enfoque local. Es decir, hay fragmentos del país que no han sido muestreados (Cuevas-Yáñez et al., 2016). Hasta el momento no se cuenta con inventarios faunísticos para alguna localidad del valle de Tulancingo (obs. Pers), por este motivo la tesis presenta un listado de especies en un ambiente lotico y lentico, para determinar cuáles especies habitan en estos dos tipos de ambientes; analizar su riqueza y diversidad de especies, para correlacionar con la calidad del agua.

## 2. Antecedentes

Los primeros estudios realizados sobre la fauna de los Odonata en México fueron publicados a finales del siglo XIX, a partir de las expediciones realizadas por la Academia de Ciencias de California a los estados de Baja California Sur y Nayarit (Calvert, 1895; González-Soriano, 1996). La primera especie registrada fue *Hetaerina vulnerata* Hagen in Selys 1853, en la obra Biología Centrali-Americana (Calvert, 1901-1908). De aquel tiempo, el trabajo más importante fue el capítulo de Calvert (1901-1908) en donde se citan 225 especies. En trabajos posteriores se elevó el número de especies para México hasta 239 (Calvert, 1908; González-Soriano, 1996).

Un análisis de hace algunos años enlistó 349 especies para el país, la mayoría pertenecientes a las familias Libellulidae, Gomphidae, Aeshnidae y Coenagrionidae (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 2007). Un estudio más reciente predijo 356 especies, un número que quizás no se incremente más ya que al parecer la curva histórica de acumulación de especies ha llegado a su asíntota (Cuevas-Yáñez et al., 2016). Se podría decir que el inventario de especies de odonatos en México es relativamente completo (Cuevas-Yáñez et al., 2016).

Los esfuerzos de conocer la diversidad de odonatos en Hidalgo han estado presentes desde finales de los ochenta. En este tiempo se inició el estudio de las libélulas en Hidalgo por especialistas mexicanos (Novelo y Peña, 1991, Peña y Olmedo, 1993; Escoto-Moreno et al., 2014). Actualmente En el estado de Hidalgo el orden Odonata está representado por 8 superfamilias, 12 familias, 46 géneros y 129 especies, que ubican a la entidad en séptimo lugar respecto a la mayor diversidad de odonatos a nivel nacional (Escoto-Moreno et al., 2017). Sin embargo, es probable que el número de especies incremente ya que los análisis de distribución de colectas en el país, indica que este estado tiene varias zonas con relativamente pocas colectas (Cuevas-Yáñez et al., 2016).

Los registros de libélulas incluyen un total de 61 localidades, pertenecientes a 25 de los 84 municipios del estado. Los municipios con mayor número de especies son Molango de Escamilla (51), Calnali (46), Tecozautla (43), Tlanchinol (40), Tepehuacán de Guerrero (36) y Chapulhuacán (34) (Escoto-Moreno et al., 2017).

Hay que destacar que el estado de Hidalgo posee una alta diversidad de especies y familias. Esto puede deberse, entre otros factores, a la convergencia de 4 provincias biogeográficas en el estado, de las cuales la Sierra Madre Oriental posee el mayor número de especies (94), seguida del Golfo de México (54), el Altiplano Sur (53) y la Faja Volcánica Transmexicana (Eje Volcánico) (11) (Escoto-Moreno et al., 2014; Escoto-Moreno et al., 2017). Un ejemplo donde estas características coinciden es el noreste de Hidalgo, también conocido como “Huasteca Hidalguense” que junto con otra localidad al Norte, denominada “Huasteca Potosina”, contribuyen a la alta riqueza de especies en la Huasteca Hidalguense (González-Soriano et al., 2011).

No existen estudios particulares de libélulas en Áreas Naturales Protegidas en el estado de Hidalgo, solo hay un registro de *Oplonaeschna* sp. en el Parque Nacional El Chico y *Argia anceps* (Garrison, 1996), para el Parque Nacional Los Mármoles en una localidad que forma parte del municipio de Jacala de Ledezma (Escoto-Moreno et al., 2017). En el caso de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán se conocen solo nueve registros de especies recolectadas en los bordes de la Reserva entre ellos: *Enallagma praevarum* (Hagen, 1861), *Hesperagrion heterodoxum* (Selys, 1868), *Hetaerina vulnerata* Hagen in Selys, 1853, *Ischnura denticollis* Burmeister, 1839, y *Sympetrum illotum* (Hagen, 1861), (Escoto-Moreno et al., 2017). Es posible que aún falten por registrarse cerca de 40 especies para la entidad, que sumadas a las 129 conocidas, difícilmente superará las 170, lo que permite pronosticar que Hidalgo debe mantenerse entre los 12 estados del país con mayor riqueza de odonatos (Escoto-Moreno et al., 2014; Escoto-Moreno et al., 2017).

## 2.1 Importancia y uso del grupo (Odonata)

Las libélulas tienen un papel importante ya que mantienen diferentes interacciones proveyendo estabilidad de las comunidades tanto acuáticas como terrestres (Knight et al., 2005). Son animales ideales para estudiar el movimiento en su fase adulta ya que algunos cuentan con una alta capacidad de dispersión (Conrad et al., 1999), así como adecuados para el estudio de distintos ecosistemas porque son sensibles a diferentes factores estresantes, como los contaminantes (Ferrerías-Romero et al., 2009) y cambios de temperatura (Hassall & Thompson, 2008).

Las libélulas, se han reconocido como organismos modelo para estudios en distintos campos: para analizar los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad en diferentes sistemas acuáticos y a diversas escalas (Novelo-Gutiérrez y Gómez-Anaya, 2009), en la caracterización de la estructura de los ensamblajes de larvas (Novelo-Gutiérrez, 2007; Alonso-Eguía, 2004; Schultz, 2009), como pioneros en estudios de comportamiento reproductivo, territorial y selección sexual (Corbet, 1999), como bioindicadores de calidad ambiental de distintos cuerpos de agua (Osborn, 2005; Scher & Thiéry, 2005).

Para evaluar el cambio ambiental a largo plazo al utilizar como indicadores la respuesta de los odonatos en sus variaciones en distribución y fenología por el cambio climático (Ott, 2001; Beatty et al., 2010; Hoffman, 2010; Termaat et al., 2010; Samways, 2010), como indicadores de biodiversidad o riqueza total de especies en ecosistemas acuáticos (Sahlén & Ekestubbe, 2001).

Como indicadores de los estados de conservación del hábitat que ocupan y manejo sustentable de recursos (Corbet, 1999; Hawking & New, 1999; Kinvig & Samways, 2000; Clausnitzer, 2003; Foote & Hornung, 2005; Bried et al., 2007; Sato & Riddiford, 2008; Harabiš & Dolný, 2012; Escoto-Moreno et al., 2017). De la calidad de los hábitats acuáticos por algunas de sus características como son sus preferencias variables en cuanto a velocidad de la corriente, limpieza del agua, naturaleza del fondo, luminosidad, vegetación, entre otras (Corbet, 1999).

Por otro lado, en aspectos socioculturales, como la alimentación humana, reportan para el estado de Hidalgo que algunas etnias, como la náhuatl, yutoazteca y otomí, en localidades como Tezontepec de Aldama y en el municipio de Molango de Escamilla, consumen las libélulas adultas de *Enallagma praevarum*, este tipo de alimento es reportado como de alto contenido nutricional ya que de su peso neto el 56.2% es proteína, 22.2% son lípidos, 17.3% carbohidratos y 4.2% lo constituyen los minerales (Ramos-Elorduy et al., 1984, 1993). Otro caso documentado es *Rhionaeschna multicolor*, una especie común en el estado de Hidalgo (Ramos-Elorduy et al., 1998), por lo que podrían realizarse investigaciones desde un enfoque etno-entomológico (Escoto-Moreno et al., 2017). En general, la riqueza en la fauna de libélulas de un lugar depende en gran medida de la variedad y calidad de microhábitats (Simaika & Samways, 2009).

### **3. Justificación**

Algunos autores sugieren que aún faltan más especies por registrar en el estado de Hidalgo (Cuevas-Yáñez et al., 2016; Escoto-Moreno et al., 2016). Para lograr esto, es necesario estudiar áreas no muestreadas previamente lo cual es justo el caso del Valle de Tulancingo, Hidalgo. Por otra parte, los cuerpos de agua enfrentan, más que nunca, fuertes presiones por el uso indiscriminado para diferentes actividades del hombre y su viabilidad para ser un hábitat se ve afectada, y los organismos más afectados son los insectos odonatos (Simaika & Samways, 2009). Por esto, es necesario evaluar el estado de conservación vía la asociación con variables fisicoquímicas como un primer intento de entender su estado de conservación.

### **4. Objetivos**

#### **4.1 General:**

Elaborar listados taxonómicos del orden Odonata de adultos y náyades; en un ambiente lótico y léntico de dos localidades de Acaxochitlán, Valle de Tulancingo, Hidalgo, México; en el periodo de junio 2015- abril 2016.

#### **4.1.1 Particulares:**

- Generar curvas de acumulación de las especies de odonatos adultos y náyades para analizar la eficiencia de muestreo para ambas localidades.
- Calcular el índice de diversidad de Shannon-Weaver de especies de odonatos adultos y náyades, en las dos localidades de Acaxochitlán.
- Asociar la cantidad relativa de organismos de las especies más abundantes de náyades con los estratos de colecta (orillas, rápidos, centro, remansos y charcas temporales), tipos de sustratos (detrito, detrito /vegetación flotante, detrito/arena,

vegetación flotante y hojarasca) y las medias de los parámetros físico-químicos del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto y turbidez.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 Áreas de estudio**

Se tuvieron dos sitios de colecta, ubicados en el estado de Hidalgo, en el municipio de Acaxochitlán, Valle de Tulancingo a una distancia entre ambos de 21.2 kilómetros, (Figuras 1-2). A continuación, se describe la ubicación de los sitios así como algunas características generales.

#### **Presa El Tejocotal**

Es un Embalse, que se encuentra a 13.1 kilómetros del centro de Acaxochitlán, en el kilómetro 132D de la carretera federal México-Tuxpan, en la Región Hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, en la Cuenca del Río Tecolutla (INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo, 2013) latitud 20° 07' 44.8" (20.1291°) Norte, longitud 98° 08' 36.4" (98.1434°) Oeste y altitud 2,134 metros. Tiene una extensión de 6.5 Km<sup>2</sup>. Es un ambiente léntico, con vegetación de bosque de pino-encino (*Pinus* y *Quercus*).

Cabe señalar que en los alrededores de la presa de El Tejocotal se ha reforestado con la especie *Pinus patula* por parte de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, como una forma de controlar el aporte de sedimentos hacia las presas y mantener el sistema hidrológico (Fragoso-López et al., 2017). En cuanto al clima, presenta una gran diversidad, pero prevalece el templado en primavera y subhúmedo con abundantes lluvias en verano. Su temperatura anual media se encuentra en los 15°C, y su precipitación pluvial es de 1,000 a 2,000 mm. Además, tiene múltiples usos, como turismo, producción agrícola, cultural, suministro de agua, ganadería y asentamientos para viviendas (Fragoso-López et al., 2017, Figura 3-4).

#### **Cascada de Chimalapa**

Se encuentra a 8.1 kilómetros del centro de Acaxochitlán; en latitud 20° 11' 17" (20.1881°) Norte, longitud 98° 09' 36" (98.16°) Oeste y altitud 2,044 metros, es un ambiente lótico con una variada fuente de recursos, el tipo de vegetación es de bosque mesófilo de montaña (alterado), como vegetación secundaria pastizales; siendo la mayor parte pinos y ocotes, el clima es templado casi todo el año y con abundantes lluvias en verano. Su temperatura anual media de 20 °C, y su precipitación pluvial de 1,000 a 1,500 mm. De igual manera su uso es turístico, para la agricultura, ganadería y doméstico, donde más del 90 por ciento de sus habitantes son de origen indígena (Fragoso-López et al., 2017, Figuras 5-7).





Figura 2. Vista satelital de la Laguna El Tejocotal en el valle de Tulancingo.



Figura 3. Vistas panorámicas de la presa El Tejocotal.



Figura 4. Tipo de vegetación presente en ambas áreas de estudio, donde predominan los juncos. Los odonatos utilizan estos juncos como sitios de percha.



Figura 5. Vista de los rápidos en la cascada de Chimalapa.

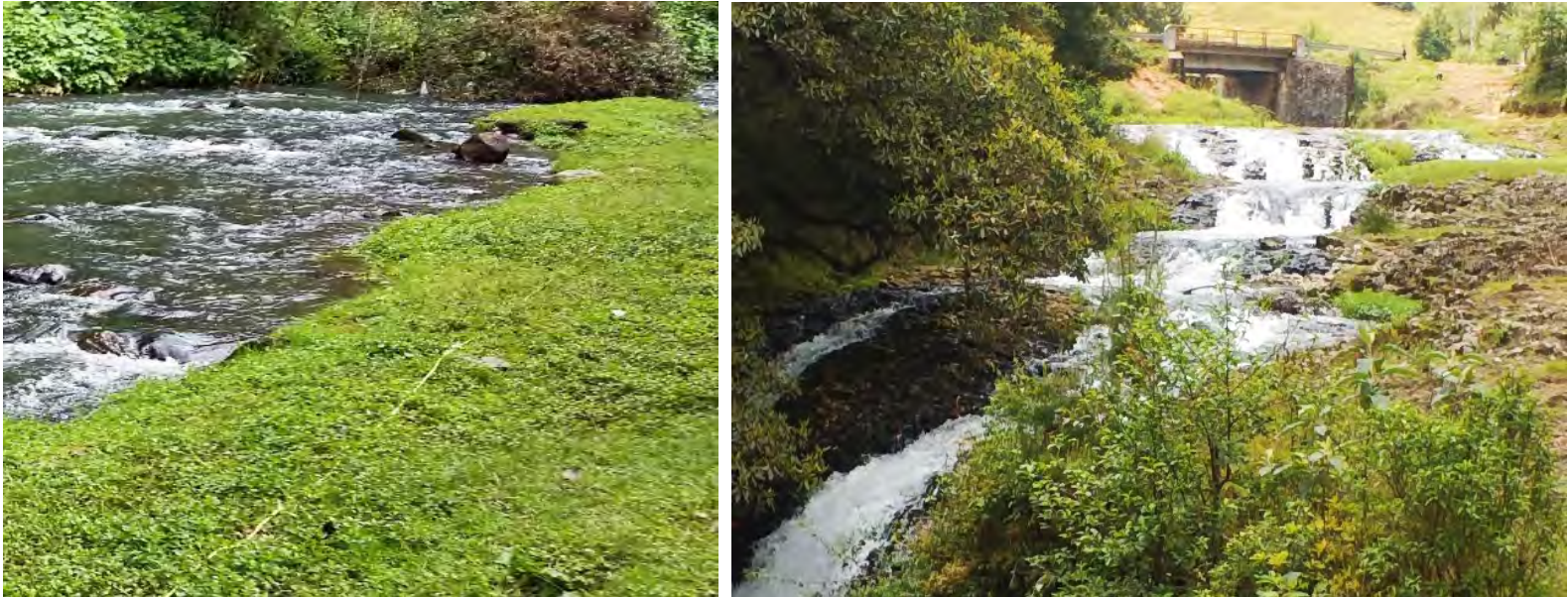


Figura 6. Sitios de muestreo típicos en la cascada de Chimalapa.





Figura 7. Charca temporal en la cascada de Chimalapa. Se observa una pareja de anisópteros en tándem sobrevolando la vegetación acuática.

Para la selección de áreas de muestreo, se realizó una revisión de los cuerpos de agua en las localidades previamente mencionadas, con el permiso de colecta científica de Semarnat 08-049-A. Esto se llevó a cabo en el mes de mayo del 2015. Se revisó minuciosamente cada cuerpo de agua que desemboca en ambas áreas, para seleccionar zonas accesibles que tuvieran adultos y náyades. Posteriormente, se realizaron colectas bimensuales. Primero se visitó la cascada de Chimalapa y al día siguiente la presa El Tejocotal en las siguientes fechas: 20 y 21 de junio, 22 y 23 de agosto, 29 y 30 de octubre, 19 y 20 de diciembre (2015), 20 y 21 febrero, 22 y 23 de abril (2016). Se dedicó un total de 144 horas en campo entre tres personas y 1200 horas aproximadamente en laboratorio por una persona.

Cada visita en ambos sitios de estudio se realizó, entre 10:00 a 15:30 pm; para colectar y censar adultos con redes aéreas, que es cuando la actividad de estos organismos fue más intensa (obs. pers.). Se trazaron 3 transectos de 50 metros de largo pero con ancho variable según el lugar de colecta: para la presa El Tejocotal el ancho fue de 2 metros, mientras que en la cascada de Chimalapa de 3.5 metros de ancho. En estos transectos se muestreó donde abunda la vegetación riparia de 30 cm a 1.60 metros de altura, y vegetación flotante; estas son áreas de preferencia de los odonatos ya que las utilizan para alimentación, percha, y reproducción (obs. pers.). La duración del muestreo para adultos y náyades por cada transecto en ambas áreas fue una hora y veinte minutos.

