



Universidad Veracruzana

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

**CAMPUS TUXPAN**

---

---

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**Relación entre los parámetros físicos y químicos y la  
composición de insectos acuáticos en el humedal de  
Tumilco, Tuxpan, Veracruz**

Que para obtener el título de:  
**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y  
COSTEROS**

**Presenta:**

**Arlene Ibarra Villanueva**

**Director:**

**Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano**

**Co-Director:**

**Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez**

**Asesor:**

**Dra. Martha Lucia Baena Hurtado**

Tuxpan, Ver.

2016



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana

**H. CONSEJO TECNICO**  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS y AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

P R E S E N T E.

Por este conducto nos dirigimos a Ustedes de la manera más atenta, para manifestarle que el trabajo de Tesis Titulado: "**Relación entre los parámetros físicos y químicos y la composición de insectos acuáticos en el humedal de Tumulco, Tuxpan, Veracruz**", está terminado y reúne las condiciones para solicitar comisión revisora.

En espera de que la presente información sea de su entera conformidad, me despido de Ustedes.

A t e n t a m e n t e.

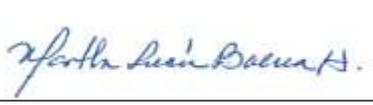
Tuxpan de R. Cano Ver., a 20 de septiembre del 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Director

Dra. Ivette A. Chamorro Florescano  
Académico Investigador

  
\_\_\_\_\_  
Co-Director.

Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez  
Investigador Nacional Nivel II

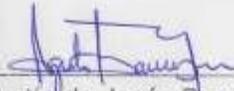
  
\_\_\_\_\_  
Asesor

Dra. Martha Lucia Baena Hurtado  
Académico Investigador

La presente Tesis titulada: "**Relación entre los parámetros físicos y químicos y la composición de insectos acuáticos en el humedal de Tupilco, Tuxpan, Veracruz**", realizada por la C. Biól. Arlene Ibarra Villanueva, bajo la dirección de la Dra. Ivette A. Chamorro Florescano, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**

**COMISIÓN LECTORA:**



---

Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

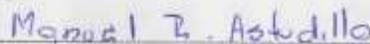
Lector



---

Dr. Rodrigo Cuervo González

Lector



---

Dr. Manuel Ricardo Astudillo

Lector externo

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver; octubre 2016.

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a CONACYT por la beca otorgada durante la maestría ya que sin su apoyo habría sido imposible realizar este trabajo.*

*A la doctora Ivette A. Chamorro Florescano por su apoyo, paciencia y sobre todo por su amistad. Muchas gracias por todo.*

*De igual manera agradezco a la Dra. Martha L. Baena Hurtado por su tiempo y paciencia para explicarme a detalle cada duda que surgió. Gracias doctora por su compromiso.*

*Al Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez por el compromiso y la orientación para el desarrollo del trabajo, por su buena disposición para explicar y brindarme su conocimiento.*

*A mi comisión revisora que estuvo a cargo del Biol. Agustín Basáñez Muñoz, Dr. Rodrigo Cuervo González y el Dr. Manuel Ricardo Astudillo gracias por sus acertados comentarios y observaciones para mejorar el trabajo.*

*De manera especial y sincera al Dr. Manuel Ricardo Astudillo por la ayuda y conocimiento brindado para la identificación de los insectos, gracias por su paciencia.*

*al Mtro. Jimmy Arguëlles Jiménez por su disponibilidad y compromiso para la parte estadística del trabajo.*

*Finalmente agradezco a mi amiga Isabel y a mis compañeros de la maestría por su amistad y los buenos momentos brindados.*

## DEDICATORIAS

*A ti mamá que me cuidas donde quiera que estés.*

*A mi papá por sus enseñanzas.*

*A mi familia por su apoyo incondicional, gracias por todo.*

*A mis hermanas que me inspiran y me hacen mejor persona.*

*Las quiero mucho*

*A ti Moisés Rivera por ser mi compañero de vida y muestros*

*Te amo.*

# CONTENIDO

Resumen	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b> .....	<b>15</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
3.1 Objetivo general.....	19
3.2 Objetivos particulares.....	19
<b>IV. ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>20</b>
4.1 Humedales del municipio de Tuxpan .....	20
4.2 Tumilco .....	21
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
5.1 Colecta de larvas .....	23
5.2 Determinación de los parámetros físicos-químicos .....	24
5.3 Conservación e identificación.....	24
5.4 Análisis de datos.....	25
5.4.1 Determinación de la riqueza específica y abundancia .....	25
5.4.2 Complementariedad .....	27
5.5 Relación con los parámetros físico-químicos y los insectos acuáticos .....	28

<b>VI. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
6.1 Riqueza y abundancia de insectos acuáticos en las temporadas de secas, lluvias y nortes .....	29
6.1.1 Riqueza de insectos acuáticos .....	29
6.1.2 Abundancia a nivel de orden y familia de insectos acuáticos.....	32
6.1.3 Numero efectivo de especies por temporada.....	38
6.1.4 Equidad por temporada .....	38
6.2 Complementariedad entre sitios de muestreo .....	39
6.3 Parámetros físico-químicos en la temporada de secas, lluvias y nortes .....	40
6.4 Relación entre los parámetros físico-químicos y los insectos acuáticos.....	41
<b>VII. DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
7.1 Abundancia.....	46
7.2 Diversidad.....	53
7.3. Relación de los parámetros físico-químicos (ORP, Salinidad, pH y temperatura) y las familias de insectos acuáticos .....	55
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>IX. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO .....</b>	<b>58</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio en el humedal de Tumilco.....	22
Figura 2. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos durante las tres temporadas.....	33
Figura 3. Abundancia de las familias de insectos acuáticos encontradas durante el estudio.....	33
Figura 4. Abundancia de las familias del orden Coleoptera durante las tres temporadas.....	34
Figura 5. Abundancia de las familias A) Culicidae y Chironomidae (Diptera) B) Caenidae (Ephemeroptera) durante las tres temporadas.....	35
Figura 6. Abundancia de las familias del orden Hemiptera durante las tres temporadas.....	36
Figura 7. Abundancia de las familias del orden Odonata durante las tres temporadas.....	37
Figura 8. Equidad de Pielou ( $J'$ ) por temporada .....	39
Figura 9. Géneros exclusivos y compartidos para cada uno de los dos sitios muestreados.....	40
Figura 10. RDA entre la abundancia de las diferentes familias de insectos acuáticos y los parámetros físico-químicos y las temporadas.....	43
Figura 11. CCA entre la abundancia de las diferentes familias de insectos acuáticos, sitios de muestreo y las variables físico-químicas.....	45

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de individuos de los géneros encontrados en el manglar y el humedal herbáceo durante las tres temporadas. ....	30
Cuadro 2. Diversidad ( <sup>1</sup> D) de insectos acuáticos, expresada como el número de especies efectivas durante las tres temporadas.....	38
Cuadro 3. Promedio y desviación estándar de los parámetros físico-químicos de acuerdo a las temporadas y a los sitios de muestreo. *ORP: Potencial Oxido-Reducción.....	41
Cuadro 4. Variables fisicoquímicas significativas de acuerdo a la abundancia de insectos acuáticos.....	42