Se realizaron censos para los adultos y posteriormente se liberaron algunos ejemplares; aquellos organismos que no se liberaron, se colocaron en sobres encerados. Posteriormente se les aplicó una inyección (usando una jeringa de insulina) de acetona al 100% entre el primer par de patas y se sumergieron en sobres en un recipiente con acetona al 100%, por 8 horas aproximadamente.

Este proceso permitió fijar los patrones de coloración que presentan en las alas, tórax y abdomen que son características necesarias para su correcta identificación en laboratorio (recomendación de Enrique González Soriano en abril del 2015).

Para el registro de náyades, se censaron con una red de malla fina en las orillas, en la vegetación flotante a una distancia y profundidad entre 20 cm a 60 cm y del centro de los cuerpos de agua a las orillas en un tipo de detrito de roca, hojarasca o arcilla, a una distancia y profundidad de 15 cm a 1 metro. Finalmente, los organismos que no se liberaron, se colocaron en frascos con alcohol etílico al 80% (recomendación de Enrique González Soriano en abril del 2015).

En cada visita de cada área, se tomaron los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto y turbidez, con un potenciómetro (micro procesador Portable Waterproof Dissolver Oxygen Meter HI9143-45) y un tubo transparente con un disco Sechii para determinar turbidez. Para la identificación de adultos y náyades se utilizó un microscopio estereoscópico y las siguientes claves dicotómicas (Needham et al., 2000 y Needham et al., 2006); la identificación de adultos y náyades fue supervisada por la Dra. Karina Cuevas Yáñez. Los ejemplares colectados en estado adulto se depositaron en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Sistemática Animal. Las náyades se depositaron en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: Instituto de Ecología, A. C., en Xalapa, Veracruz, en la Colección Entomológica "Dr. Miguel Ángel Morón Ríos" (IEXA), en la Sección Odonata.

## **5.2 Medidas de diversidad y análisis estadísticos**

Para cada localidad se estimó la riqueza teórica por métodos no paramétricos con curvas de acumulación de especies presencia-ausencia Chao 2 en el programa Estimates (Versión 9.1.0), que es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo (Moreno, 2001).

El estimador de riqueza Chao 2 (Chao, 1987). Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (únicas) y el número de especies que ocurren en dos muestras (duplicadas) (Pryke & Samways, 2008; Boix et al., 2008; Gómez Anaya et al., 2008).

Se calculó el índice de Shannon- Weaver en el programa Past en las dos localidades, el cual se usa en ecología para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3. Los valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001). Entre los índices de diversidad no paramétricos, el de Shannon-Weaver ha sido el más usado para medir la diversidad (Janzen & Schoener, 1968; Murdoch et al., 1972; Pimentel & Wheeler, 1973; Nagel, 1977; Witkowski, 1978; Zuccaro & Bulla, 1985).

Finalmente, por medio de un análisis de correlación Spearman, en el programa Past se analizó la cantidad relativa de individuos solo de las especies más abundantes de náyades, con las medias de las variables físico químicas del agua, los estratos de colecta (orillas, rápidos, centro, remansos y charcas temporales) y los sustratos (detrito, detrito + vegetación flotante, detrito + arena, vegetación flotante y hojarasca); para determinar si existe relación alguna entre estas.

En estadística, la correlación de Spearman, es una medida de (la asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias (tanto continuas como discretas). Para calcular los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden. Sirve para determinar si las dos variables están correlacionadas, es decir, valorar el nivel de concordancia entre los valores de las dos variables y si están comprendidos entre -1 y 1. El gráfico por excelencia es el diagrama de dispersión, donde la variable independiente se coloca en el eje de las abscisas y la dependiente en el eje de las ordenadas (Martínez Ortega, et al., 2009).

## 6. Resultados

### 6.1 Adultos

En la presa El Tejocotal, se contaron un total de 169 individuos de 18 taxa, donde solo se colectaron 43 organismos: 40 fueron del suborden Zygoptera y 3 del suborden Anisoptera en el periodo junio 2015- abril 2016 (Anexo 1). Los miembros la familia Coenagrionidae presentaron el mayor número de géneros y especies: *Acanthagrion*, *Argia*, *Enallagma*, *Hesperagrion*, *Ischnura* y *Telebasis*. Los géneros *Argia* e *Ischnura*, obtuvieron el mayor número de especies e *Ischnura ramburri* el mayor número de organismos contados 61; superando a *Hesperagrion heterodoxum* 41 (Figura 8).

En este ambiente léntico se elaboró un listado de los odonatos con las categorías taxonómicas (Cuadro 1). La proporción sexual fue sesgada al género masculino. Se observaron organismos perchando en juncos en las orillas de los cuerpos de agua a una altura promedio de 45 cm. De diciembre 2015 a febrero 2016 no se observó ningún ejemplar adulto. Pocos individuos se pudieron colectar de *Pantala flavescens* y *Paltothemis lineatipes*, ya que se observaron volando en grandes enjambres de hembras y machos en dirección al este a una altura de 3 metros aproximadamente en el mes de Junio 2015; por esta razón se consideraron como especies migratorias y no como las más abundantes para esta localidad.

En la cascada de Chimalapa, también se elaboró un listado de los odonatos con categorías taxonómicas, donde se observó de igual manera que la familia Coenagrionidae el mayor número de géneros y especies (Cuadro 2). En este ambiente lótico se contaron un total de 145 individuos de 12 taxa, donde solo se colectaron 47 organismos: 43 del suborden Zygoptera y 4 de Anisoptera en el periodo junio 2015-abril 2016 (Anexo 2).

*Hetaerina vulnerata* tuvo un total de 85 organismos contados, la cual se observó casi todo el año en la vegetación riparia y rocas de las orillas, remansos y rápidos de la cascada; para perchar, copular u ovipositar en pareja (Figura 9).

Las demás especies, perchaban en los árboles o pequeños arbustos que rodean los cuerpos de agua temporal como posas o charcas temporales. No se observó ningún ejemplar adulto en el mes de diciembre 2015 y febrero 2016.

La curva de acumulación de especies de la presa El Tejocotal mostró una eficiencia de muestreo en Chao 2 de 90.045 % (Figura 10-A). La cascada de Chimalapa mostro una eficiencia de muestreo en Chao 2 de 100 % (Figura 10-B).

El valor más alto del índice de Shannon-Weaver para la presa fue en el mes de agosto del 2015 con 2.32 (Figura 11- A). Para la cascada el valor más alto fue en el mes de junio del 2015 con 1.92 (Figura 11- B).

## 6.2 Estados inmaduros

En la presa El Tejocotal se elaboró un listado de los odonatos, con categorías taxonómicas, donde las familias Coenagrionidae y Aeshnidae presentaron 3 géneros (Cuadro 3). En este ambiente lenticó se contaron un total de 466 náyades de 7 taxa, de las cuales no se liberaron 95: 64 del suborden Zygoptera y 31 del suborden Anisoptera (Anexo 3). *Aeshna interrupta* se observó de manera más abundante con 152 organismos contados (Figura 12). *A. interrupta* se observó todo año en las zonas centro y remanso en detrito de arcilla a una profundidad promedio de 55 cm. Las demás especies se localizaron en las orillas en la vegetación flotante y una profundidad promedio de 35 cm. *Pantala flavescens*, fue colectada en la orilla de la presa en vegetación flotante a una profundidad de 45 cm, solo en el mes de octubre del 2015.

En la cascada de Chimalapa se elaboró un listado de los odonatos, la familia Coenagrionidae presentó el mayor número de géneros y especies (Cuadro 4). En este ambiente lotico se contaron un total de 345 náyades de 6 taxa, de las cuales no se liberaron 41: 32 del suborden Zygoptera y 9 del suborden Anisoptera (Anexo 4). *Hetaerina vulnerata* fue la más abundante con 282 organismos contados (Figura 13). La cual habita en las orillas, los rápidos de la cascada y en las charcas temporales, en detrito de hojarasca, arena y vegetación flotante a una profundidad promedio de 15 cm, la cual se observó a lo largo de todo del año y tuvo mayor abundancia en los meses de diciembre 2015 y febrero 2016.

La curva de acumulación de especies de la presa mostró una eficiencia de muestreo según Chao 2 de 92.37 % (Figura 14-A). La cascada mostro una eficiencia de muestreo según Chao 2 de 100% (Figura 14-B). El índice de Shannon-Weaver en la presa indicó valores inferiores a 2 en todo el año, pero el mayor fue en febrero del 2016 con un valor de 1.56 (Figura 15-A). En la cascada se expresaron valores que se consideran bajos para el índice de Shannon- Weaver, por ejemplo, en abril 2016 se obtuvo un valor de 1.22 (Figura 15-B).

En la presa los parámetros fisicoquímicos del agua muestran que la temperatura más baja fue en el mes de octubre 2015 con 12.2 ° C y la más alta en abril 2016 con 25.8 ° C. El nivel del pH bajó en diciembre 2015 con 5.2 y se elevó en abril 2016 a 7.8. El oxígeno disuelto (*ppm*) más bajo fue en diciembre 2015 con 12.9 y más alto en abril 2016 con 23.95. La turbidez más concentrada fue en agosto 2015 con 12.35 y en octubre 2016 y febrero 2016 bajó a 9.5. La Cascada tuvo una temperatura en el mes de diciembre 2015 con

15.6 °C que fue la más baja y más alta en febrero 2016 con 19.2° C. El pH bajó en octubre 2015 a 4.2 y se elevó en abril 2016 a 8.2. El oxígeno disuelto (*ppm*) se mantuvo en 18.7, del mes de junio hasta febrero 2016 con 20.8. La turbidez más concentrada fue en junio 2015 con 13.3 pero bajó en diciembre 2015 a 9.5 (Figura 16).

El análisis de correlación no evidenció asociación entre las especies raras por esta razón se tomaron en cuenta solo la cantidad relativa de organismos de las especies más abundantes; en la presa se obtuvieron diferentes correlaciones significativas, por ejemplo: *Argia plana* tuvo relación con el pH, *Enallagma civile* con la turbidez, *Ischnura ramburri* con la turbidez y oxígeno disuelto, *Aeshna interrupta* tuvo evidente relación con la temperatura y oxígeno disuelto (Figura 17-A). En la cascada *Hetaerina vulnerata* y *E. civile* están relacionados con la temperatura, oxígeno disuelto y pH, *Rhionaeshna multicolor* ligeramente con la turbidez y *Sympetrum illotum* con la temperatura (Figura 17-B).

Por otra parte el análisis de correlación de estatos (orillas, centros y remansos) de la presa mostró que las náyades de *Enallagma civile* se observaron en su mayoría en orillas y minoría en los remansos, lo contrario a *Ischnura ramburri* y *Argia plana*. *Aeshna interrupta* se colectó estrictamente en los centros de los cuerpos de agua. En orden de mayor a menor quedo de la siguiente manera: remansos > centros > orillas. (Figura 17-C). En la cascada las náyades de *E. civile* se colectaron solo en los remansos, *Rhionaeshna multicolor* y *Sympetrum illotum* estrictamente en las charcas temporales y finalmente las náyades de *Hetaerina vulnerata* habitan en su mayoría en las orillas; aunque también se colectó en menor proporción en los rápidos y remansos del cuerpo de agua. En orden de mayor a menor: remansos > charcas temporales > rápidos > orillas (Figura 17- D).

El análisis de correlación de sustratos de la presa mostró que las náyades de *A. plana* y *E. civile* se observaron en su mayoría en el sustrato vegetación flotante, a diferencia de e *I. ramburri* que se colectó en una mezcla de detrito y vegetación flotante. *A. interrupta* se colectó casi en igual proporción entre el detrito y detrito/arena. En orden de mayor a menor: detrito > detrito/arena > detrito/vegetación flotante > vegetación flotante (Figura 17-E). En comparación con la cascada las náyades de *H. vulnerata* habitan en su mayoría en la vegetación flotante, también en menor proporción en detrito y hojarasca, *E. civile* y *S. illotum* en hojarasca; finalmente *Rhionaeshna multicolor* estrictamente en detrito/arena. En orden de mayor a menor: detrito/arena > hojarasca > detrito > vegetación flotante (Figura 17-F).

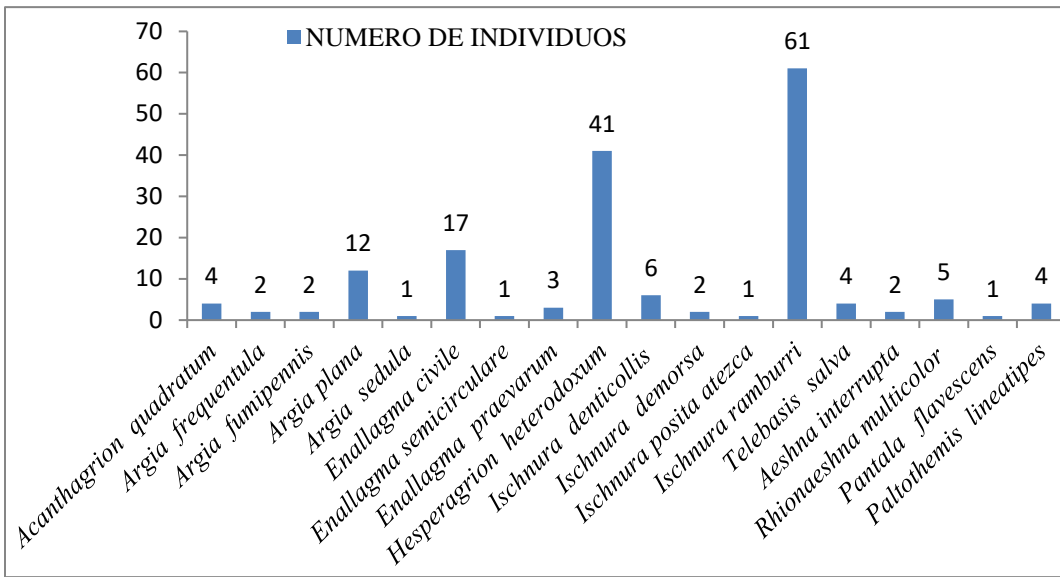


Figura 8. Número total de organismos censados de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.

Orden Odonata	Especies
Suborden Zygoptera	
Superfamilia Coenagrionoidea	
Familia Coenagrionidae	
Género <i>Acanthagrion</i>	<i>Acanthagrion quadratum</i> Selys, 1876
<i>Argia</i>	<i>Argia frequentula</i> Calvert, 1907
	<i>Argia fumipennis</i> Hagen, 1861
	<i>Argia plana</i> Calvert, 1902
	<i>Argia sedula</i> Hagen, 1861
<i>Enallagma</i>	<i>Enallagma civile</i> Calvert, 1861
	<i>Enallagma semicirculare</i> Selys, 1876
	<i>Enallagma praevarum</i> Calvert, 1861
<i>Ischnura</i>	<i>Ischnura denticollis</i> Burmenister, 1839
	<i>Ischnura demorsa</i> Hagen, 1861
	<i>Ischnura posita atezca</i> Hagen, 1861
	<i>Ischnura ramburri</i> Selys, 1850
<i>Hesperagrion</i>	<i>Hesperagrion heterodoxum</i> Selys, 1868
<i>Telebasis</i>	<i>Telebasis salva</i> Hagen, 1861
Suborden Anisoptera	
Superfamilia Aeshnoidea	
Familia Aeshnidae	
Género <i>Aeshna</i>	<i>Aeshna interrupta</i> Walker, 1908
<i>Rhionaeshna</i>	<i>Rhionaeshna multicolor</i> Hagen, 1861
Superfamilia Libelluloidea	
Familia Libellulidae	
Subfamilia Libellulinae	
Género <i>Paltothemis</i>	<i>Paltothemis lineatipes</i> Karsch, 1890
<i>Pantala</i>	<i>Pantala flavescens</i> Fabricius, 1798

Cuadro 1. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.

Especies	
Orden Odonata	
Suborden Zygoptera	
Superfamilia Coenagrionoidea	
Familia Calopterygidae	
Género <i>Hetaerina</i>	<i>Hetaerina vulnerata</i> Selys, 1853
Familia Coenagrionidae	
Género <i>Acanthagrion</i>	<i>Acanthagrion quadratum</i> Selys, 1876
<i>Argia</i>	<i>Argia frequentula</i> Calvert, 1907
	<i>Argia plana</i> Calvert, 1902
	<i>Argia sedula</i> Hagen, 1861
<i>Enallagma</i>	<i>Enallagma civile</i> Calvert, 1861
<i>Ischnura</i>	<i>Ischnura denticollis</i> Burmenister, 1839
	<i>Ischnura ramburri</i> Selys, 1850
<i>Hesperagrion</i>	<i>Hesperagrion heterodoxum</i> Selys, 1868
<i>Telebasis</i>	<i>Telebasis salva</i> Hagen, 1861
Suborden Anisoptera	
Superfamilia Aeshnoidea	
Familia Aeshnidae	
Género <i>Aeshna</i>	<i>Aeshna interrupta</i> Walker, 1908
<i>Rhionaeschna</i>	<i>Rhionaeschna multicolor</i> Hagen, 1861
Superfamilia Libelluloidea	
Familia Libellulidae	
Subfamilia Libellulinae	
Género <i>Sympetrum</i>	<i>Sympetrum illotum</i> Hagen, 1861

(Cuadro 2). Listado taxonómico de las especies de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.

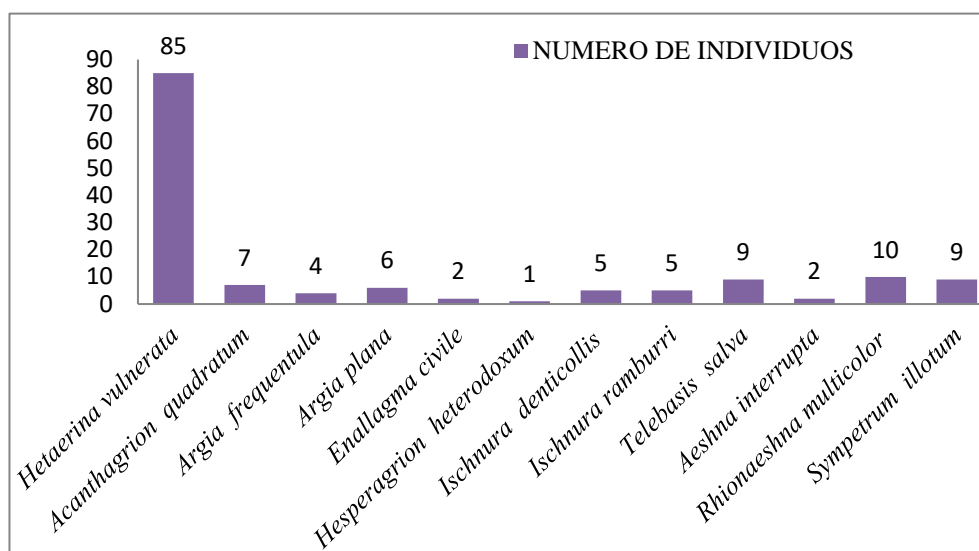
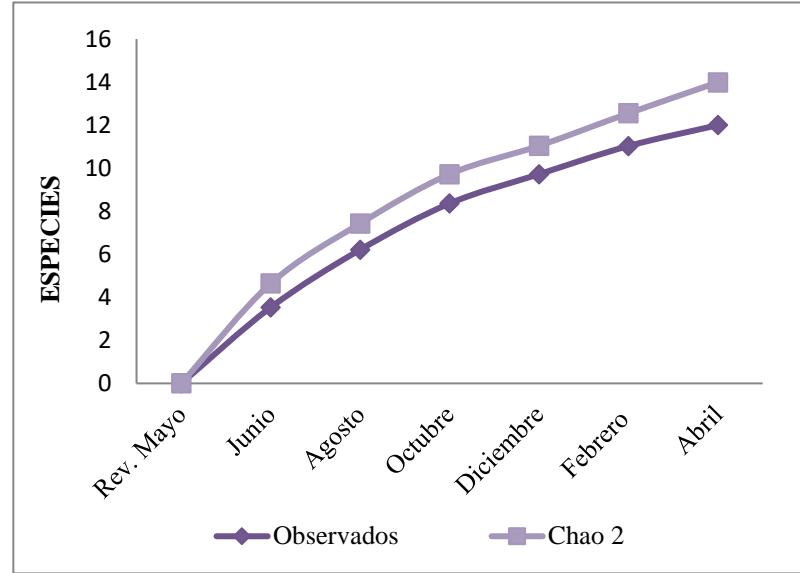
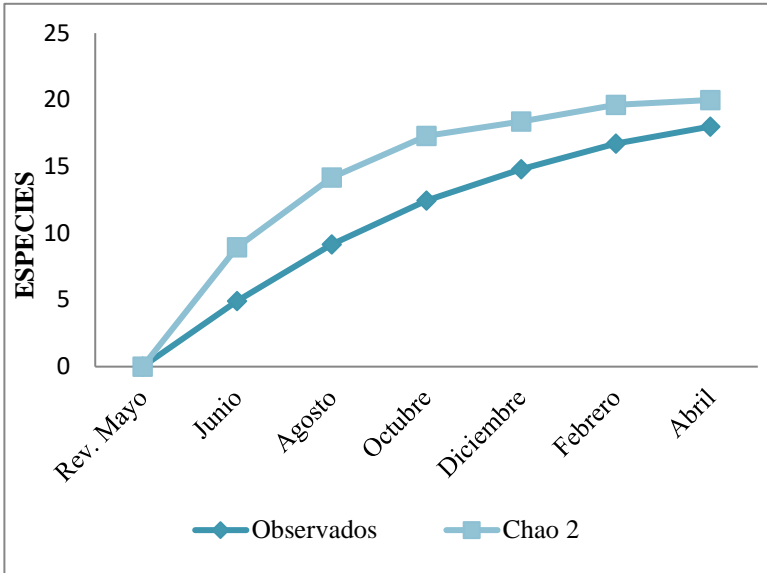
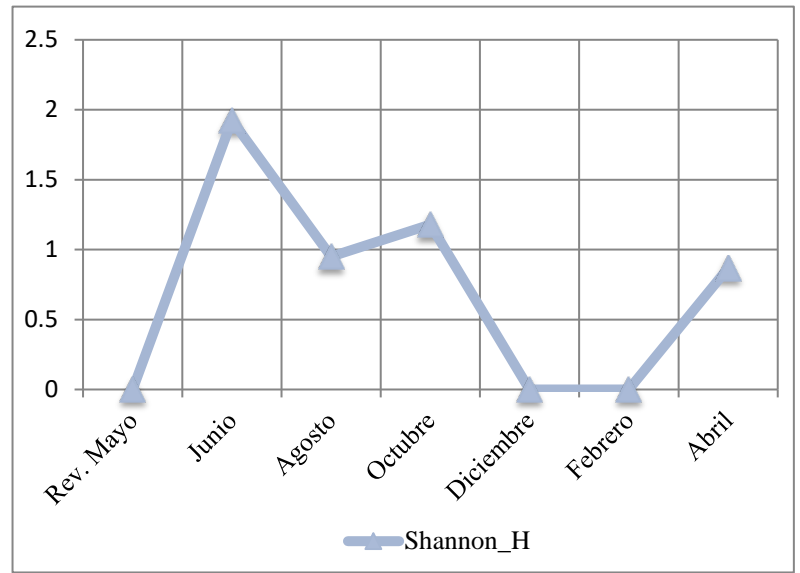
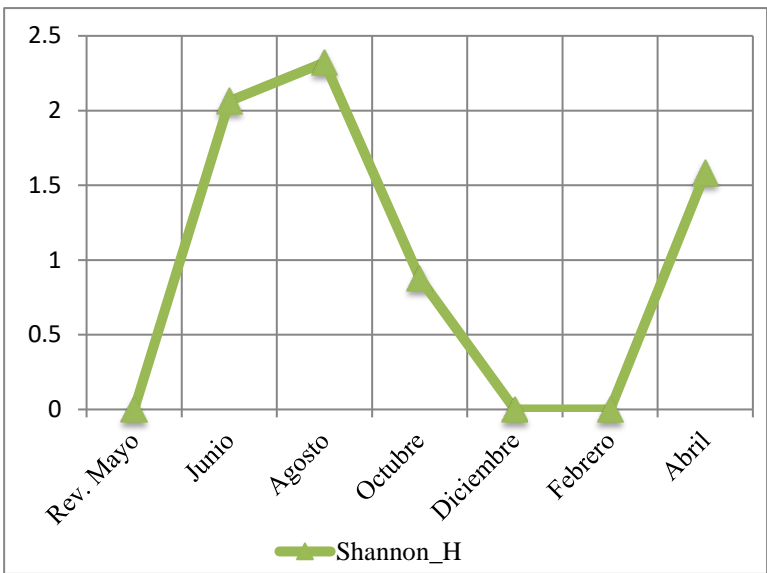


Figura 9. Número total de organismos censados de odonatos en estado adulto; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.



A. Presa El Tejocotal B. Cascada de Chimalapa

Figura 10. Curvas de acumulación de especies de odonatos en estado adulto, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.



A. Presa El Tejocotal B. Cascada de Chimalapa

Figura 11. Índices de diversidad de Shannon-Wiener de odonatos en estado adulto de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.



Orden Odonata	Especies
Suborden Zygoptera	
Superfamilia Coenagrionoidea	
Familia Coenagrionidae	
Género <i>Argia</i>	<i>Argia plana</i> Calvert, 1902
	<i>Argia fumipennis</i> Hagen, 1861
<i>Enallagma</i>	<i>Enallagma civile</i> Calvert, 1861
<i>Ischnura</i>	<i>Ischnura ramburri</i> Selys, 1850
Suborden Anisoptera	
Superfamilia Aeshnoidea	
Familia Aeshnidae	
Género <i>Aeshna</i>	<i>Aeshna interrupta</i> Walker, 1908
Superfamilia Libelluloidea	
Familia Libellulidae	
Subfamilia Libellulinae	
Género <i>Pantala</i>	<i>Pantala flavescens</i> Fabricius, 1798
<i>Sympetrum</i>	<i>Sympetrum illotum</i> Hagen, 1861

Cuadro 3. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.

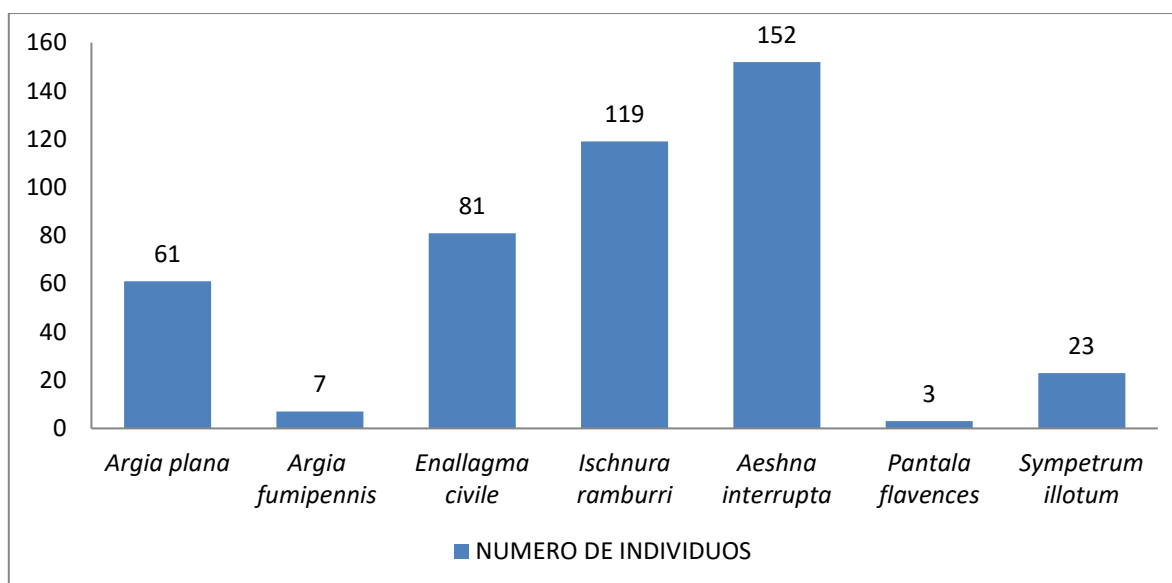


Figura 12. Número total de organismos censados de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la presa El Tejocotal.

Orden Odonata	Especies
Suborden Zygoptera	
Superfamilia Coenagrionoidea	
Familia Calopterygidae	
Género <i>Hetaerina</i>	<i>Hetaerina vulnerata</i> Selys, 1853
Familia Coenagrionidae	
Género <i>Argia</i>	<i>Argia plana</i> Calvert, 1902
<i>Enallagma</i>	<i>Enallagma civile</i> Calvert, 1861
<i>Ischnura</i>	<i>Ischnura ramburri</i> Selys, 1850
Suborden Anisoptera	
Superfamilia Aeshnoidea	
Familia Aeshnidae	
Género <i>Rhionaeschna</i>	<i>Rhionaeschna multicolor</i> Hagen, 1861
Superfamilia Libelluloidea	
Familia Libellulidae	
Subfamilia Libellulinae	
Género <i>Sympetrum</i>	<i>Sympetrum illotum</i> Hagen, 1861

Cuadro 4. Listado taxonómico de las especies de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.