## Resumen

El objetivo en este estudio fue determinar la estructura y composición de insectos acuáticos y su relación con los parámetros físicos y químicos en el humedal de Tumilco del municipio de Tuxpan, Veracruz. Los muestreos se realizaron en el Manglar y en el humedal herbáceo durante tres temporadas: secas (marzo-mayo), lluvias (julio-septiembre) y nortes (noviembre-enero) del 2014-2015. Se obtuvo un total de 1634 individuos de los cuales 438 individuos corresponden a la temporada de secas, 764 para la de lluvias y 432 para la de nortes. Los insectos colectados fueron agrupados en cinco órdenes distribuidos en 14 familias y 22 géneros. El mayor número de familias y géneros fue para Coleoptera seguido de Hemiptera. Las familias Libellulidae, Coenagrionidae y Dytiscidae presentaron la mayor abundancia durante las tres temporadas. Por otra parte, la diversidad de Hill fue mayor en la temporada de lluvias (1.5), y menor en la temporada de nortes (1.33). Por su parte, la temporada de nortes presentó mayor equidad (0.96), seguida de las lluvias (0.93) y secas (0.84). Finalmente, el análisis de correspondencia canónico (CCA) aplicado a la estructura comunitaria de los insectos acuáticos con relación a los parámetros físicos y químicos (Potencial oxido-reduccion (ORP), Salinidad, pH y Temperatura) fue significativo con relación a la abundancia. De igual forma, la estacionalidad fue determinante en la estructura comunitaria de los insectos acuáticos.

Palabras clave. Diversidad de insectos acuáticos, Humedal herbáceo, Manglar, Estacionalidad

## I. INTRODUCCIÓN

La Clase Insecta se encuentra dentro del Phylum Arthropoda, el grupo más diverso de la tierra; se desconoce el número de especies de insectos descritos en el mundo, pero hay estimaciones de 1,004,898 de especies descritas (Adler y Footitt, 2009). Para México se calculan 47,853 especies descritas de insectos (Sarukhán, *et al.*, 2009). Dentro de esta clase se encuentra un grupo denominado “acuáticos”, el cual se caracteriza por presentar una fase larvaria dentro del agua y solo abandonan breve o permanentemente el medio acuático durante la fase adulta para aparearse (Merritt y Cummins, 1996; Roldan, 1996). Los órdenes de insectos donde casi todas las especies tienen larvas acuáticas son Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Trichoptera y Megaloptera, mientras que, en Heteroptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera y Neuroptera, la mayoría de las especies son terrestres, aunque hay algunas especies o familias enteras que tienen uno o más estados de su vida adaptados para vivir en el medio acuático (Pujante-Mora, 1997). Los insectos acuáticos destacan por su diversidad, abundancia, adaptabilidad y por el tipo de ciclo de vida que presentan, permitiendo que los podamos encontrar en casi todos los ambientes acuáticos como son el bento de los ríos, arroyos, riachuelos, manantiales y escurrimientos, los cuales pueden ser temporales o permanentes (Ward, 1992; Merritt y Cummins, 1996).

Los humedales son uno de los ecosistemas que albergan insectos acuáticos, los cuales se han adaptado a sus condiciones, ya que estos sistemas son altamente productivos y se caracterizan por cumplir múltiples funciones, manteniendo además

una alta diversidad biológica (Villagrán-Mella *et al.*, 2006). Estos ambientes presentan un alto nivel de materia orgánica y humedad favoreciendo el establecimiento y la concentración de un gran número de especies de insectos, aunque algunos tipos de humedales son poco diversos, por ejemplo los tulares, mientras que otros presentan una gran abundancia de plantas y animales (Moreno-Casasola e Infante, 2009; Moreno-Casasola e Infante, 2010). El conocimiento de los insectos acuáticos es importante para detectar el grado de perturbación que puedan sufrir los cuerpos de agua, debido a que requieren de ciertas condiciones para el desarrollo de sus estadios larvales y adulto (Wallace y Anderson, 1996), algunos factores como la temperatura y turbidez influyen en la presencia de las comunidades de insectos acuáticos.

Por otra parte, los problemas que presentan los humedales debido a los procesos de urbanización, son la alteración en su estructura y funcionamiento, afectados por procesos como el incremento en la exposición de contaminantes, eutrofización, alteraciones en la hidrología y en la estructura del paisaje, los cuales afectan de manera importante la diversidad de especies acuáticas, debido a la desaparición o cambios de la fauna asociada a ellos (Villagrán-Mella *et al.*, 2006).

Debido a esto los insectos acuáticos se han utilizado como indicadores biológicos para el monitoreo de hábitats, informando condiciones pasadas como actuales, presentan ciertas características o ventajas para la evaluación de la calidad del agua, entre las cuales destacan: su amplia distribución en diferentes ambientes

acuáticos, son sensibles a los diversos contaminantes, son fáciles de coleccionar, presentan gran abundancia de especies y su taxonomía está bien establecida en la mayoría de los casos. Además, los insectos son el grupo biológico más conspicuo en el ambiente acuático (Prat *et al.*, 2009; Barba-Álvarez *et al.*, 2013).

Por lo anterior, es importante e interesante determinar las especies de insectos acuáticos, su abundancia, así como su distribución en los diferentes humedales, permitiéndonos saber cómo está conformada la composición de especies. La realización de esta investigación, tiene como propósito dar a conocer la diversidad de insectos acuáticos en el humedal de Tumulco, el cual está ubicado en el municipio de Tuxpan, Veracruz. En este estudio también se consideran algunos parámetros físicos y químicos, con el objetivo de determinar su relación con la presencia, abundancia y distribución de los insectos acuáticos.

## II. ANTECEDENTES

Conocemos como insectos acuáticos a todos aquellos organismos que durante su ciclo de vida presentan una etapa inmadura dentro del agua. De todas las especies de insectos, solo una pequeña fracción (3-5%) son especies acuáticas, a pesar de ello son taxonómicamente diversos y se han utilizado como indicadores de la calidad de ambientes acuáticos. También constituyen el alimento de peces, aves y anfibios, cumpliendo un importante papel en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos (Buffa, 2009). Entre las adaptaciones que presentan estos insectos al medio acuático está la respiración cutánea, por la cual el oxígeno se difunde desde el agua hasta gran parte de la superficie corporal. También obtienen el oxígeno del agua a través de un sistema de branquias distribuidas en diferentes partes del cuerpo, como ocurre en Neuroptera y Ephemeroptera, mientras que en otros como el orden Odonata están situadas en el abdomen donde pueden ser externas como en Zygoptera e internas como en Anisoptera (Buffa, 2009).