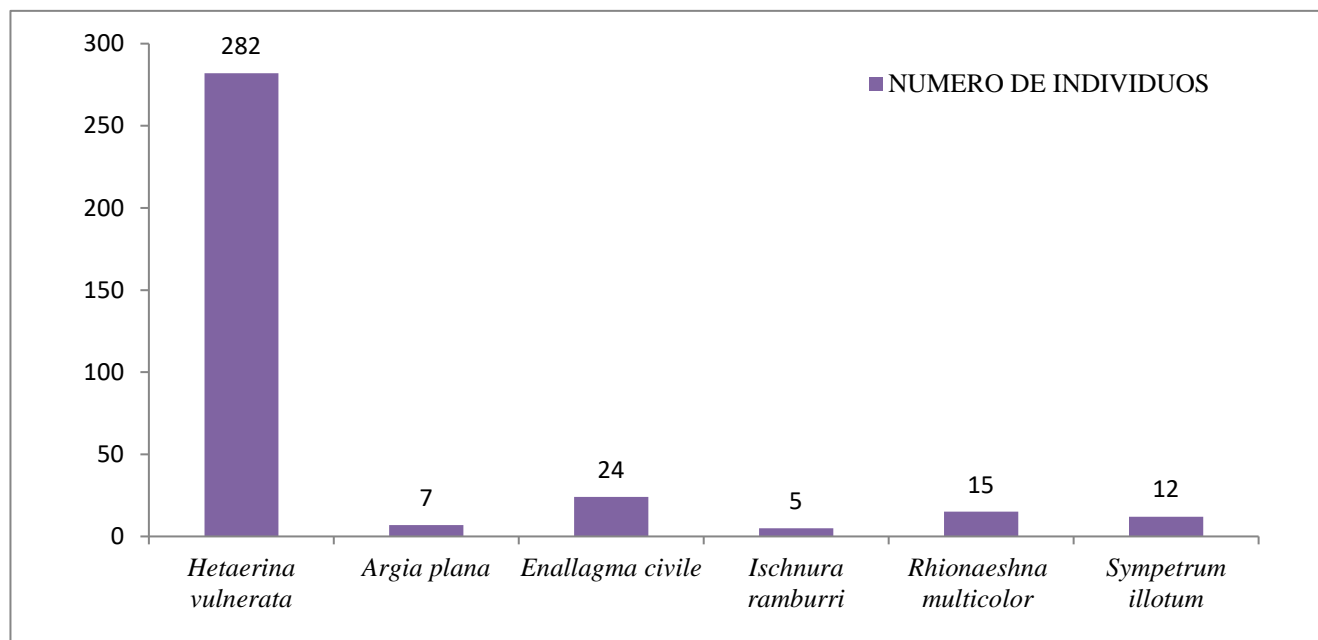
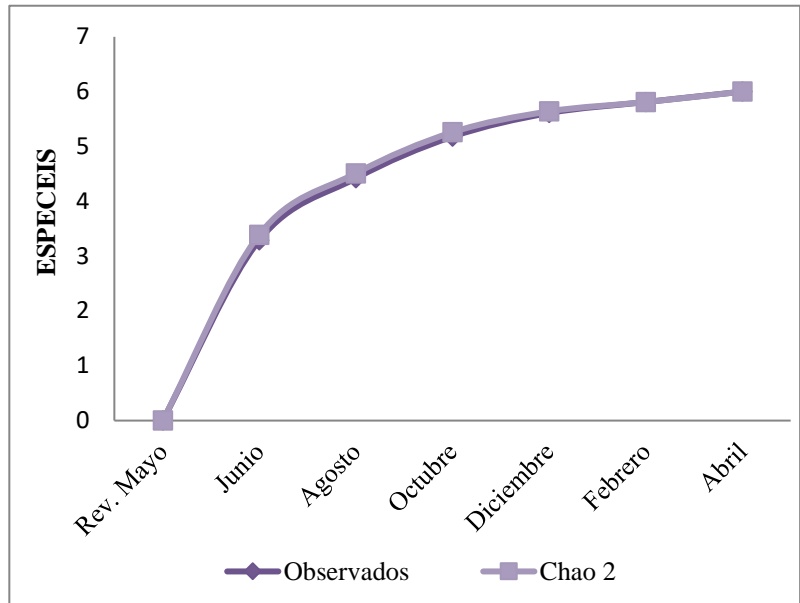
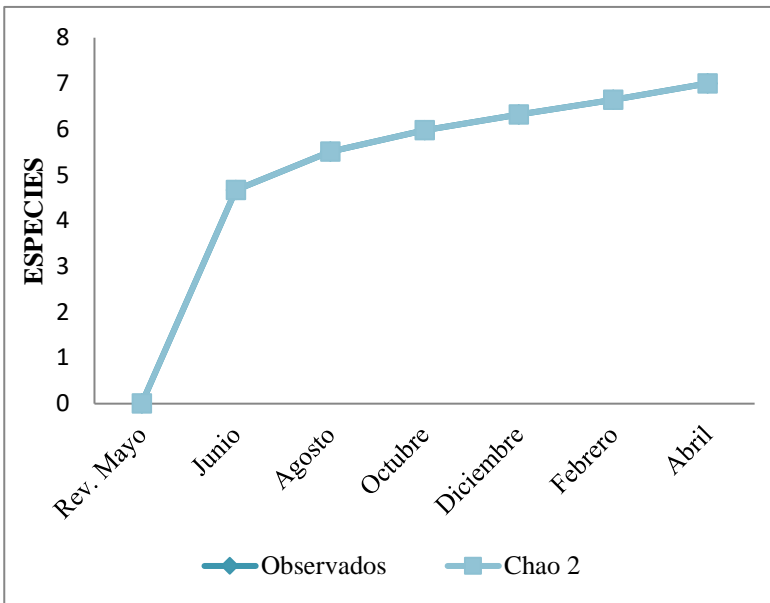
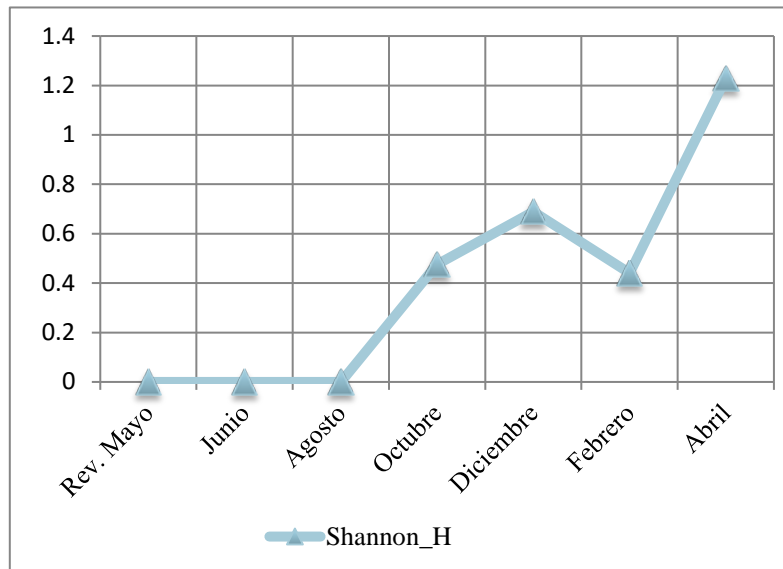
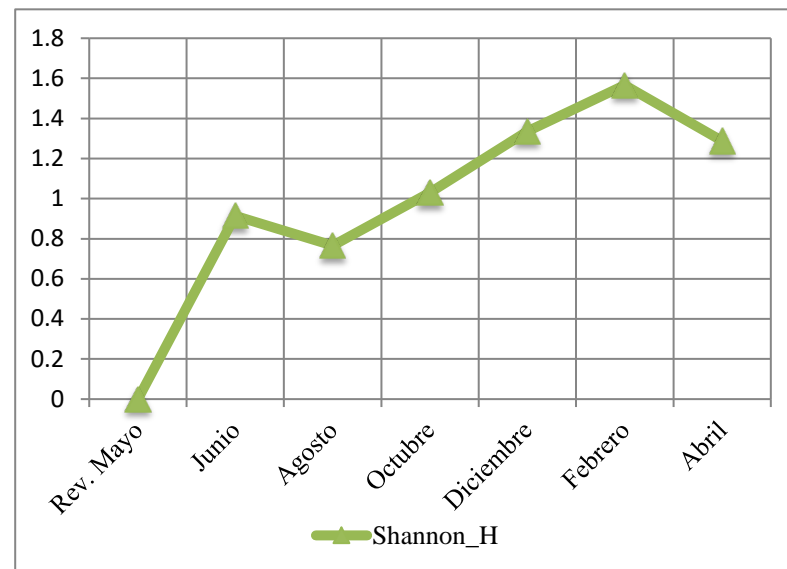


Figura 13. Número total de organismos censados de odonatos en estados inmaduros; en el periodo junio 2015-abril 2016, de la cascada de Chimalapa.



A. Presa El Tejocotal B. Cascada de Chimalapa

Figura 14. Curvas de acumulación de las especies de odonatos en estados inmaduros, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.



A. Presa El Tejocotal B. Cascada de Chimalapa

Figura 15. Índices de diversidad de Shannon-Wiener de odonatos en estados inmaduros, de un ambiente A. lentic, Presa El Tejocotal y B. lotico, Cascada de Chimalapa; en el periodo junio 2015- abril 2016.

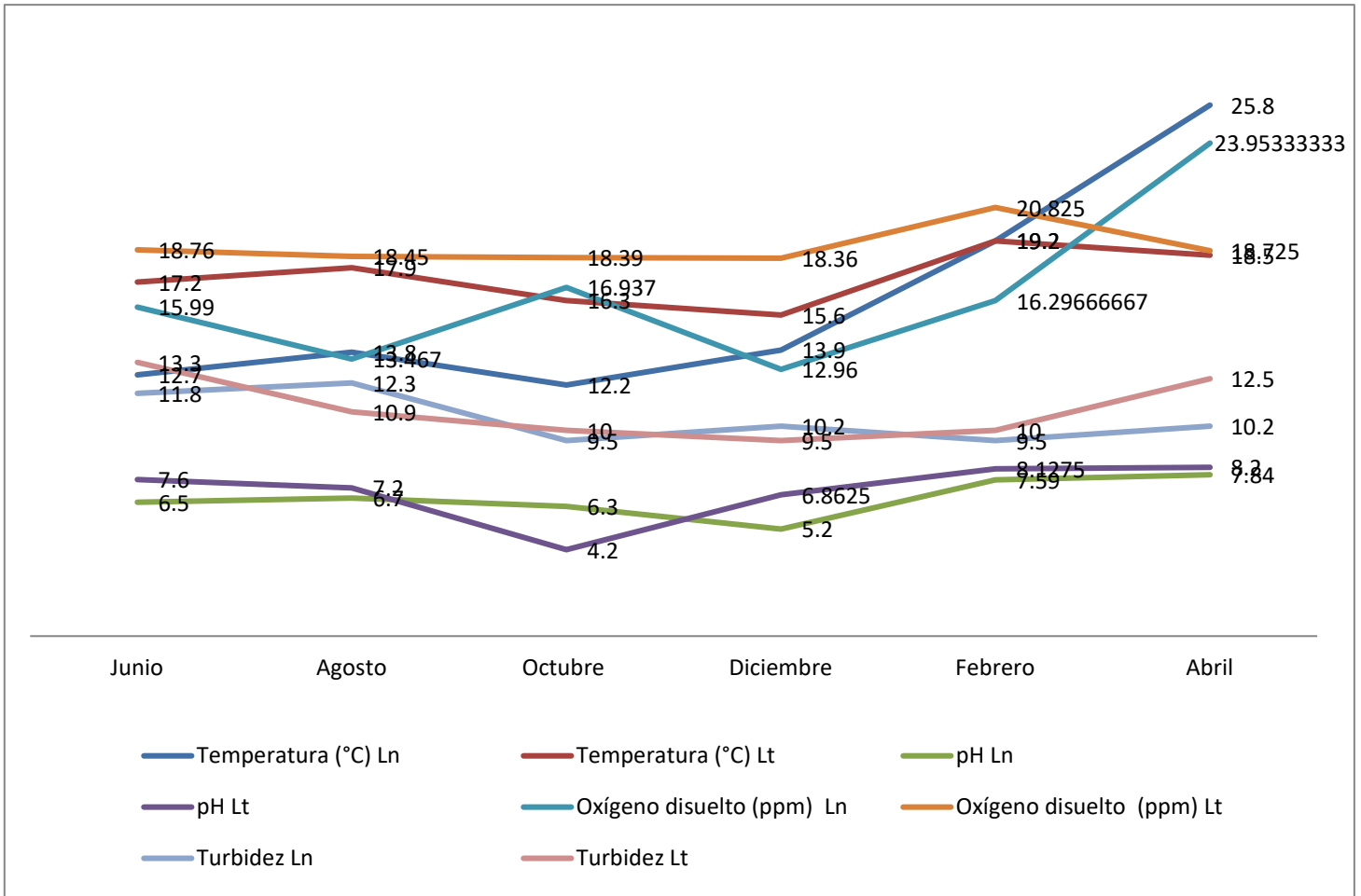


Figura 16. (PFQ) Parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto y turbidez de un ambiente léntico y lótico: la presa El Tejocotal (Ln) y la cascada de Chimalapa (Lt); en el periodo junio 2015-abril 2016.

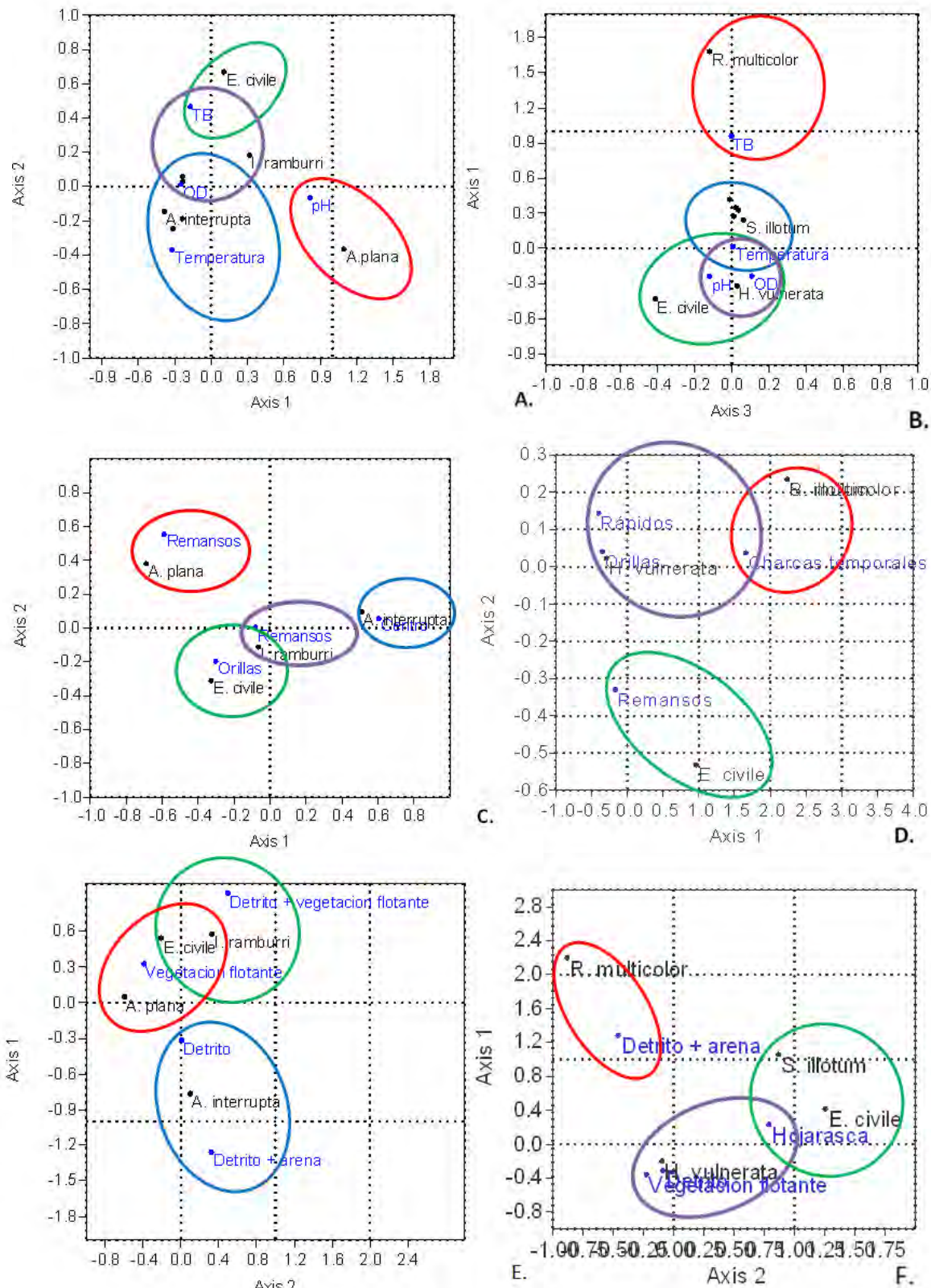


Figura 17 . El Análisis de correlación muestra la asociación entre el eje de ordenadas (la cantidad relativa de individuos de las especies más abundantes de odonatos en estados inmaduros) y el eje de las abscisas (las medias de las variables físico químicas del agua: Temperatura, pH, Turbidez y Oxígeno disuelto) (A y B), los estratos de colecta (C y D) y tipos de sustratos (E y F); en la Presa El Tejocotal y la Cascada de Chimalapa, en el periodo junio 2015- abril 2016.

## 7. Discusión

### 7.1 Ambiente léntico y lóxico

Los odonatos se pueden encontrar en una amplia gama de sistemas de agua dulce que dependen de restricciones bióticas y abióticas (Kauppinen y Mappes, 2003). Estos sistemas lénticos y lóxicos varían en escala física, desde los agujeros de los árboles a los grandes lagos y ríos; en el escalamiento temporal de efímeros desde estacionales hasta permanentes. Estas diferentes comunidades de odonatos en el paisaje están en un flujo bajo la influencia del cambio climático, la alteración del hábitat, las especies invasoras y otros factores fuertemente vinculados a la influencia antropogénica. (Crumrine et al., 2008).

Por otra parte, las modificaciones en los hábitats lénticos pueden generar un espacio que podría ser ocupado por especies oportunistas (Gómez-Anaya, Novelo-Gutiérrez y William-Bruce, 2011; Gómez-Tolosa et al., 2014).

En ambas localidades es probable que los odonatos interactúen con distintas especies de adultos y ninfas de otros grupos como son dípteros, coleópteros e himenópteros y crustáceos, además de algunos vertebrados como aves, renacuajos y peces. Aunque en este estudio no se documentaron estas interacciones, la experiencia visual del sitio sugerían estas relaciones.

La familia Coenagrionidae parece tener exigencias menos estrictas que los Calopterygidae ya que los primeros habitan en casi cualquier cuerpo de agua. Además, parecen soportar altos grados de contaminación, y las larvas habitan en casi todos los microhábitats, prefiriendo rápidos pedregosos y la vegetación de la orilla (Ramírez, 2010), tal es el caso de *Argia plana*, *Acanthagrion quadratum*, *Enallagma civile*, *Ischnura ramburri* o *Telebasis salva*, las cuales se observaron en ambos tipos de ambientes.

La composición de especies, en estadio adulto de Odonata, se relaciona con las características ambientales de cada subregión (Gómez-Tolosa et al., 2014). Los géneros *Hetaerina*, *Argia*, *Telebasis*, *Acanthagrion*, son de afinidad neo-tropical; *Enallagma* e *Ischnura* tiene afinidad septentrional; *Hesperagrion* parece ser endémico de la denominada Zona de Transición Mexicana (Alonso-Eguía et al., 2002).

Adultos y náyades de la familia Calopterygidae viven en cursos de aguas rápidas. Los miembros de *H. vulnerata* son organismos que habitan en quebradas y ríos, bosques, pastizales e incluso en áreas urbanas (Córdoba-Aguilar y González-Tokman, 2014). El hábitat típico de las náyades son las acumulaciones de hojas y vegetación sumergida o flotante en los márgenes, en especial en zonas de corriente moderada a fuerte. En general, adultos y náyades pueden ser encontrados durante todo el año; como ocurrió en la cascada de Chimalapa.

La familia Aeshnidae habita cuerpos de agua lénticos y lóxicos, por lo general con mucha vegetación. Estas se desplazan de forma vigorosa entre distintos hábitats probablemente debido a su gran musculatura y tamaño (Ramírez, 2010), como ocurrió con la presencia de *Aeshna interrupta* y *Rhionaeshna multicolor* tanto en la presa como en la cascada.

Por otra parte, a los miembros de la familia Libellulidae también se les puede encontrar habitando diferentes tipos de cuerpos de agua, desde ríos, lagos, hasta huecos de árboles. Existen pequeñas lagunas que pueden persistir solo en cuestión de días o semanas, mientras que en el otro extremo del continuo se encuentran grandes lagos que perduran durante miles de años (tal es el caso del estanque que se forma en la orilla de la presa donde se colectó a *Pantala flavescens*) (Wellborn et al., 1996).

Miembros de la familia Libellulidae usualmente viven en aguas permanentes, pero ciertas especies de ciclo corto se han adaptado a vivir en aguas temporales, pudiendo incluso resistir períodos de desecación (Ramírez, 2010), como ocurrió en las dos charcas temporales de la cascada de Chimalapa donde se colectó a *Sympetrum illotum*.

Los géneros *Aeshna* y *Sympetrum* tienen una distribución cosmopolita; por otra parte, *Pantala* está distribuida ampliamente en los trópicos del mundo y *Paltothemis*, aunque parecen ser de la parte sur de la región neártica, puede encontrarse incluso en Centro América (Alonso-Eguía et al., 2002).

En general en ambas localidades, las diferentes especies de odonatos podrían sufrir mayor competencia entre el mes de octubre a abril, a juzgar porque en este tiempo, las condiciones climáticas son más benévolas. Es en este tiempo cuando la abundancia y diversidad es mayor, los odonatos prefieren ambientes más cálidos (Corbet, 1999) y, aunque hay especies que toleran el frío (e.g. *H. vulnerata*), no es el caso para todas las demás especies como ocurre al final del año cuando las temperaturas descienden significativamente en la cascada de Chimalapa.

### **Especies migratorias**

En la familia Libellulidae, especies como *Pantala flavescens* ya se sabe que, comenzando cada septiembre y continuando en adelante cada año, migra hacia el sur en grandes cantidades (Fraser 1924, 1936; Larsen, 1987).

*Pantala flavescens* tiene registros en el estado de Hidalgo en Tlanchinol, (Peña-Olmedo y Novelo-Gutierrez, 1993); Ixmiquilpan, Dios Padre; Tecozahutla, Rio Tecozautla, Presa El Zapote, Camino a San José del Desierto (Escoto-Moreno et al., 2017). En el caso de *P. flavescens*, los estudios en China han detectado movimientos migratorios a altitudes de hasta 1000 m (Feng et al., 2006). *P. flavescens* vuela a altitudes particularmente altas en la región del Himalaya (Corbet, 2004; Vick, 1989; Wojtusiak, 1974), donde se ha informado hasta 6300 m de altitud, el récord más alto para cualquier odonato (Corbet, 2004). *P. flavescens* puede hacer vuelos de hasta 4000 km (Corbet, 1979). Son planeadores conocidos ya que tienen bases muy agrandadas en sus alas traseras (Corbet, 1962, 2004), y las náyades pueden completar su desarrollo en 38-43 días (Kumar, 1984; Suhling et al., 2004).

*Paltothemis lineatipes* tiene registros en el estado de Hidalgo en Zimapán, Rio San Francisco (Gómez-Anaya et al., 2000), Tecozautla, Rio Tecozautla (Peña-Olmedo, 2001), Chapulhuacán, El Infiernillo, Omitlán de Juárez, El Jilguero (FOMIX, Escoto-Moreno en prep.).

### 7.3 Diversidad y riqueza de especies

Un gran número de índices de diversidad han sido propuestos para el biomonitoreo de la calidad del agua usando odonatos (Gómez-Anaya, 2008). Un ejemplo es la idea de que un alto valor de riqueza, indica que una comunidad es estable y balanceada (Janzen & Schoener, 1968; Murdoch et al., 1972; Pimentel & Witkowski, 1978).

En general los adultos tienen mayor número de especies, pero no mayor número de individuos, lo opuesto a los estados inmaduros; lo cual corresponde a poblaciones con una distribución normal. Obtener valores de diversidad bajos no quiere decir que no haya sido importante ejecutar este trabajo ya que no se tenían colectas de odonatos para esta zona.

En general el país ha sido mal muestreado en términos de odonatofauna (Cuevas-Yáñez et al., 2016). Sin embargo, algunas especies de odonatos son buenos indicadores de impacto ambiental (Corbet, 1999). Un uso de los datos que obtuve es que se pueden hacer análisis de diversidad según regiones por ejemplo a nivel estatal.

En la presa los adultos de *Ischnura* y *Hesperagrion* presentan mayor abundancia y al ordenar los valores de diversidad H' de menor a mayor, se produce la siguiente secuencia: dic > feb > oct > abril > jun > agosto. Para náyades, *Aeshna interrupta* se observó a lo largo de casi todo el año y con mayor abundancia que las demás especies, al ordenar los valores de diversidad H' se produce la siguiente secuencia: agosto > junio > octubre > diciembre > abril > febrero.

También habría que considerar que en hábitats permanentes con depredadores de peces como es el caso de la presa, la selección favorece a individuos con estilos de vida menos activos y, en consecuencia, la duración de la etapa larval para las especies en este tipo de hábitats tiende a ser más larga (Corbet, 1999; Johansson, 2000). Este estilo de vida lento vs rápido es respaldado por algunos estudios, por ejemplo (McPeck, 2004, Johansson et al., 2006). Los experimentos que excluyen a los depredadores de peces sugieren que los peces pueden mejorar la intensidad de la competencia de los recursos en las comunidades de odonatos al limitar la densidad de los posibles competidores (Morin, 1984). Quizás en futuros estudios sería conveniente analizar a los distintos depredadores de la presa como en la cascada; ya que podrían dar pistas sobre las características ecológicas de las especies de odonatos que allí habitan.

En la cascada de Chimalapa, al ordenar los valores de diversidad H' para adultos, se produce la siguiente secuencia: dic > feb > abril > agos > oct > jun y náyades: > jun > agos > feb > oct > feb > abril. *Hetaerina vulnerata* coloniza casi todas las áreas. Estos animales podrían considerarse como buenos indicadores tolerantes al observarse todo el año. Por otra parte, las náyades de *Sympetrum illotum* que fueron capaces de tolerar la desecación en las charcas temporales.

Las especies son abundantes en sus centros de distribución y raras hacia la periferia de estas áreas. Sin embargo, debido a que el patrón de rareza cambia con la escala geográfica, a escala local deberíamos admitir que el área de muestreo representa el límite de la distribución de varias con frecuencia muchas especies.



Entonces el patrón de la distribución de la abundancia de las especies parece repetirse a diferentes escalas geográficas (Gómez Anaya et al., 2008). Otra explicación sobre los patrones de distribución de la rareza y lo común es la de Hanski (1982), en la cual se distribuyen así acordes con la hipótesis de núcleo-satélite: las especies núcleo son localmente abundantes y son frecuentes y están bien distribuidas regionalmente; las especies satélite tienen baja densidad y frecuencia (Gómez Anaya et al., 2008).

En general, las zonas cálidas tienen mayor diversidad de especies y de hábitats que las zonas frías, es decir, la biodiversidad disminuye con el aumento de la latitud y la altitud. La diversidad de especies está íntimamente relacionada con la diversidad de ecosistemas, no podemos conservar la diversidad de especies si no conservamos los ecosistemas (Gómez Anaya et al., 2008).

La riqueza de especies de odonatos de la presa el Tejocotal y la cascada de Chimalapa tuvo un total de 20 especies en etapa adulta (15 del suborden Zygoptera y 5 Anisoptera) y de náyades de 11 especies (6 Zygoptera y 5 Anisoptera); la cual resulta menor al total de 31 especies en estado larval (14 Zygoptera, 17 Anisoptera) reportadas por Novelo-Gutiérrez et al., (2002) de dos tributarios de la Hidroeléctrica Ing. F. Hiriarte Balderrama en Zimapán, Hidalgo; y lejana a la suma de 72 especies de adultos (42 Zygoptera y 30 Anisoptera), reportadas por Novelo-Gutiérrez y Peña-Olmedo (1991) para la Sierra Norte de Hidalgo (Gómez Anaya et al., 2008).

#### **7.4 Análisis de correlación y comparación con otros estudios**

Las principales actividades que se desarrollan en las cuencas hidrográficas son por ejemplo, el ingreso de pesticidas y gran cantidad de material particulado, por actividades agrícolas y deforestación, fragmentación del hábitat, cambios del sustrato por remoción y extracción de materiales a lo cual se suma el incremento de materia orgánica por ingreso de agua no tratada (Jara, 2002).

El concepto de bioindicador aplicado a la evaluación de calidad de agua, es definido como: especie o ensamblaje de especies que poseen requerimientos particulares con relación a uno o un conjunto de variables físico-químicas, donde los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indique que las variables físico-químicas consideradas, se encuentran cerca de sus límites de tolerancia” (Rosemberg & Resh, 1993). Otros factores importantes relacionados con la distribución de la composición taxonómica como son las características propias del cuerpo de agua: profundidad, anchura, turbidez, detritos, turbulencia e inestabilidad del sustrato (arenoso, pedregoso, macrófitas acuáticas, etc.) (Galdean et al., 2001; Gómez Anaya et al., 2008).

Los factores abióticos (por ejemplo, temperatura, pH, contenido de oxígeno disuelto, solutos disueltos e hidropériodo) e interacciones bióticas (por ejemplo, depredación, competencia, parasitismo y enfermedad) determinan qué especie persistirá en cualquier ubicación determinada (Corbet, 1999). El hidropériodo juega un papel importante en la estructuración no solo de las comunidades de odonatos sino también de las comunidades acuáticas lenticas y loticas en general (Wellborn et al., 1996).

La familia Coenagrionidae, es la que presenta mayor diversidad en ambas áreas de estudio, lo cual concuerda con el hecho de que ha sido propuesta como el mejor taxón indicador de biodiversidad de invertebrados (Briers & Biggs, 2003). Otros factores que seguramente intervienen son los recursos alimentarios, actividades como la competencia, depredación, canibalismo, territorialidad, traslape y migración. Las condiciones climáticas durante períodos sensibles del ciclo de vida o los cambios en el nivel del agua en el lugar de cría también pueden causar fluctuaciones en la abundancia (Schmidt, 1978).

Especialmente cuando el hábitat es dañado por el hombre, la bioindicación puede ser importante. Tal daño generalmente causa primero una disminución en la abundancia. Algunos tipos de daños, como la reducción de la vegetación que puede favorecer temporalmente a ciertas especies más que otras (Schmidt, 1985).

La diversidad y abundancia de odonatos adultos a menudo se correlacionan positivamente con la abundancia local de vegetación, ya que aumenta la complejidad estructural del ambiente acuático (Johansson, 2000), proporciona a los adultos estructuras de percha, para termorregulación, forrajeo, defensa del territorio, atracción de pareja, cópula, posadero nocturno y protección contra condiciones climáticas adversas (Buchwald, 1992; Wildermuth, 1993; Mc Kinnon & May, 1994; Rouquette & Thompson, 2007) oviposición (Corbet, 1999; Remsburg et al., 2008).

La vegetación y otras estructuras físicas pueden interactuar con náyades de odonatos o teneralas (adultos inmaduros que han emergido recientemente del agua), ya que podría albergar tanto a los odonatos como a sus depredadores (Duffy, 1994; Whitaker et al., 2000).

Los experimentos han demostrado que las larvas de odonatos encuentran refugio frente a los depredadores en macrófitas acuáticas (Crowder & Cooper, 1982, Thompson, 1987; Dionne et al., 1990; Diehl, 1992; Remsburg et al., 2008), como posiblemente ocurre en la cascada que brinda vegetación arbórea, riparia y flotante a lo largo de las orillas durante todo el año, a diferencia de la presa que solo presenta vegetación arbórea y flotante en algunas áreas. En investigaciones posteriores, se podrían cuantificar estas estructuras para caracterizar los sitios de estudio.

Por último, los zigópteros requieren macrófitas emergentes para la oviposición endofítica, (Corbet, 1999). Las abundancias y la diversidad de odonatos podrían disminuir como consecuencia de la simplificación de la vegetación y la eliminación de macrófitas que a menudo acompaña al desarrollo de los distintos cuerpos de agua (Racey & Euler, 1982; Radomski & Goeman, 2001; Elias & Meyer, 2003; Marburg et al., 2006; Remsburg et al., 2008).

En la presa se observan en su mayoría náyades de *Aeshna interrupta*, posiblemente esta especie actúa como depredador además de acociles y peces en el área, ya que cuenta con muy poca vegetación flotante para brindar refugio a zigópteros ya que su abundancia fue menor a pesar de observar mayor número de adultos, por ejemplo; *Ischnura ramburri*.

Acciones como extracción de rocas, limpieza de las orillas (eliminando la vegetación riparia o la hojarasca acumulada entre las rocas, en las orillas o asentada en las zonas de remansos), adición de contaminantes o desechos que impidan la proliferación de algas, etc., producirán cambios (presumiblemente pérdida) de riqueza y/o abundancia (Gómez Anaya et al., 2008).

Los factores estresantes pueden no solo tener un impacto en una etapa determinada de su ciclo de vida, sino que también pueden transferirse a otras etapas a través de (efectos maternos de larva a larva adulta) o persistencia de impactos entre las etapas del ciclo de vida de larva a adulto), a excepción cuando interfiere un mecanismo de desacoplamiento, (Villalobos et al., 2016), (para una revisión detallada ver Stoks & Córdoba-Aguilar, 2012).

Toda correlación en este terreno debe ser interpretada con sus respectivas reservas, debido a que no se puede garantizar una verdadera relación causa-efecto (Gómez Anaya et al., 2008).

La mayor información sobre el efecto de la temperatura sobre aspectos biológicos y ecológicos de los Odonata proviene de ambientes lénticos o de ensayos de laboratorio; lo que sí se sabe es que la temperatura afecta la mortalidad de los huevos de varias especies de odonatos, también afecta el tiempo de eclosión, siendo menor a mayor temperatura del agua (Corbet, 1999; Gómez Anaya et al., 2008). Se sabe que la temperatura del agua (20-30°C) y la disponibilidad del alimento afectan la distribución de *Ischnura verticalis* (Coenagrionidae) en un ambiente léntico en Ontario (Baker & Feltmate, 1989).

En comparación con la temperatura de la presa (12.2-25.8 °C) y la cascada (15.6-19.2 °C), con proporciones Zygoptera: Anisoptera; Novelo-Gutiérrez et al. (2002) reportaron rangos de temperatura de 10.2 a 29.1°C (Río San Francisco) y 8.1 a 22.6 °C (El Saucillo) dos tributarios de la Hidroeléctrica de Zimapán en Hidalgo, con proporciones Anisoptera: Zygoptera (Gómez Anaya et al., 2008). Las altas temperaturas también dan como resultado baja concentración de oxígeno disuelto, lo que afecta la producción biótica de una comunidad (Allan, 1995).

Relacionado con los componentes abióticos de su ambiente, encontré que los parámetros físico-químicos del agua tanto de la presa como el de la cascada son similares. En la presa las muestras se mantuvieron neutras a ligeramente básicas a lo largo del año a pesar de que en los meses de octubre el pH obtuvo un promedio de 5.2 y en diciembre en la cascada a 4.2; los cuales se consideran ácidos y se observaron detonantes de estrés ambiental como la basura, jabón y aceite industrial. Sin embargo la variación entre los rangos de temperatura, oxígeno y turbidez pudiera ser muy estrecha, y no tener un verdadero efecto sobre la abundancia de los taxa, esto solo puede ser interpretado con mayor objetividad a partir del mayor conocimiento de la ecología y biología de las especies (Gómez Anaya et al., 2008).

En Zimapán, Hidalgo, México (Novelo-Gutiérrez et al., 2000) reportaron rangos de pH de 8.28 a 11 (río San Francisco) y de 7.72 a 10.16 (arroyo El Saucillo) sin realizar un análisis de correlación. Si la tolerancia a los cambios de pH es mayor en odonatos, esto puede ser

factor importante debido a que la mayor tolerancia se convierte en una adaptación ventajosa, que puede no eliminar a los odonatos (Gómez Anaya et al., 2008).

La concentración de oxígeno afecta el comportamiento, metabolismo y sobrevivencia de las larvas de odonatos (Corbet, 1999). Se considera que las larvas de Odonata no ocupan sitios por debajo de 9 m de profundidad en ambientes lénticos (Wright, 1943; Gómez Anaya et al., 2008). Es posible que el agua debajo de las caídas (cascadas) presente mayor oxigenación que aquella que, aunque en grandes masas y con gran velocidad, fluye por un canal ancho y sin rugosidad (Gómez Anaya et al., 2008).

En la presa el oxígeno disuelto (ppm) tuvo rangos estables: 12.9 -23.9 y la cascada de 18.5-20, mayores en comparación con Novelo-Gutiérrez et al. (2002) reportaron rangos de oxígeno (ppm) de 4.4-21.8 (río San Francisco) y 0.5-16.5 (arroyo El Saucillo), de la Presa Zimapán, Hidalgo (Gómez Anaya et al., 2008).