Los cuerpos de agua que ocupan los insectos acuáticos son muy diversos y van desde pequeñas charcas temporales a grandes lagos permanentes y arroyos rápidos (lótico) hasta lagos de curso lento (léntico). Algunas especies pueden desarrollarse también en ambientes salobres, ampliando de esta manera su distribución, como por ejemplo especies del orden Coleoptera, Odonata y Hemiptera, (Merritt y Cummins, 1996; Needham *et al.*, 2000). Por otra parte, existen factores abióticos que determinan la distribución y abundancia de los insectos en

los cuerpos de agua, por ejemplo: la temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, salinidad, corriente, nivel de agua, vegetación y sustrato (Roldan, 1992; 1996).

Los humedales son ambientes que pueden ser ocupados por insectos acuáticos, son tierras en transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, donde la capa freática está regularmente al mismo nivel o cerca de la superficie, o bien el terreno está cubierto por aguas poco profundas, es decir, superficies cubiertas de agua, ya sea de forma temporal o permanente (Moreno-Casasola y Warner, 2009). Por otro lado, la hidrología juega un papel importante ya que determina el tipo de humedal. Si se encuentra cerca de la costa, la salinidad es otro factor que puede influir en la heterogeneidad del humedal encontrando ambientes herbáceos y arbóreos, temporales y permanentes, de aguas dulces, salobres, salinos e hipersalinos (Moreno-Casasola y Warner, 2009; Moreno-Casasola e Infante 2009).

Por otra parte, la literatura de insectos acuáticos en relación con la calidad de agua ha sido muy estudiada. Por ser un grupo susceptible a las alteraciones que sufre el hábitat, se observan cambios en la estructura y composición de los mismos. Entre los trabajos que se encontraron tenemos los realizados en Estados Unidos (Hilsenhoff, 1977; Hellawell, 1986; Hauer y Resh, 1996), cada uno relacionado con la utilización de indicadores biológicos, pero en particular de macroinvertebrados bentónicos explicando la importancia y las especies más susceptibles a la contaminación. Los trabajos realizados en Costa Rica (Fenoglio *et al.*, 2002), Panamá (Pino-Seles y Berna-Vega, 2009; Medianero y Samaniego, 2004) y

Venezuela (Segnini, 2003) abordan aspectos de la diversidad de macroinvertebrados, utilizándolos como indicadores biológicos y realizando comparaciones entre sitios perturbados con sitios conservados, para observar diferencias en la composición de especies. Finalmente, estudios realizados en ambientes lóticos de Perú (Paredes *et al.*, 2005); Colombia (Montoya *et al.*, 2007; Machado y Ramírez, 2003); Brasil (Junqueira *et al.*, 2000); Chile (Figuroa *et al.*, 1999, 2003) y Bolivia (Arce, 2006), abordan aspectos de la diversidad, distribución y de insectos acuáticos que reflejan alteraciones por los cambios en el medio acuático.

En cuanto a los trabajos realizados en humedales tenemos el de Millán-Jiménez, (2009) en Colombia, en el que encontró una mayor abundancia de Odonatos. De acuerdo con el autor esto se debe a que estos insectos mantienen su actividad reproductiva a pesar de la perturbación. En Chile (Villagrán-Mella *et al.*, 2006) realizaron una evaluación de la relación entre características del hábitat, características morfométricas de insectos acuáticos, limnológicas y de vegetación de siete humedales con el fin de determinar los efectos de la urbanización sobre los patrones de diversidad de insectos en estos ecosistemas. Los análisis mostraron que la abundancia y la diversidad de especies se relacionan positivamente con parámetros como oxígeno en el agua, el área del humedal y la vegetación.

En México, se tienen resultados generales que muestran la diversidad de la fauna asociada en los humedales y la riqueza de los insectos acuáticos (Mohammad *et*

*al.*, 2005; Peralta *et al.*, 2007). También se encontró un trabajo de revisión sobre peces y macro invertebrados incluyendo insectos, el cual da una perspectiva sobre las investigaciones que se han realizado anteriormente en México (Mathuriau, *et al.*, 2007). Otro estudio, sobre la importancia y estado actual de los sistemas acuáticos en México es el de Alonso Eguía-Lis (2007), menciona la importancia del uso de macroinvertebrados como organismos indicadores e integradores que permiten dar seguimiento al manejo y gestión del recurso hídrico en México. De esta manera, el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos, ha sido utilizado también en ríos y arroyos donde se ha mostrado una relación positiva con la calidad del ambiente acuático (Pérez-Munguía, 2007).

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- ❖ Determinar la composición de insectos acuáticos y su relación con los parámetros físico-químicos en el humedal de Tumilco, durante la temporada de secas, lluvias y nortes.

#### **3.2 Objetivos particulares**

- ❖ Determinar la riqueza y abundancia de insectos acuáticos en el humedal de Tumilco en la temporada de secas, lluvias y nortes.
- ❖ Evaluar la complementariedad entre el manglar y el humedal herbáceo
- ❖ Estimar los parámetros físicos y químicos (Potencial oxido-reducción (ORP), conductividad, salinidad, pH, temperatura) en la temporada de secas, lluvias y nortes en el humedal de Tumilco.
- ❖ Relacionar la composición y estructura de insectos acuáticos de acuerdo a las características de los cuerpos de agua y parámetros físico-químicos.

## IV. ÁREA DE ESTUDIO

### 4.1 Humedales del municipio de Tuxpan

Los manglares y humedales de Tuxpan se alimentan del Río Tuxpan. Este río pertenece a la región hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, se ubica en el centro de la vertiente del Golfo de México, tiene una superficie de 27,461 km<sup>2</sup> y su escurrimiento medio anual es de 14,193 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. También pertenecen al sitio Ramsar No 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” (Basáñez-Muñoz, 2005).

La conservación del sitio Ramsar No 1602 reside en que se trata del límite norte de un manglar extenso y bien estructurado. Tanto en los manglares de la Laguna de Tampamachoco, como en los esteros de Tumilco y Jácome, se cuenta con las cuatro especies de mangle registradas en el país (Arriaga *et al.*, 2000).

En los alrededores de los manglares y humedales de Tuxpan, el cambio de uso del suelo hacia actividades agropecuarias, urbanas e industriales es significativa, por lo que están considerados como el último reservorio de vegetación costera original del municipio de Tuxpan (Basáñez-Muñoz, 2005; Moreno-Casasola y Landgrave, 2012). Una gran variedad de aves se encuentra registradas para el sitio (Ramos-Ramos, 2010; Hernández-Sánchez, 2012). En general, estos humedales revisten un importante hábitat para muchas especies de estuario y marinas. No obstante, es importante mencionar que los humedales del municipio también están representados por ecosistemas dulceacuícolas importantes (Basáñez-Muñoz, 2005).

## 4.2 Tumilco

El Sistema estuarino "Estero de Tumilco" se localiza en latitud norte 20°54' a 20°56'30" y la longitud oeste 97°21'15" a 97°18" (Basáñez-Muñoz, 2005). Está situado en el Municipio de Tuxpan (Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave). Tiene 95 habitantes y se encuentra a 10 m de altitud. El sistema descrito anteriormente, presenta una temperatura media anual de 24.9°C y la precipitación es de 1,341.7 mm. El mes más seco es enero, con 33 mm y el más lluvioso, julio con 175.7 mm (INEGI, 2001).