Muchos efectos también pueden ser indirectos como estar afectando la producción de algas, y estas a su vez la disponibilidad de herbívoros (presas) que posibilitan las poblaciones de depredadores entre las cuales están los odonatos (Gómez Anaya et al., 2008).

Finalmente, en la Presa El Tejocotal la abundancia fue mayor en los estratos: remansos y centros que en las orillas. En la cascada de Chimalapa la abundancia fue mayor en las orillas, rápidos y los remansos que en las charcas temporales. Existen diferencias importantes entre la riqueza, composición y abundancia entre centros y remansos, algunos autores consideran que sería conveniente ante la dificultad de clasificar algunas muestras en el campo, separarlas en orillas y centro estrictamente (Gómez Anaya et al., 2008).

En la Presa El Tejocotal la abundancia fue mayor en los sustratos: detrito y vegetación flotante que en detrito/arena y detrito/vegetación. En la cascada de Chimalapa la abundancia fue mayor en vegetación flotante y hojarasca que en detrito/arena.

## **7.5 Estrategias para el análisis de hábitats acuáticos**

Ahora bien se propone a futuro analizar más a fondo o desde otra perspectiva ambas localidades, ya que en estas se desarrollan distintas actividades antropogénicas. No se sabe si causan algún impacto a las comunidades de odonatos, y si es necesario elaborar estrategias para la conservación de estas áreas. Estudios en diferentes aspectos ecológicos como acumulación de metales en larvas de algunas especies (Gupta, 1995), efecto por contaminación de pesticidas (Takamura et al., 1991; Hurtado-González et al., 2001), impacto provocado por el pastoreo bovino sobre las asociaciones de odonatos adultos (Lee Foote & Rice, 2005), que son indicadores de calidad riparia (Smith et al., 2007).

Estudios de laboratorio investigaron el efecto de los insecticidas imidacloprid y E pronil en las larvas y adultos del género *Sympetrum* (Libellulidae: Odonata) y encontraron que el fipronil eliminó por completo las larvas jóvenes en concentraciones de 0.4-1.3 kg L1 (niveles de ppb) en los nueve días después del trasplante, (para una revisión detallada ver Jinguji et al., 2012).

Otro ejemplo que se podría investigar es la influencia de los agroquímicos en los odonatos. Se sabe que la aplicación intensiva de diferentes herbicidas para controlar pastos como *Echinochloa* spp. (Carey, Hoagland & Talbert, 1995) y la 2,4-D amina se usa comúnmente para malezas de hoja ancha (Ho y Cheong, 1986; Al-Shami et al., 2006). Los miembros de las familias y géneros como *Ischnura* y *Pantala* no mostraron un impacto negativo en la diversidad y abundancia de las larvas de estos grupos. Al parecer la masa de hierba muerta proporcionaría refugios y material orgánico para las presas de los odonatos, lo que llevó a un mayor número de libélulas en los hábitats (Rawi et al., 2012).

## 8. Conclusiones

En el municipio de Acaxochitlán, Hidalgo, que comprendió ambientes lótico y léntico, se colectaron un total de 20 especies en etapa adulta (15 del suborden Zygoptera y 5 Anisoptera) y de náyades de 11 especies (6 Zygoptera y 5 Anisoptera). Las curvas de acumulación de especies se estabilizaron, lo cual indicó un esfuerzo de colecta casi completo.

Podemos concluir que los valores del índice de diversidad indican que la localidad con mayor diversidad y riqueza de especies fue ambiente léntico (presa El Tejocotal). Los miembros la familia Coenagrionidae presentaron el mayor número de géneros y especies tanto en el ambiente léntico como lótico. La relación entre los parámetros físico-químicos del agua, fue ligeramente significativa únicamente con las especies más abundantes en ambos tipos de ambientes. Si bien existen otras fuentes de estrés, factores bióticos, y abióticos o parámetros diferentes que expliquen la abundancia y diversidad, se requieren más estudios para encontrar tales fuentes.

## 9. Literatura citada

- Allan, J.D. 1995. Stream Ecology: structure and function of running waters. Chapman and Hall, London, 388.
- Alonso-Eguía Lis, P. E. 2004. Ecología de las asociaciones de Odonata en el área de influencia de las microcuencas afectadas por la presa Zimapán, Querétaro e Hidalgo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México, 218.
- Alonso-Eguía, P.E., González-Soriano, E. y P. J. Gutiérrez-Yurrita. 2002. Listado y distribución de los odonatos de la cuenca del río Moctezuma, Centro-occidente de México (Insecta: Odonata). Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Fecha de consulta del documento: 27 de julio del 2018. Sitio web o URL: <file:///C:/Users/ERICK/Desktop/CITAS%20RECIENTES%20TESIS/listado%20moctezuma.pdf>
- Al-Shami, S. A., M. R., Che Salmah, M.N., Siti Azizah, A., Hassan, Abu & M. Man. 2006. Toxicity of two herbicides 2,4-D dimethylamine and bensulfuron methyl to rice field (Tokunaga) (Diptera: Chironomidae). Wetland Science. Vol. 4: No. 241, 6.
- Anderson, C. R. 2009. Do dragonflies migrate across the western Indian Ocean?. Cambridge University Press. Impreso en el Reino Unido. Doi: 10.1017 / S0266467409006087. Fecha de consulta del documento: 26 de junio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI00.017/Do%20dragonflies%20migrate%20across%20the%20western%20Indian%20Ocean.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI00.017/Do%20dragonflies%20migrate%20across%20the%20western%20Indian%20Ocean.pdf)
- Arthington, A., Conrick, D. L., D. W., Connell & Outridge, P. M. 1982. The ecology of a polluted urban creek. Australian water resources council technical paper. Australian Government Publishing Service, Canberra. No. 68.

- Bailowitz, R., Danforth, D. & Upson S. 2013. A new species from Sonora, Mexico (Odonata: Anisoptera: Gomphidae). *Zootaxa*. Vol. 3734: No. 5, 559-570. Fecha de consulta del documento: el 12 de marzo del 2015, Magnolia Press. Sitio web o URL:<http://wildsonora.com/sites/default/files/reports/erpetogomphus-molossus-a-new-species-from-sonora-mexico-odonata-anisoptera-gomphidae.pdf>
- Baker, R. L., & Feltmate, B.W. 1989. Depth selection by larval (Odonata: Coenagrionidae): effects of temperature and food *Fresh Biology*. Vol. 22, 169-175.
- Boix, D., S. Gascón, J. Sala A. Badosa, S. Brucet, R. López-Flores, D.M. Martinoy, J. Gifre & X. D. Quintana. 2008. Patterns of composition and species richness of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in Mediterranean water bodies. *Hydrobiologia*. Vol. 597, 53-69.
- Buchwald, R. 1992. Vegetation and dragonfly fauna characteristics and examples of biocenological field studies. *Vegetatio*. Vol. 101: No. 2, 99-107. Published by: Springer, 9. <https://www.jstor.org/stable/20046186>
- Briers, R. & Biggs, J. 2003. Indicator taxa for the conservation pond invertebrate diversity. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems*. Vol. 13, 323-330.
- Bybee, S., Córdoba-Aguilar, A., Duryea, M. C., Futahashi, R., Hansson, B., Lorenzo-Carballa, M. O. & Swaegers, J. 2016. Odonata (dragonflies and damselflies) as a bridge between ecology and evolutionary genomics. *The frontiers in Zoology*. Fecha de consulta del documento: octubre del 2016. Sitio web o URL:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5057408/>
- Calvert, P.1895. The odonata of Baja California. Vol. 2: No. 4, 463-558.
- Calvert, P. 1901. Odonata. In: *Goodman-Americana: Insect Neuropteran*. R.H. Porter & Dual Co., London, 17-72.
- Calvert, P.1901-1908.Odonata in: *Biology Centrali Americana. Neuroptera*. R. A. Porter, Dulau £, Co., London. Vol. 50, 86.

- Calvert, P.1942. Increase in knowledge of the Odonata fauna of México, Central America and the West Indies since 1908. Proc. Eight. Amer. Sci. Cong. Science Zoology, 323-331.
- Calvert, P.1947. The odonate collections of the California Academy of Sciences from Baja California and Tepic, México of 1889-1894. Pro. Cali. Academy Science. Vol. 23: No. 41, 603-609.
- Carey, V. F., Hoagland, R. E. & Talbert, R.E. 1995. Verification and distribution of propanil-resistant barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas. Weed Technology. Vol. 9, 366-72.
- Colwell, R. & Futuyama, D. 1971. Ecology on the measurement of niche breadth and overlap. Ecology: Vol. 52: No. 4, 567-576. Fecha de consulta del documento: marzo del 2015 Sitio web [https://www.researchgate.net/profile/Robert\\_Colwell/publication/272578676\\_On\\_the\\_Measurement\\_of\\_Niche\\_Breadth\\_and\\_Overlap/links/58a725444585150402f29c8d/On-the-Measurement-of-Niche-Breadth-and-Overlap.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Robert_Colwell/publication/272578676_On_the_Measurement_of_Niche_Breadth_and_Overlap/links/58a725444585150402f29c8d/On-the-Measurement-of-Niche-Breadth-and-Overlap.pdf)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2008. Georreferenciación de localidades de Colecciones Biológicas. Manual de Procedimientos. México, 177.
- Conrad, K.F., Willson K.H., Harvey I.F., Thomas C.J. and Sher-Ratt T.N. 1999. Dispersal characteristics of seven odonate species in an agricultural landscape. Ecography. Vol. 22, 524-531.
- Corbet, P. S. 1962. A biology of dragonflies. Witherby, London, 247.
- Corbet, P. 1963. A biology of dragonflies. Quadrangle Books, Chicago, 247.
- Corbet, P. S. 1979. (Fabricius) in New Zealand (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica. Vol. 8, 115-121.



- Corbet, P.1999. Dragonfly's behavior and ecology of Oonata. Edition First Edition, Publisher Cornell University Press, Zoology / Entomology, 9780801425929. United States, University Pess, Ithc, New York, 86.
- Corbet, P. S. 2004. Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. (Revised edition). Harley Books, Colchester, 829.
- Corbet, P. & Brooks S. 2008. Dragonflies. 1st Edition. New Naturalist. Harper Collins Publishers. London. No. 106, 454.
- Cordero, A.1992. Sexual cannibalism in the damselfly species (Odonata: Coenagrionidae). Entomologia Generalis, 17-20.
- Córdoba-Aguilar A. 2008. Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. Structure and dynamics of odonate communities: accessing habitat, responding to risk, and enabling reproduction. University Press Scholarship Online. Oxford Scholarship Online. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199230693.001.0001, 290. Fecha de consulta del documento: 27 de junio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI05.711/Crumrine,%20Switzer,%20Crowley%20%202008%20%20Structure%20and%20dynamics%20of%20odonate%20communities%20accessing%20habitat,%20responding%20to%20risk,.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI05.711/Crumrine,%20Switzer,%20Crowley%20%202008%20%20Structure%20and%20dynamics%20of%20odonate%20communities%20accessing%20habitat,%20responding%20to%20risk,.pdf)
- Córdoba-Aguilar, A. y González-Tokman, D. 2014. The behavioral and physiological ecology of adult rubyspot damselflies. Advances in the Study of Behavior. Vol. 46, 311-341.
- Crowder, L. B., & Cooper, W. E. 1982. Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. Ecology. Vol. 63, 1802-1813.
- Crowley, P.H. & Hopper, K.R. 1994. How to behave around cannibals: a density dependent dynamic game. American Naturalist. Vol. 143, 117-154.

Crumrine, W. P., Switzer, V.P. & Crowley, H.P. 2008. Structure and dynamics of odonate communities: accessing habitat, responding to risk, and enabling reproduction. Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. University Press Scholarship Online. Oxford Scholarship Online. DOI:10.1093/acprof:oso/9780199230693.003.0003. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199230693.001.0001. Fecha de consulta del documento: 27 de junio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI05.711/Crumrine,%20Switzer,%20Crowley%202008%20Structure%20and%20dynamics%20of%20odonate%20communities%20accessing%20habitat,%20responding%20to%20risk,.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI05.711/Crumrine,%20Switzer,%20Crowley%202008%20Structure%20and%20dynamics%20of%20odonate%20communities%20accessing%20habitat,%20responding%20to%20risk,.pdf)

Cuatepotzo-Durán, M. 2000. Cuaderno de Información Básica Acaxochitlán, Estado de Hidalgo, Dirección General de Planeación. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Hidalgo, 456.

Cuevas-Yañez K., Espinosa-Rivera J.C., Martínez-Falcón A. P. & Córdoba-Aguilar A. 2016. Are all Mexican odonate species documented? An assessment of species richness. Systematics and Biodiversity. London. DOI: 10.1080/14772000.2016.1249529. Vol. 15: No. 3, 253-258, Fecha de consulta del documento: 5 marzo del 2017. Sitio web o URL: [https://www.researchgate.net/profile/Alex\\_Cordoba-Aguilar/publication/311733828\\_Are\\_all\\_Mexican\\_odonate\\_species\\_documented\\_An\\_assessment\\_of\\_species\\_richness/links/5a8d615e45851589e3071580/Are-all-Mexican-odonate-species-documented-An-assessment-of-species-richness.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alex_Cordoba-Aguilar/publication/311733828_Are_all_Mexican_odonate_species_documented_An_assessment_of_species_richness/links/5a8d615e45851589e3071580/Are-all-Mexican-odonate-species-documented-An-assessment-of-species-richness.pdf)

Da Rocha, J., De Almeida, J., Lins, G., & Durval, A. 2010. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. Holos environment. Vol. 10: No. 2, 250-262.

Diehl, S. 1992. Fish predation and benthic community structure: the role of omnivory and habitat complexity. Ecology. Vol. 73, 1646-1661.

- Dijkstra, K., Bech, L. Y., Bybee, S., Dow, R., Dumont, H., Fleck, G., Garrison, R., Hämäläinen, M., Kalman, V., Karube, H., May, M., Gorr, A., Paulson, D., Rehn, A.C., Theischinger, G., J., Trueman, J., Van Tol, N., Von, Ellenrieder & J., Ware. 2013. The classification and diversity of dragon-flies and damselflies (Odonata). In: Zhang, Z.-Q. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*. Vol. 3703, 36-45. Fecha de consulta del documento: 2 de mayo del 2015. Sitio web o URL: <http://www.mapress.com/zootaxa/2013/f/zt03703p045.pdf>
- Dionne, M., Butler, M. & Folt, C. 1990. Plantspecific expression of antipredator behavior by larval damselflies. *Oecologia*. Vol. 83, 371-377.
- Dobzhansky, T. 1951. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press Nueva York, 580.
- Duffy, W. G. 1994. Demographics of *Lestes disjunctus disjunctus* (Odonata, Zygoptera) in a riverine wetland. *Canadian Journal of Zoology*. Vol. 72, 910-917.
- Elias, J.E., & Meyer, M. W. 2003. Comparisons of undeveloped and developed shorelands, northern Wisconsin, and recommendations for restoration. *Wetlands*. Vol. 23, 800-816.
- Escoto-Moreno, Márquez, J. y Novelo-Gutiérrez. 2014. Los odonatos (Insecta: Odonata) del estado de Hidalgo, México: situación actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 85, 1043-1053. DOI: 10.7550/rmb.46314. Fecha de consulta del documento: 6 de marzo 2015. Sitio web o URL: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85n1/v85n1a20.pdf>
- Escoto-Moreno J. A., Márquez-Luna J., Novelo-Gutiérrez R., I. Mayer-Goyenechea y J. Escoto-Rocha. 2017. LIBÉLULAS (INSECTA: ODONATA), 267-298. En Ramírez-Bautista, A., A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (Eds.). *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo I. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Pachuca de Soto, Hidalgo. Fecha de consulta del documento: 27 de julio del 2018. Sitio web o URL:

- Feng, H. Q. W., Cheng, D. F. & Guo, Y. 2006. Nocturnal migration of dragonflies over the Bohai Sea in northern China. *Ecological Entomology*. Vol. 31, 511-520.
- Ferreras-Romero, M., Marquez-Rodriguez, J. & Ruiz-Garcia, A. 2009. Implications of anthropogenic disturbance factors on the Odonata assemblage in a Mediterranean fluvial system. *Int. J. Odonatology*. Vol. 12, 413-428.
- Fincke, O. 1984. Giant damselflies in a tropical forest: reproductive biology of *Megaloprepus caerulatus* with notes on *Mecistogaster*. *Adv. Odonatology*. Vol. 2, 13-2.
- Fragoso-López, N., Chagoya-Fuentes, J. y Raya-Cruz, B. 2017. Comparación del cambio de cobertura y uso de suelo a través de Sistemas de Información Geográfica en Acaxochitlán, Hidalgo. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias biológicas y Agropecuarias. Vol. 12: No. 8, 70-72. Fecha de consulta del documento: 9 de junio del 2018. Sitio web o URL: <file:///C:/Users/ERICK/Desktop/CITAS%20RECIENTES%20TESIS/FragosoLopez.pdf>
- Fraser, F. C. 1924. A survey of the Odonata (dragonfly) fauna of western India with special remarks on the genera *Macromia* and *Idionyx* and descriptions of thirty new species. *Records of the Indian Museum*. Vol. 26, 423-522.
- Fraser, F. C. 1936. Odonata. The Fauna of British India including Ceylon and Burma. Taylor and Francis, London. Vol. 3, 461.
- Fraser, F. C. 1954. The origin and relationships of the odonate fauna of the Belgian Congo. *Annales du Musée du Congo Belge, Tervuren, Miscellanea Zoologica*. Vol. 1, 368-370.
- Galdean, N., Callisto, M. & Barbosa, F. A. 2001. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal ecosystems of Serra the Cipo (MG, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 61, 239-248.

- Garrison, R. W. 1991. A synonymic list of the New World Odonata, Argia. Vol. 3: No. 2, 1-30.
- Garrison, R. W., Von Ellenrieder, N. & Louton, J.A. 2010. The damselfly genera (Odonata: Zygoptera) of the New World: An illustrated and annotated key. The Johns Hopkins University Press.
- Georreferenciación de las localidades biológicas. 2008. Manual de procedimientos, comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Autores, varios, Primera edición, Dirección General de Bioinformática, Dirección de Geomántica. Subdirección de Sistemas de Información Geográfica, México D.F.
- Girgin, S., Kazanci, N. & Dugel, M. 2010. Relationship between aquatic insects and heavy metals in an urban stream using multivariate techniques. Int. J. Environment. Science. Technology. Vol. 7, 653-664.
- Gómez-Anaya, J., Novelo-Gutiérrez R. y Arce-Pérez, 2000. Odonata de la zona de influencia de la central hidroeléctrica. Ing. Fernando Hiriart Balderrama (Ph Zimapán), Hidalgo, México. Folia Entomológica Mexicana. Vol. 108, 1-34.
- Gómez-Anaya, J. y Novelo-Gutiérrez R. 2008. Ecología de ensamblajes de larvas de Odonata (insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Calcoman, Michocan, Mexico. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, 332. Fecha de consulta del documento: 8 de mayo del 2016. Sitio web o URL: <file:///C:/Users/ERICK/Desktop/CITAS%20RECIENTES%20TESIS/CITAS%20REVISADAS%20DE%20AGOSTO%202018/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.2004.pdf>
- Gómez-Anaya, J., Novelo-Gutiérrez, R. y William-Bruce, C. 2011. Diversity and distribution of Odonata (Insecta) larvae along an altitudinal gradient in Coalcomán mountains, Michoacán, México. Revista de Biología Tropical. Vol. 59, 1559-1577.

Gómez-Tolosa, M. L., Mendoza-Cuenca, L. F., Rioja-Paradela, T. M., Espinoza-Medinilla, E. E., Alonso-Eguía-Lis, P. E., Rivera-Velázquez, G., Penagos-García, F. E., Pérez-Munguía, R. M., Ortega-Salase, H., M., Gómez-Cristiania y R. B., Gómez-Gutiérrez. 2014. Revista Mexicana de Biodiversidad. Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol. 86, 41-47. Fecha de consulta del documento: 27 de julio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/Desktop/CITAS%20RECIENTES%20TESIS/\(PDF\)%20Odonata%20\(Insecta\)%20de%20tres%20cuencas%20en%20la%20costa%20de%20Chiapas%20%20Lista%20de%20especies%20y%20registro%20nuevo.htm](file:///C:/Users/ERICK/Desktop/CITAS%20RECIENTES%20TESIS/(PDF)%20Odonata%20(Insecta)%20de%20tres%20cuencas%20en%20la%20costa%20de%20Chiapas%20%20Lista%20de%20especies%20y%20registro%20nuevo.htm)

González-Soriano, E. 1991. A new species of *Amphipteryx* Selys, 1853 from Oaxaca, México (Zygoptera: Amphipterygidae). *Odonatologica*. Vol. 20: No.4, 465-470.

González-Soriano, E. 1999. *Brechmorhoga latialata* new specie from Mexico (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*. Vol. 28, 83-86. Fecha de consulta del documento: 17 de febrero del 2016. Sitio web o URL: <https://eurekamag.com/research/011/083/011083642.php>

Gonzalez Soriano, E. 2007. Odonata de México: situación actual y perspectivas de estudio, Departamento de Zoología Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.

González-Soriano, E. 2012. *Argia mayi*, a new species from México (Zygoptera: Coenagrionidae). *Organism Diversity & Evolution*. DOI 10.1007/s13127-012-0078-2.

González-Soriano, E., Noguera, F. & Oñate-Ocaña, L. 2011. A biodiversity hotspot for odonates in Mexico: The Huasteca Potosina, San Luis Potosí. *Odonatologica*. Vol. 40, 179-190.

- González-Soriano, E. y Novelo-Gutiérrez., R. 1996. Odonata. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, J. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). UNAM-Conabio, México, D. F., 147-167.
- González-Soriano, E. and Novelo-Gutiérrez, R. 1998. *Oplonaeschna magna* sp. Nov. (Odonata: Aeshnidae), from Mexico with a description of its larva. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 46, 705-715.
- González-Soriano, E. y Novelo-Gutiérrez, R. 2014. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Biodiversidad de Odonata en México*. Instituto de Biología, Departamento de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México, Supla. Vol. 85, S243-S251. D. F., México  
Fecha de consulta del documento: 8 de mayo del 2016. Sitio web o URL:  
<http://www.redalyc.org/pdf/425/42529679043.pdf>
- González-Soriano, E. and Von Ellenrieder N. 2009. What is *Amphipteryx agrioides* Selys 1853 (Odonata: Amphipterygidae). *Zootaxa*. Vol. 2074, 61-64.
- Gliller, P. S. 1984 *Community structure and the niche*. Chapman and Hall Ed. London. Online, 176. Fecha de consulta del documento: 9 de agosto del 2016. Sitio web o URL:  
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-5558-5>
- Grimaldi, D. & Engel, M. S. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York, 755.
- Gupta, A. 1995. Metal accumulation and loss by *Crocothemis servilia* (Drury) in a small lake in shilling, northeastern India (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*. Vol. 24: No. 3, 283-289.
- Hassall, C. & Thompson, D. J. 2008: The effects of environmental warming on Odonata: a review. *Int. J. Odonatology*. Vol. 11, 131-153.
- Hellawell, J. M. 2012. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Springer Science and Business Media.

- Hernández-Salinas, U. 2009. Estudio herpetofaunístico del estado de Hidalgo, México. Tesis, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, 152.
- Ho, N. P., & Cheong, A. W. 1986. Performance of five peremerger herbicides in pre and post seeding application in Muda. *Technology Padi Jil*. Vol. 2. No. 2, 7-12
- Hurlbert, S.H. 1978. The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. Published by: Wiley on behalf of the Ecological Society of America. DOI: 10.2307/1936632. *Ecology*. Vol. 59: No. 1, 67-77. Fecha de consulta del documento: 04 de septiembre del 2017. Sitio web o URL: [https://www.jstor.org/stable/1936632?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1936632?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Hurtado-González, S., M. A. Rico & P. J. Gutiérrez-Yurrita. 2001. Efecto del Malatión (insecticida organofosforado) sobre los insectos acuáticos de los afluentes de la Presa Zimapán, Querétaro-Hidalgo. XXX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Monterrey, Nuevo León.
- INEGI. 1997. Acaxochitlán Estado de Hidalgo. Cuaderno Estadístico Municipal. Fecha de consulta del documento: 3 de junio del 2018. Sitio web o URL: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825926168/702825926168\\_1.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825926168/702825926168_1.pdf)
- Janssens, L., Dinh Van, K. & Stoks, R. 2014. Extreme temperatures in the adult stage shape delayed effects of larval pesticide stress: A comparison between latitudes. *Aquat. Toxicology*. Vol. 148, 74-82.
- Janzen, D. H., & T. W. Schoener. 1968. Differences in insect abundance and diversity between more humid and drier sites during a tropical dry season. *Ecology*. Vol. 49, 96-110.
- Jara, C. 2002. Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Memoria de título entregada a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, para optar al Título Profesional de Biología mención en Medio Ambiente, 30.



- Jinguji, H., Thuyet, D., Ueda, T. & Watanabe, H. 2012. Effect of imidacloprid and fipronil pesticide application on *Sympetrum infuscatum* (Libellulidae: Odonata) larvae and adults. Paddy and Water Environment, in press, DOI: 10.1007/s10333-012-0317-3.
- Johansson, F. 2000. The slow life style characteristics in a suite of six species of odonate larvae. *Freshwater Biology*. Vol. 43, 149-159.
- Johansson, F., Englund, G., Brodin, T., & Gardfjell, H. 2006. Species abundance models and patterns in dragonfly communities: effects of fish predators. *Oikos*. Vol. 114, 27-36.
- Jojoa, M., Díaz, S., Rudas, E. y Escoba, D. 2014. Descripción y estructura de los parámetros para la georreferenciación de localidades en colecciones biológicas: Un documento de apoyo al taller de Georreferenciación de localidades en colecciones biológicas Instituto Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales., Bogotá D.C., Colombia, 20.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K. D. B., Orr, A. G., Paulson, D., & J. R. Van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies. (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*. Vol. 595, 351-363.
- Kauppinen, J. & Mappes, J. 2003. Why are wasps so intimidating: field experiments on hunting dragon-flies (Odonata: *Aeshna grandis*). *Animal Behaviour*. Vol. 66, 505-511.
- Kumar, A. 1984. On the life history of *Pantala flavescens* (Fabricius) (Libellulidae: Odonata). *Annals of Entomology*. Vol. 2, 43-50.
- Knight, T. M., M. C., Coym, W., Chase, J. M., M. C., Coy, K. A. & Holt, R. D. 2005. Trophic cascades across ecosystems. *Nature*. Vol. 437, 880-883.
- Larsen, J. B. 1987. A migration of *Pantala flavescens* (Fabr.) in South India (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae Odonatologicae*. Vol. 2, 154.
- Lee-Foote, A. & Rice-Hornung, CH. L. 2005. Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology*. Vol. 30, 273-283.

- Lohmann, H. 1996. Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata) Deutsche Entomologische Zeitschrift. Vol. 106, 209-266.
- Lombardo, P. 1997. Predation by *Enallagma* nymphs (Odonata, Zygoptera) under different conditions of spatial heterogeneity. Hydrobiology. Vol. 356, 1-9.
- Marburg, A. E., Turner, M. G. & Kratz, T. K. 2006. Natural and anthropogenic variation in coarse wood among and within lakes. Journal of Ecology. Vol. 94, 558-568.
- Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendas, L. C., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., y Cánovas, A. M. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. Universidad de ciencias médicas de la Habana, Ciudad de la Habana Cuba. Revista Habanera de ciencias médicas, Vol. 8, Numero 2. E-ISSN: 1729-519X. Fecha de consulta del documento: 3 de agosto del 2017. Sitio web o URL <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414044017>
- McKinnon, B. & May, M. L. 1994. Mating habitat choice and reproductive success of *Pachydiplax longipennis* (Burmeister). (Anisoptera: Libellulidae). Advances in Odonatology. Vol. 6, 59-77.
- Mc Peek, M. A. 2004. The growth/predation risk trade-off: so what is the mechanism? American Naturalist. Vol. 163, E88-E111.
- Miller, J.C. 1980. Ecology Niche Relationships among parasitic insects occurring in a temporary hábitad. Vol. 61: No. 2, 270-275. Fecha de consulta del documento: 3 de agosto del 2016. Sitio web o URL: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2307/1935185>
- Morin, P. J. 1984. The impact of fish exclusion on the abundance and species composition of larval odonates: results of short-term experiments in a North Carolina farm pond. Ecology. Vol. 65, 53-60.
- Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and Caribbean islands based on pan biogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. Annual

Review of Entomology. Vol. 51, 467-494. Fecha de consulta del documento: 7 de agosto del 2015. Sitio web o URL: <http://phthiraptera.info/Publications/47263.pdf>

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad, M & T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. Vol. 1. Fecha de consulta del documento: 3 de junio del 2018. Sitio web o URL: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Muñoz-López E., Hernández, J. C. y Coln, J. 2004. Georreferenciación de las localidades de colectas biológicas. Biodiversitas, boletín de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO. Vol. 54, 8-15. Fecha de consulta del documento: 8 de septiembre del 2016. Sitio web o URL: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv54art2.pdf>

Murdoch, W. W., Evans, F. C. & Peterson, C. H. 1972. Diversity and pattern in plants and insects. Ecology. Vol. 53, 819-829. Fecha de consulta del documento: 2 de enero del 2016. Sitio web o URL: <file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Murdoc%20et%20al%201972%20insect%20plant%20diversity-1-1.pdf>

Needham-Minter, J. G., Westfall, J. Jr. & Michael, L. 2000. Dragonflies of North America, 2da. Edición, 658.

Needham-Minter, J. G., Westfall, J. Jr., & Michael, L. 2006. Damselflies of North America, 2da. Edición, 502.

Nagel, H. G. 1977. Analysis of invertebrate diversity in a mixed prairie ecosystem. J. Kansas Entomology. Soc. Vol. 52: No. 4, 777-786.

Novelo-Gutiérrez, R. 1995. The larva of Amphipteryx and a reclassification of Amphipterygidae sensu lato, based upon the larvae (Zygoptera). Odonatologica. Vol. 24: No. 1, 73-87. Fecha de consulta del documento: 5 de noviembre del 2016. Sitio web o URL: <http://bionames.org/references/0708d37cc61c0e3c30dbe3e1f0348be3>

- Novelo-Gutiérrez, R. 2007. *Progomphus lamberto* (Odonata, Anisoptera, Gomphidae), a new species from Mexico. *Poc. Of Entomol. Soc. of Wash.* Vol. 109: No. 4, 791-797. Fecha de consulta del documento: 8 de abril del 2015. Sitio web o URL: [https://www.researchgate.net/publication/292000228\\_Progomphus\\_lamberto\\_i\\_Odonata\\_Anisoptera\\_Gomphidae\\_a\\_new\\_species\\_from\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/292000228_Progomphus_lamberto_i_Odonata_Anisoptera_Gomphidae_a_new_species_from_Mexico)
- Novelo-Gutiérrez, R. & Peña-Olmedo. 1991. Odonata from northern mountain range of Hidalgo State, Mexico. *Notulae Odonatologicae.* Vol. 3, 113-136. Fecha de consulta del documento: 12 de mayo del 2015. Sitio web o URL: [https://www.researchgate.net/publication/323178696\\_Odonata\\_from\\_the\\_cloud\\_forests\\_of\\_Hidalgo\\_State\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/323178696_Odonata_from_the_cloud_forests_of_Hidalgo_State_Mexico)
- Novelo-Gutiérrez R. & Garrison, W. 1999. *Erpetogomphus erici* specie new from Mexico and description of the male of *E. agkistrodon* Garrison (Anisoptera: Gomphidae). *Odonatologica.* Vol. 28, 171-179.
- Novelo-Gutiérrez, R., J.A. Gómez-Anaya & R. Arce-Pérez. 2002. Community structure of Odonata larvae in two streams in Zimapán, Hidalgo, Mexico. *Odonatologica.* 31, 273-286.
- Orduña-Jaramillo, E. 2010. Base de datos histórica de localidades de la República Mexicana para georeferenciar colectas biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de ingeniería, México D.F.
- Orians, G. H. & Horn, H. S. 1969. Overlap in foods and foraging of four species of blackbirds in the potholes of central Washington. *Ecology.* Vol. 50, 930-938.
- Paulson, D. 1982. Odonata In. *Aquatic Biota of México, Central America and the West Indies.* S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa eds., San Diego State University, San Diego, California, 249-277.
- Papavero, N. y Llorente, J. C. 1999. *Herramientas prácticas para el ejercicio de la taxonomía zoológica (Colecciones, Bibliografía, Ilustración y Nomenclatura).* Fondo de Cultura Económica, 320.