El humedal presenta flora del tipo arbóreo (manglar), vegetación herbácea (popales, tulares, ciperáceas) y vegetación flotante (lirios). El terreno es plano con muy pocas elevaciones y sin accidentes orográficos de importancia. Existen áreas dedicadas a la ganadería y a los cultivos básicos y frutales. Cabe destacar que el estero de Tumilco y su zona de inundación, presenta inundaciones de tipo aluvial y pantanoso. El primer tipo de inundación consiste en el arrastre de materia y depósitos de corriente de agua, mientras que, el segundo consiste en inundaciones periódicas o permanentes en ciertos tiempos (INEGI, 2001).

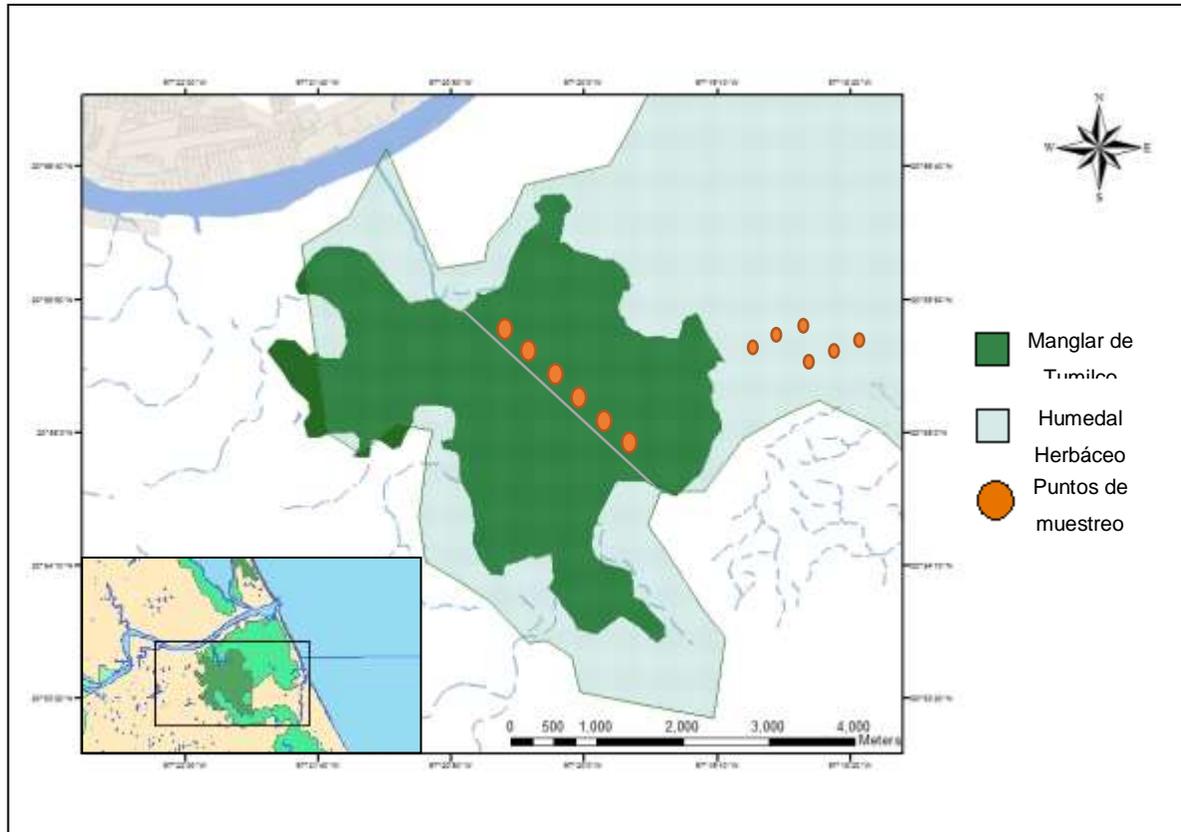


Figura 1. Localización del área de estudio en el humedal de Tumulco.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación y cumplir con los objetivos propuestos se elaboró un plan de trabajo integrado en dos etapas: trabajo de campo y de laboratorio.

### 5.1 Colecta de larvas

En el humedal de Tumilco se realizaron muestreos durante tres épocas: secas (marzo-mayo), lluvias (julio-septiembre) y nortes (noviembre-enero) del 2014-2015. Las zonas de muestreo fueron el Manglar (Sitio 1) y el humedal herbáceo (Sitio 2). En el manglar se colectó en canales que se han formado naturalmente por el flujo del agua, se tomaron como referencia los canales artificiales que se elaboraron para el paso de agua entre el manglar del lado sur del estero de Tumilco y el manglar del lado norte. A partir de estos canales principales se muestrearon dos canales secundarios donde se marcaron tres puntos de colecta cada 10 metros, realizando un total de seis transectos y un recorrido de 30 metros por canal. En el humedal herbáceo predomina la especie *Eleocharis triangularis* (Cyperaceae), se realizaron seis transectos a lo largo de la vegetación donde se marcaron tres puntos de colecta en cada transecto cada 8 metros.

Para la colecta de las larvas se utilizó una red acuática de mano o D-net (por ser la mejor alternativa para este tipo de muestreos). Con la red se realizaron arrastres con duración de dos a tres minutos, en cada punto de colecta se tomaron tres replicas. Los arrastres consistieron en colocar la red en las partes superficiales y

profundas del sustrato, también cerca de la vegetación acuática. En ocasiones las muestreas se colectaban con exceso de materia orgánica, para su separación se utilizó una charola de plástico de color blanco donde se colocaba la muestra y con las pinzas entomológicas se separaban únicamente los insectos acuáticos con un esfuerzo de muestreo de 20-30 minutos aproximadamente.

Las larvas colectadas se introdujeron en viales entomológicos de plástico con alcohol al 96% (Novelo-Gutiérrez com. pers.; Pineda-López *et al*, 2014). En este caso se usó alcohol al 96% porque los insectos al momento de conservarlos liberan agua y éste se diluye. Posteriormente, fueron etiquetados con los respectivos datos de campo: fecha de captura, lugar de colecta, hora, y nombre del colector (Steykal *et al.*, 1986).

## **5.2 Determinación de los parámetros físicos-químicos**

Para determinar los parámetros físicos-químicos como conductividad ( $\mu\text{S}$ ), Potencial oxido-reducción (ORP en mV), pH, salinidad (ppt) y temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), se utilizó un Multiparámetro modelo 6Psi marca Myron L, tomando una medida *in situ* antes de cada colecta.