- Peña-Olmedo, J. 2001. Odonatofauna de la región occidental del estado de Hidalgo (Insecta: Odonata). Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 146.
- Peña-Olmedo, J. y Novelo-Gutiérrez, R. 1993. Los odonatos del estado de Hidalgo (Insecta: Odonata), En Villavicencio, M. A., Y. Marmolejo y B. E. Pérez Escandón (Eds.), Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo. Centro de Investigación Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, Pachuca, México, 111-142.
- Pieleu, E. C. 1975. Ecology diversity. Wiley Ed. Nueva York, 165. Fecha de consulta del documento: 3 de mayo del 2015. Sitio web o URL: <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.1.0174b>
- Pimentel, D. & Wheeler, A. G. Jr. 1973. Species and diversity of arthropod in the alfa community. Environment Entomology. Vol. 2: No. 4, 659-667.
- Pryke, J. S. & Samways, M. J. 2008. Conservation of invertebrate biodiversity on a mountain in a global biodiversity hotspot, Cape Floral Region. Biodiversity Conservation. DOI 10.1007/s10531-008-9414-4.
- Proctor, E., Blum, S. & Chaplin, G. 2004. A Software tool for retrospectively georeferencing specimen localities using Arc View. Georeferencing Natural History Collection Localities, California Academy of Science.
- Racey, G. D. & Euler, D. L. 1982. Small mammal and habitat response to shoreline cottage development in central Ontario. Canadian Journal of Zoology. Vol. 60, 865-880.
- Radomski, P. & Goeman, T. J. 2001. Consequences of human lakeshore development on emergent and floating-leaf vegetation abundance. North American Journal of Fisheries Management. Vol. 21, 46-61.
- Ramírez, A. 2010. Odonata. Revista de Biología Tropical. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. ISSN: 0034-7744. Capítulo 5. Vol. 58, No. 4:97-136. Fecha

de consulta del documento: 04 de junio del 2015. Sitio web o URL:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44922967005>

Ramírez, A., Altamiranda-Saavedra, M., Gutiérrez-Fonseca, P. & Springer, M. 2011. The Neotropical damselfly: new larval descriptions and a comparative analysis of larvae of known species (Odonata: Polythoridae). *International Journal of Odonatology*. Vol. 14, 249-256.

Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino-Moreno, C. Márquez-Mayaudon, F. Rincón-Valdez, M. Alvarado-Pérez, E. Escamilla-Prado & H. Bourges-Rodríguez. 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. *Journal of Ethnobiology*. Vol. 4, 61-72.

Rawi, C.S. Md, Abdo Al-Shami, S., Ruddin A.S. Md, A.H., Ahmad & A. Man. 2012. Effects of herbicides on Odonata communities in a rice agroecosystem. School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, Minden, Penang, Malaysia; Malaysian Agriculture Research Institute, Bertam, Seberang Perai, Malaysia. *Toxicological & Environmental Chemistry*. Vol. 94: No. 6, 1188-1198. Fecha de consulta del documento: 26 de junio del 2018. Sitio web o URL:  
[file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI62.1054/Effects%20of%20herbicides%20on%20Odonata.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI62.1054/Effects%20of%20herbicides%20on%20Odonata.pdf)

Rehfeldt, G. 1992. Impact of predation by spiders on a territorial damselfly (Odonata, Calopterygidae). *Oecologia*. Vol. 89, 550-556.

Rensburg, A. J. & Turner M. G. 2008. Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. Source: *Journal of the University of Wisconsin-Madison, Department of Zoology, Madison, Wisconsin 53706, USA*. J. N. DOI: 10.1899/08-004.1. Vol. 28: No. 1, 44-56. Fecha de consulta del documento: 12 de julio del 2018. Sitio web o URL:  
[file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI01.664/Rensburg,%20Turner%20-%202009%20-%20Aquatic%20and%20terrestrial%20drivers%20of%20dragonfly%20\(Odonata\)%20assemblages%20within%20and%20among%20north-tempera.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI01.664/Rensburg,%20Turner%20-%202009%20-%20Aquatic%20and%20terrestrial%20drivers%20of%20dragonfly%20(Odonata)%20assemblages%20within%20and%20among%20north-tempera.pdf)

- Richardson, R. E. 1925. Illinois River bottom fauna in 1923. *Bulletin of the Illinois Natural History Survey*. Vol. 15, 391-422.
- Rojas-Avalos, N. 2006. Georreferenciación de las localidades biológicas de angiospermas mexicanas. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa, México D.F.
- Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, 488.
- Rouquette, J. R. & Thompson, D. J. 2007. Roosting site selection in the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale* and implications for habitat design. *Journal of Insect Conservation*. Vol. 11, 187-193.
- Sahlén & Ekestubbe, 2001. Identification of dragonflies (Odonata) as indicators of general species richness in boreal forest lakes. *Biodiversity and Conservation* Vol. 10 No. 5, 673-690. DOI: 10.1023/A:1016681524097 Fecha de consulta del documento: 27 de julio del 2018. Sitio web o URL: [https://www.researchgate.net/publication/227119237\\_Identification\\_of\\_dragonflies\\_Odonata\\_as\\_indicators\\_of\\_general\\_species\\_richness\\_in\\_boreal\\_forest\\_lakes](https://www.researchgate.net/publication/227119237_Identification_of_dragonflies_Odonata_as_indicators_of_general_species_richness_in_boreal_forest_lakes)
- Santos, N. D. 1981. Odonata. In Hurlbert, S. H., Rodríguez, G., & Santos, N. D. *Aquatic biota of tropical South America. Part 1: Arthropoda*, San Diego State University, Press, California, 64-85.
- Samways, M. J., & Steytler, N. S. 1996. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation*. Vol. 78: No. 3, 279-288. Fecha de consulta del documento: 7 de febrero del 2016. Sitio web o URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320796000328>
- Sass, G. G. 2004. Fish community and food web responses to a whole-lake removal of coarse woody habitat. PhD Thesis, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- Scher & Thiéry, 2005. Odonata, Amphibia and environmental characteristics in motorway stormwater retention ponds. *Hydrobiologia* Université de Provence, Laboratoire de

Biologie Animale, E.R. Biodiversité et Environnement, Case 18,13331 Marseille, France. Ecology and Disturbances of Aquatic Systems. DOI 10.1007/s10750-005-4464-z. Fecha de consulta del documento: 10 de octubre del 2016. Sitio web o URL: [https://www.researchgate.net/publication/226137513\\_Odonata\\_Amphibia\\_and\\_Environmental\\_Characteristics\\_in\\_Motorway\\_Stormwater\\_Retention\\_Ponds\\_Southern\\_France](https://www.researchgate.net/publication/226137513_Odonata_Amphibia_and_Environmental_Characteristics_in_Motorway_Stormwater_Retention_Ponds_Southern_France)

Schmidt, E. 1978. Die Verbreitung der Kleinlibelle *Coenagrion armatum* Charpentier. 1840. In Nord west Deutschland (Odonata: Coenagrionidae). Drosera. Vol. 78: No. 2, 39-42.

Schmidt, E. 1985. Habitat inventarization, characterization and bioindication by a representative Spectrum of Odonata Species (RSO). Seminar für Biologie und ihre Didaktik, Pädagogische Fakultät, Rheinische Friedrich--Wilhelms-Universität, Römerstrasse, Federal Republic of Germany. Odonatologica. Vol. 14: No. 2, 127-133. Fecha de consulta del documento: 12 de julio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI03.276/Schmidt%20-%201985%20-%20Habitat%20inventarization,%20characterization%20and%20bioindication%20by%20a%20%20quot%20Representative%20Spectrum%20of%20Odonata%20Species%20\(RSO\).pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI03.276/Schmidt%20-%201985%20-%20Habitat%20inventarization,%20characterization%20and%20bioindication%20by%20a%20%20quot%20Representative%20Spectrum%20of%20Odonata%20Species%20(RSO).pdf)

Schultz, 2009. Theory of Occupational Adaptation. In Crepeau, E.B, Cohn, E.S. & Schell. B.A. 2009. Willard's & Spackman's Occupational Therapy. 11th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Fecha de consulta del documento: 10 de mayo del 2015. Sitio web o URL: [https://vula.uct.ac.za/access/content/group/9c29ba04-b1ee-49b9-8c85-9a468b556ce2/Framework\\_2/pdf/Theory%20of%20Occupational%20Adaptation.pdf](https://vula.uct.ac.za/access/content/group/9c29ba04-b1ee-49b9-8c85-9a468b556ce2/Framework_2/pdf/Theory%20of%20Occupational%20Adaptation.pdf)

Simaika, J. P. & Samways, M. J. 2009. An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing freshwater sites and for assessing habitat quality. Biodiversity of the Conservation. Vol. 18, 1171-1185. Fecha de consulta del documento: 13 de agosto del 2016. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/Downloads/simaika\\_easy\\_2009.pdf](file:///C:/Users/ERICK/Downloads/simaika_easy_2009.pdf)

Smith, J., Samways, M. J. & Taylor, S. 2007. Assessing riparian quality using two complementary sets of bioindicators. Biodiversity of the Conservation. Vol. 16, 2695-2713.



- Stoks, R. 2001. Food stress and predator-induced stress shape developmental performance in a damselfly. *Oecologia*. Vol. 127: No. 2, 222-229. Fecha de consulta del documento: 18 de noviembre del 2016. Sitio web o URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s004420000595>
- Stoks, R., & Córdoba-Aguilar, A. 2012. Evolutionary ecology of Odonata: a complex life cycle perspective. *Annual review of entomology*. Vol. 57, 249-265. Fecha de consulta del documento: 13 de noviembre del 2017. Sitio web o URL: <https://bio.kuleuven.be/eeb/ldm/ecosocevo/docs/sca-2012.pdf>
- Suhling, F., Schenk, K., Padeffke, T. & A., Martens. 2004. A field study of larval development in a dragonfly in African desert ponds (Odonata). *Hydrobiology*. Vol. 528, 75–85.
- Takamura, K., Hatakeyama, S. & Shiraishi, H. 1991. Odonata larvae as an indicator of pesticide contamination. *Appl. Entomology Zoology*. Vol. 26, 321-326.
- Thompson, D. J. 1987. Regulation of damselfly populations: the effects of weed density on larval mortality due to predation. *Freshwater Biology*. Vol. 17, 367-371.
- Vega-Badillo, V. 2012. Regionalización biogeográfica del estado de Hidalgo, con base en un análisis de parsimonia de endemismos de las especies de Coleoptera (Insecta). Tesis, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mineral de la Reforma, 117.
- Vick, G. S. 1989. List of the dragonflies recorded from Nepal, with a summary of their altitudinal distribution. *Opuscula Zoologica Fluminensia*. Vol. 43: No. 358, 1-21.
- Villalobos-Jiménez, G., Dunn, A. M. & Hassall, C. 2016. Dragonflies and damselflies (Odonata) in urban ecosystems: A review. *European Journal of Entomology*. School of Biology, University of Leeds, Woodhouse Lane, LS2 9JT, Leeds, United Kingdom. Doi: 10.14411/eje.2016.027. *Eur. J. Entomology*. Vol. 113, 217-232. Fecha de consulta del documento: 26 de junio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI12.50364/Villalobos%20&%20Hassall%20Dragonflies%20and%20damselflies%20in%20urban%20ecosystems.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI12.50364/Villalobos%20&%20Hassall%20Dragonflies%20and%20damselflies%20in%20urban%20ecosystems.pdf)

- Watson, J. A. L. 1982. A truly terrestrial dragonfly larva from Australia. *J. Aust. Entomology Society*. Vol. 21, 309-311.
- Watson J. A. L., A. H., Arthington & Conrick, D. L. 1982. Effect of Sewage Effluent on Dragonflies (Odonata) of Bulimba Creek, Brisbane. Division of Entomology, Canberra City, A.C.T. 2601. School of Australian Environmental Studies, Griffith University, Nathan, Qld 41 11. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* Vol. 33, 517-28. Fecha de consulta del documento: 27 de julio del 2018. Sitio web o URL: [file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar\\$DI00.679/Watsona,%20Conrickb,%20Watson,%20J.A.L.,%20Arthington,%20A.H.%20&%20Conrick%20-%201982%20-%20Effect%20of%20Sewage%20Effluent%20on%20Dragonflies%20\(Odonata\)%20of%20Bulimba%20Cre.pdf](file:///C:/Users/ERICK/AppData/Local/Temp/Rar$DI00.679/Watsona,%20Conrickb,%20Watson,%20J.A.L.,%20Arthington,%20A.H.%20&%20Conrick%20-%201982%20-%20Effect%20of%20Sewage%20Effluent%20on%20Dragonflies%20(Odonata)%20of%20Bulimba%20Cre.pdf)
- Wellborn, G. A., Skelly, D. K., & Werner, E. E. 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annual review of ecology and systematics*. Vol. 27, 337-363.
- Wieczorek, J. G. 2001. Georeferencing guidelines. Manis Mammal Networked Information System. Distribución interna University of California, Berkeley. CA.
- Wieczorek, J., Qinghua, G. & Hijmans, R. J. 2003. The point-radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. Distribución interna. *Geographical Information Science*.
- Wieczorek, J., Qinghua, G. & Hijmans, R. J. 2004. The pointradius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. Distribución interna. *Geographical Information Science*. Vol. 18: No. 8, 745-767.
- Wildermuth, H. 1993. Habitat selection and oviposition site recognition by the dragonfly *Aeshna juncea* (L.): an experimental approach in natural habitats (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica*. Vol. 22, 27-44.
- Witkowski, Z. 1978. Correlates of stability and diversity in weevil communities. *Oecologia*. Vol. 37, 85-92.

- Whitaker, D. M., Carroll, A. L. & Montevecchi, W.A. 2000. Elevated numbers of flying insects and insectivorous birds in riparian buffer strips. *Canadian Journal of Zoology*. Vol. 78, 740-747.
- Wissinger, S. A. 1988. Spatial distribution, life history and estimates of survivorship in a fourteen-species assemblage of larval dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Freshwater Biology*. Vol. 20, 329-340.
- Wojtusiak, J. 1974. A dragonfly migration in the high Hindu Kush (Afghanistan), with a note on high altitude records of *Aeshna juncea mongolica* Bartenev, and *Pantala flavescens* (Fabricius) (Anisoptera: Aeshnidae, Libellulidae). *Odonatologica*. Vol. 3, 137-142.
- Wright, M. 1943. The effect of certain ecological factors on dragonfly nymphs. *J. Tennessee Academy Science*. Vol. 18, 172-196.
- Zuccaro, G. & Bulla, L. 1985. Estudio comparativo de la entomofauna en cuatro sabanas venezolanas. *Acta Científica Venezolana*. Vol. 36: No. 5-6, 365-372.

**Anexo 1**



**1. 2.**



**3.**



**4. 5. 6.**



**7. 8. 9.**



**10.**



**11.**



**12.**

Anexo 1. Ejemplares en estado adulto, colectados en la presa el Tejocotal en el periodo junio 2015- abril 2016. 1. *Ischnura denticollis* (♂), 2. *Ischnura posita atezca* (♂), 3. *Ischnura ramburri* (♀), 4. *Ischnura dermosa* (♀), 5. *Enallagma semicircularare* (♂), 6. *Enallagma praevarum* (♂), 7. *Enallagma civile* (♂), 8. *Hesperagrion heterodoxum* (♂), 9. *Argia frequentula* (♀), 10. *Aeshna interrupta* (♂), 11. *Pantala flavecens* (♀), 12. *Paltothemis lineatipes* (♀).

## Anexo 2



1. A



1. B



2.



3.



4.

5



6.

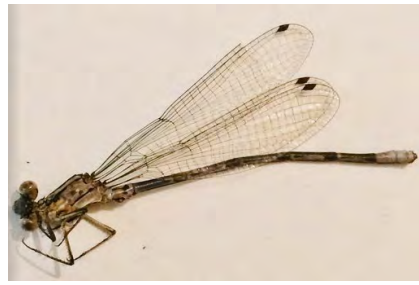


8.7.

8.



7.



11.

9. 10.



12. 13.

14.



16.



15. 17.



Anexo 2. Ejemplares en estado adulto, colectados en la cascada de Chimalapa en el periodo junio 2015- abril 2016. 1. *Rhionaeshna Multicolor* A. (♂) B. (♀), 2. *Telebasis salva* (♀), 3. *Ischnura ramburri* (♂), 4. *Ischnura denticollis* (♀) (♂), 5. *Telebasis salva* (♂), 6. *Hetaerina vulnerata* (♂), 7. *Hetaerina vulnerata* (♀), 8. *Enallagma civile* (♂), 9. *Ischnura ramburri* (♀), 10. *Argia frequentula* (♂), 11. *Hesperagrion heterodoxum* (♂), 12. *Argia fumipennis* (♀), 13. *Argia sedula* (♂), 14. *Aeshna interrupta* (♂), 15. *Acanthagrion quadratum* (♂) (♀), 16. *Argia plana* (♂), 17. *Sympetrum illotum* (♂).

### Anexo 3



1. 1. A 2. 2. A



3. A

4. 4. A

3.

Anexo 3. Ejemplares en estados inmaduros, colectados en la presa el Tejocotal en el periodo junio 2015- abril 2016. 1. *Aeshna interrupta* A. prementón, 2. *Ischnura ramburri* A. branquias caudales, 3. *Enallagma civile* A. branquia caudal, 4. *Argia plana* A. branquias caudales.

#### Anexo 4



**1. 1. A 1. B 2. 2. A**

Ejemplares en estados inmaduros, colectados en la cascada de Chimalapa en el periodo junio 2015- abril 2016. 1. *Hetaerina Vulnerata* A. branquia caudal B. prementón, 2. *Sympetrum illotum* A. prementón.