## **5.3 Conservación e identificación**

El material colectado se colocó en cajas petri previamente etiquetados de acuerdo al sitio de colecta y fecha, posteriormente se les retiró el exceso de sustrato con pinzas de disección revisando cuidadosamente que no llevara insectos, en caso de ser necesario fueron observados bajo un microscopio estereoscópico para la

separación de sustrato acompañante (lodo, vegetación). Después se depositaron en viales de vidrio con alcohol limpio al 80% rotulado con los datos de campo (Pineda López *et al.*, 2014). Para la identificación de los individuos se utilizaron claves taxonómicas de Merritt *et al.* (2008) y Springer *et al.* (2010).

## **5.4 Análisis de datos**

### **5.4.1 Determinación de la riqueza específica y abundancia**

Para esta última etapa se procesaron y analizaron los datos, para ello primero se ingresaron en una base de datos EXCEL. Posteriormente, se estimaron los índices ecológicos mediante el programa Diversity 3.0 (Seaby y Henderson, 2006), cada uno de los índices utilizados se describe a continuación:

#### **Medición de riqueza específica**

La riqueza de especies (S) se tomó como el número de especies encontradas en cada uno de los sitios de muestreo, mientras que la abundancia será el número de individuos colectados de cada especie (Moreno, 2000, 2001; Villarreal *et al.*, 2004).

#### **Número efectivo de especies o Diversidad de Hill ( ${}^qD$ )**

En este trabajo se usó una transformación que permite elaborar una interpretación unificada e intuitiva de la diversidad de especies, mediante el uso de números efectivos, llamada  ${}^qD$  (*sensu* Jost, 2006) o  $N_a$  (*sensu* Hill, 1973) a través de la ecuación:

$${}^qD = \left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Donde  ${}^qD$  es la diversidad que tiene en cuenta la conversión sencilla de los índices comunes (índice de Shannon o de Simpson) en números efectivos de especies. Por ejemplo, el tradicional índice de entropía de Shannon:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Se convierte fácilmente en una medida de diversidad de Hill al expresarlo como  ${}^1D = \exp(H')$  (Jost, 2006).

La diversidad de Hill nos expresa los valores más cercanos a la diversidad de una comunidad de organismos, expresándose en una misma unidad de medida llamado número efectivo de especies. Este valor es el número máximo posible de especies que podrían coexistir en una comunidad, si todas tuvieran la misma abundancia (Jost, 2006).

### Índice de Equidad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que si se obtiene un valor de 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

Su fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde:

$H'$  = diversidad observada

$H'_{\max} = \ln(S)$ . Diversidad máxima.  $S$  = Riqueza de especies.

### 5.4.2 Complementariedad

Con los datos de colecta se estimó la complementariedad, la cual se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de localidades (Colwell y Coddington, 1994). Para obtener el valor de complementariedad primero obtenemos dos medidas:

i) La riqueza total para ambos sitios A y B combinados:

$$S_{AB} = a + b - c$$

Donde **a** es el número de especies de la localidad A, **b** es el número de especies de la localidad B y **c** es el número de especies en común para ambas localidades.

ii) El número de especies únicas en cualquiera de los dos sitios:

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

A partir de estos valores se calcula la complementariedad de los sitios A y B como:

$$C_{AB} = U_{ab} / S_{AB}$$

$C_{AB}$  varía desde cero cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas.

### **5.5 Relación con los parámetros físico-químicos y los insectos acuáticos**

Para establecer si los valores de abundancia de los insectos acuáticos guardan una relación con las variables fisicoquímicas de interés (temperatura, salinidad, pH, ORP y conductividad) a nivel de estacionalidad, se realizó un análisis de redundancia (RDA) y un análisis de correspondencia canónico (CCA) para la relación entre los parámetros y los sitios de muestreo mediante el programa CANOCO v4.51 (ter Braak, 2003). Así mismo, por medio de dicho programa y usando la rutina de selección manual a través de la prueba de Monte-Carlo permutada 999 veces, se determinó las variables fisicoquímicas significativas.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Riqueza y abundancia de insectos acuáticos en las temporadas de secas, lluvias y nortes

#### 6.1.1 Riqueza de insectos acuáticos

Se obtuvo un total de 1634 individuos de los cuales 438 individuos corresponden a la temporada de secas, 764 para la temporada de lluvias y 432 para la temporada de nortes, agrupados en cinco órdenes, distribuidos en 14 familias y 23 géneros (Cuadro 1). En cuanto a la familia Chironomidae, solo se determinó hasta este nivel taxonómico debido a la dificultad de su taxonomía, sin embargo, fueron tomados en cuenta para los análisis estadísticos.

De acuerdo con la presencia de insectos acuáticos por sitio, se encontró que el humedal herbáceo (Sitio 2) tuvo el mayor número de géneros (23) a diferencia del manglar (Sitio 1) que solo contó con seis géneros. Por otra parte, los géneros que estuvieron presentes durante las tres temporadas (secas, lluvias y nortes), fueron *Celina sp.*, *Belostoma sp* y *Tramea sp.* (Cuadro 1). Así mismo, de manera particular, algunos de los géneros que se registraron para la temporada de secas fueron *Derovatellus sp.*, *Graphoderus sp.*, *Dibolocelus sp.* y *Scirtes sp.* (Coleoptera) (Cuadro 1); mientras que, en temporada de lluvias se registraron del genero *Anopheles sp.* (Diptera), *Synaptonecta sp.*, *Pelocoris sp.* (Hemiptera) y *Coryphaeschna sp.* (Odonata); finalmente, en temporada de nortes no se registraron géneros únicos para esta temporada.

Cuadro 1. Número de individuos de los géneros encontrados en el manglar y el humedal herbáceo durante las tres temporadas.

Orden	Familia	Genero	Sitio 1 (Manglar)			Sitio 2 (Humedal herbáceo)			Abundancia total
			Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	
<b>Coleoptera</b>		<i>Celina sp.</i>	0	0	18	3	24	19	64
		<i>Copelatus sp.</i>	0	0	7	0	17	8	32
		<i>Derovatellus sp.</i>	0	0	0	3	0	0	3
	<b>Dytiscidae</b>	<i>Graphoderus sp.</i>	0	0	0	3	0	0	3
		<i>Hydrotrupes sp.</i>	0	0	0	8	0	0	8
		<i>Laccodytes sp.</i>	0	0	13	8	0	19	40
		<i>Laccophilus sp.</i>	0	0	0	5	16	0	21
		<i>Macrovatellus sp.</i>	0	0	0	0	18	0	18
	<b>Hydrophilidae</b>	<i>Dibolocelus sp.</i>	0	0	0	22	0	0	22
		<i>Hydrophilus sp.</i>	0	0	0	13	46	29	88
	<b>Noteridae</b>	<i>Hydrocanthus sp.</i>	0	0	28	0	62	30	120
		<i>Suphisellus sp.</i>	0	0	0	32	0	0	32
	<b>Scirtidae</b>	<i>Scirtes sp.</i>	0	0	0	30	0	0	30
<b>Total</b>									<b>481</b>

Continua

Continuación

Orden	Familia	Genero	Sitio 1 (Manglar)			Sitio 2 (Humedal herbáceo)			Abundancia total
			Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	
<b>Diptera</b>	<b>Chironomidae</b>		0	0	60	11	17	38	126
	<b>Culicidae</b>	<i>Anopheles sp.</i>	0	0	0	0	30	0	30
		<i>Culex sp</i>	0	0	0	63	36	0	99
<b>Ephemeroptera</b>	<b>Caenidae</b>	<i>Caenis sp.</i>	0	0	0	19	67	0	86
<b>Hemiptera</b>	<b>Belostomatidae</b>	<i>Belostoma sp.</i>	0	0	40	14	52	29	135
	<b>Corixidae</b>	<i>Synaptonecta sp.</i>	0	0	0	0	54	0	54
	<b>Naucoridae</b>	<i>Pelocoris sp.</i>	0	0	0	0	14	0	14
	<b>Notonectidae</b>	<i>Martarega sp.</i>	0	0	0	21	131	0	152
<b>Odonata</b>	<b>Aeshnidae</b>	<i>Coryphaeschna sp.</i>	0	0	0	0	36	0	36
	<b>Coenagrionidae</b>	<i>Leptobasis sp.</i>	0	0	0	96	92	0	188
	<b>Libellulidae</b>	<i>Tamea sp.</i>	0	0	44	87	52	52	235
<b>Total</b>									<b>1155</b>

En cuanto a los géneros que se encontraron en ambos sitios de muestreo fueron *Celina sp.*, *Copelatus sp.*, *Laccodytes sp.* e *Hydrocanthus sp.* (Coleoptera), *Belostoma sp.* (Hemiptera), *Tramea sp.* (Odonata) y la familia Chironomidae. Esta última se encontró durante las tres temporadas de muestreo.

### **6.1.2 Abundancia a nivel de orden y familia de insectos acuáticos**

La abundancia, de acuerdo al orden y a las tres temporadas, fue mayor para Coleoptera y Odonata, con excepción de Hemiptera que presentó la mayor abundancia durante la temporada de lluvias, en cuanto a Diptera su abundancia tuvo pocos incrementos conforme a las temporadas (74, 83 y 98). Finalmente, Ephemeroptera fue el orden que presentó menor abundancia y se encontró solo durante la temporada de secas y lluvias (Figura 2). La temporada que tuvo una mayor abundancia en los órdenes de insectos acuáticos fue lluvias con un total de 764 individuos, mientras que las temporadas de secas y nortes mostraron una disminución de la abundancia con 432 y 438 respectivamente (Cuadro 1).

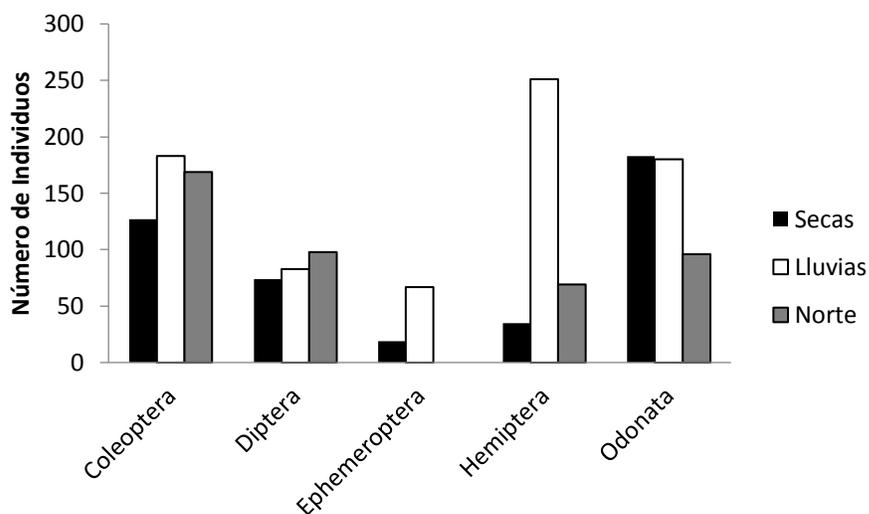


Figura 2. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos durante las tres temporadas.

Por otra parte, las familias que presentaron mayor número de individuos durante las tres temporadas fueron Libellulidae, Coenagrionidae y Dytiscidae con 235, 188 y 187 individuos respectivamente (Figura 3).

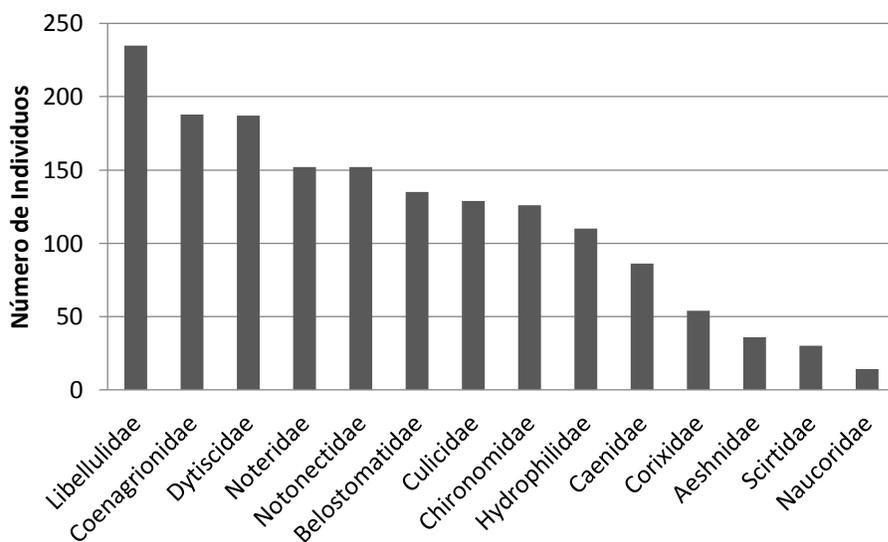


Figura 3. Abundancia de las familias de insectos acuáticos encontradas durante el estudio.

De manera detallada en el orden Coleoptera, la familia Dytiscidae presento una mayor abundancia durante la temporada de nortes y lluvias con respecto a las demás familias. Por otra parte, Dytiscidae, Hydrophilidae y Noteridae se encontraron durante las tres temporadas a diferencia de la familia Scirtidae que solo se presentó en la temporada de secas (Figura 4).

Cabe destacar que la familia Dytiscidae presentó el mayor número de géneros (8) con respecto a las demás familias de insectos acuáticos, mientras que Hydrophilidae y Noteridae presentaron solo dos géneros cada una, y la familia Scirtidae solo un solo género. Coleoptera fue el orden con más géneros identificados y presente durante las tres temporadas.

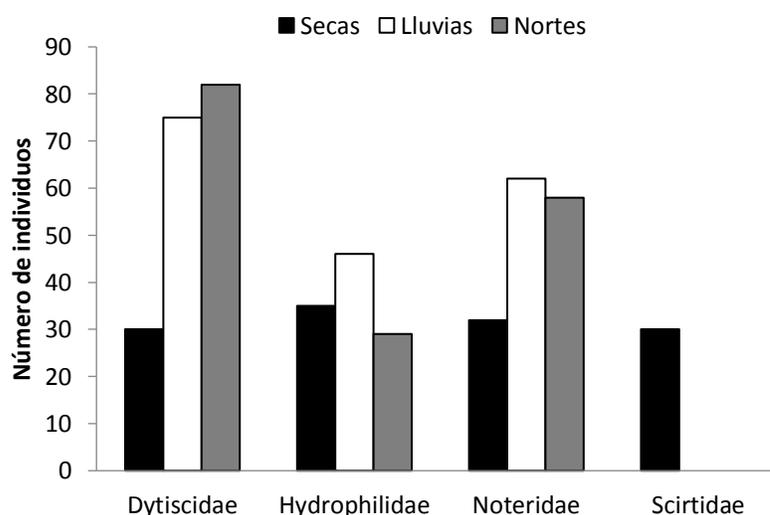


Figura 4. Abundancia de las familias del orden Coleoptera durante las tres temporadas.

En cuanto a las familias de Diptera, Chironomidae estuvo presente durante las tres temporadas, siendo la época de nortes donde obtuvo mayor abundancia con 98

individuos. En contraste con Culicidae que solo estuvo presente durante dos temporadas y mostrando una diferencia pequeña entre ambas temporadas (63 y 66) (Figura 5A).

Por otra parte, la familia Caenidae del orden Ephemeroptera solo estuvo presente durante dos temporadas, la temporada con mayor abundancia para esta familia fue la de lluvias con 67 individuos (Figura 5B).

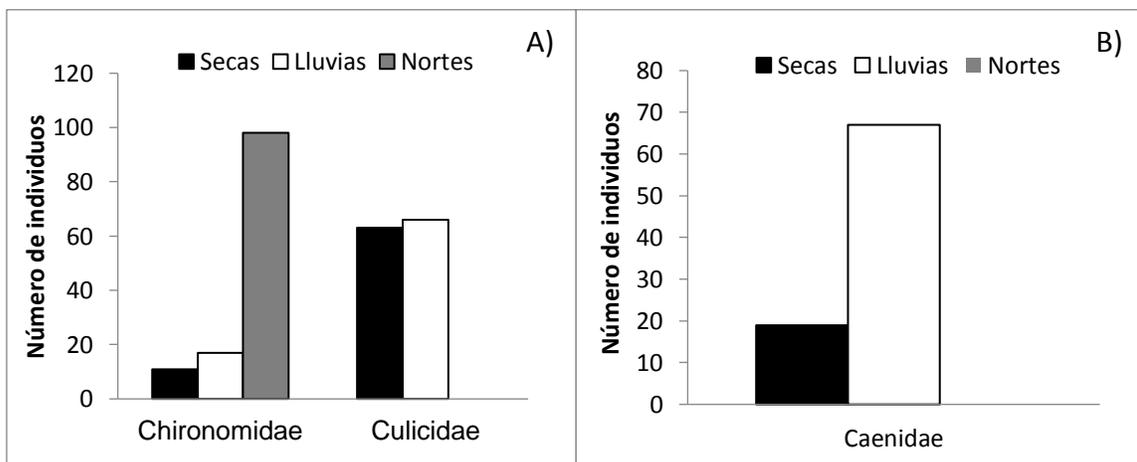


Figura 5. Abundancia de las familias A) Culicidae y Chironomidae (Diptera) B) Caenidae (Ephemeroptera) durante las tres temporadas.

Otro de los órdenes con mayor número de familias fue Hemiptera, representado por cuatro familias, donde Belostomatidae fue la única familia que estuvo presente durante las tres temporadas. En cuanto a su abundancia por temporada, la época de nortes fue mayor con 69 individuos. Los Corixidae y Naucoridae solo estuvieron presentes durante la temporada de lluvias con 54 y 14 individuos, respectivamente. Por último, la familia Notonectidae tuvo la mayor abundancia de Hemiptera durante

la época de lluvias con 131 individuos, mientras en la época de secas solo tuvo 21 individuos (Figura 6).

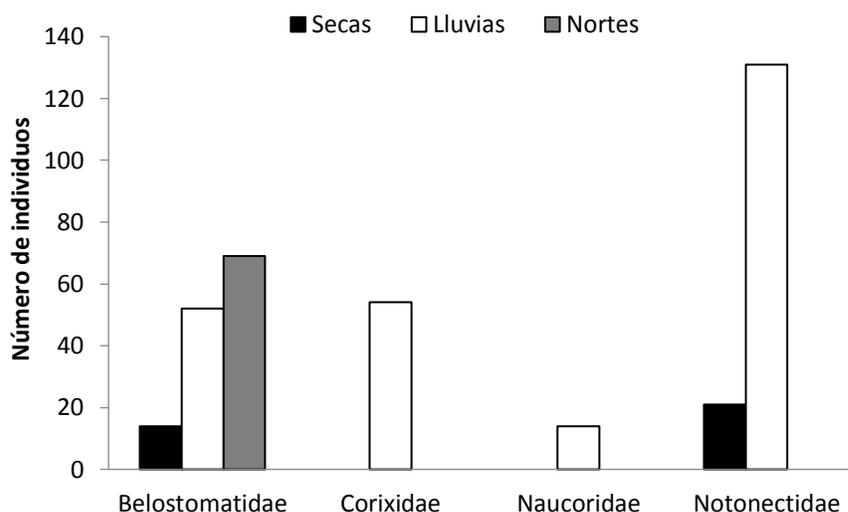


Figura 6. Abundancia de las familias del orden Hemiptera durante las tres temporadas.

Por último, el orden Odonata estuvo representado por tres familias Aeshnidae, Libellulidae y Coenagrionidae. La familia Libellulidae fue la única que se encontró durante las tres temporadas, la época de nortes determinó una mayor abundancia para esta familia (92 individuos). En cuanto la familia Coenagrionidae se presentó en la temporada de secas y lluvias, mostrando una abundancia muy similar entre ambas. Finalmente, la familia Aeshnidae solo se encontró en la época de lluvias con una abundancia de 36 individuos. (Figura 7).

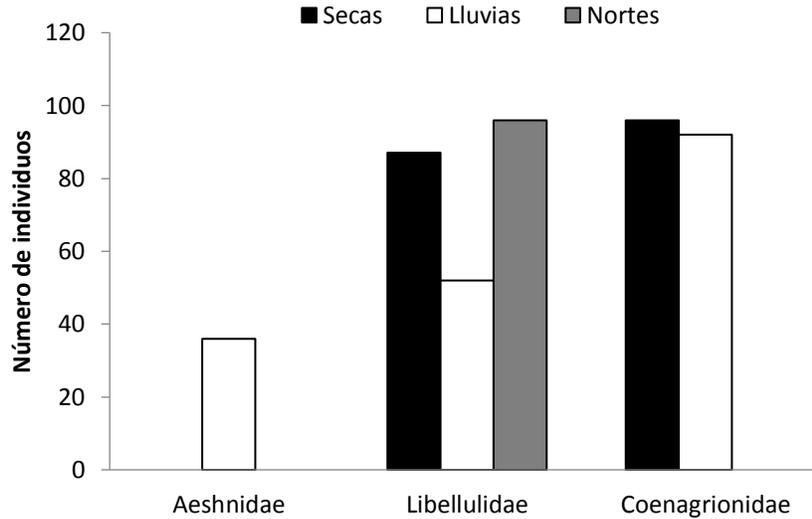


Figura 7. Abundancia de las familias del orden Odonata durante las tres temporadas.

De los dos sitios de muestreo, el humedal herbáceo compuesto principalmente por una Cyperacea, *Eleocharis triangularis*, fue donde se encontró el mayor número de insectos acuáticos durante las tres temporadas, mientras que en el manglar solo en la temporada de nortes se colectaron insectos acuáticos; durante la temporada de secas el manglar no presentó variación en los niveles de inundación y durante la época de lluvias los niveles de inundación fueron muy altos debido a factores como las precipitaciones y corrientes de agua. Finalmente, las familias que se reportaron para la época de nortes en los manglares fueron Belostomatidae, Chironomidae, Dytiscidae, Libellulidae y Noteridae. La colecta de estos insectos fue en condiciones de poco nivel de inundación y entre la materia orgánica (hojarasca).

### 6.1.3 Numero efectivo de especies por temporada

La mayor diversidad (<sup>1</sup>D) se presentó en la temporada de Lluvias seguido de la temporada de secas y la temporada de nortes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad (<sup>1</sup>D) de insectos acuáticos, expresada como el número de especies efectivas durante las tres temporadas

Diversidad ( <sup>1</sup> D)		
Secas	Lluvias	Nortes
3.90	4.48	3.78

### 6.1.4 Equidad por temporada

El valor más bajo de equidad de insectos acuáticos se obtuvo en la temporada de secas con 0.84, seguido de la temporada de lluvias con 0.93, mientras que el valor más elevado lo presentó la temporada de nortes con 0.96, debido al menor número de taxa, pero con valores más altos de abundancia (figura 8).

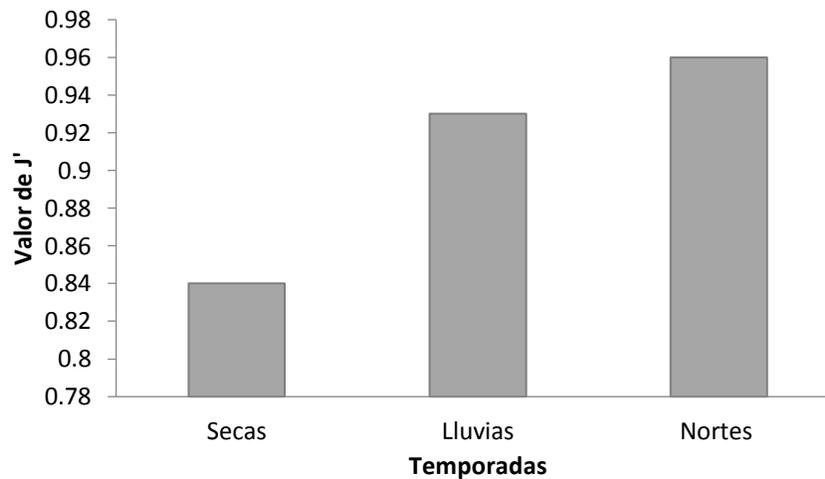


Figura 8. Equidad de Pielou (J') por temporada

## 6.2 Complementariedad entre sitios de muestreo

El resultado del análisis de complementariedad de acuerdo a los géneros identificados entre ambos sitios fue de:

$$C_{AB} = 0.73$$

Este valor expresa el porcentaje de géneros de insectos acuáticos que son complementarios entre el manglar y el humedal herbáceo (73%). De acuerdo con la figura 9, el Manglar fue el sitio que presentó menor número de géneros, a diferencia del Humedal herbáceo que fue mayor. En cuanto a los géneros compartidos entre sitios fue de 6.

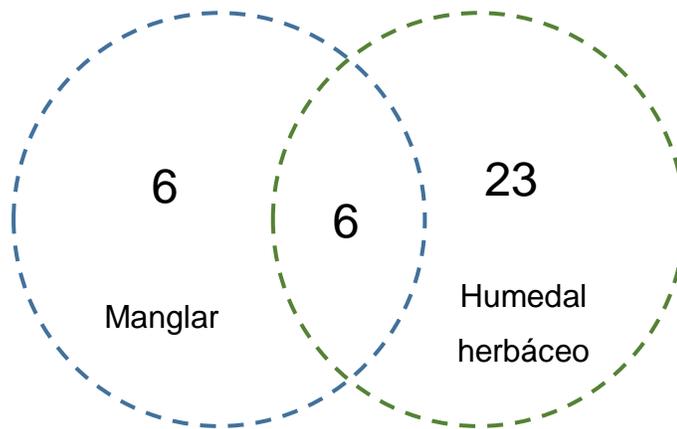


Figura 9. Géneros exclusivos y compartidos para cada uno de los dos sitios muestreados. La complementariedad por temporada se realizó solo para nortes, recordando que solo en esta temporada el manglar presentó insectos acuáticos. El resultado del análisis de complementariedad fue de:

$$C_{AB} = 0.2$$

Este valor expresa que los géneros de ambos sitios son muy similares durante la temporada de nortes.

### 6.3 Parámetros físico-químicos en la temporada de secas, lluvias y nortes

Los valores obtenidos de los parámetros físico-químicos del agua mostraron diferencias de acuerdo a la temporada y al sitio de muestreo. En el humedal herbáceo se presentaron valores más bajos de salinidad, conductividad y ORP. Los valores de pH fueron de neutros (secas-lluvias) a alcalinos (nortes). Mientras que, en el manglar se obtuvieron valores mayores de salinidad, conductividad y ORP. El pH fue de ácido (secas) a neutro (lluvias-nortes) (cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio y desviación estándar de los parámetros físico-químicos de acuerdo a las temporadas y a los sitios de muestreo. \*ORP: Potencial Oxido-Reducción.

Temporadas	Secas		Lluvias		Nortes	
Parámetros físico-químicos	Sitio 1 Manglar	Sitio 2 Humedal herbáceo	Sitio 1 Manglar	Sitio 2 Humedal herbáceo	Sitio 1 Manglar	Sitio 2 Humedal herbáceo
<b>Conductividad (µS)</b>	14.74 ±13.3	4193 ±3378	4101 ±1820	1020 ±523	2341 ±986	2200 ±3.42
<b>*ORP (mV)</b>	-117 ±89.73	-160 ±70.42	-116 ±75.12	-46 ±12.64	-49 ±40.08	-13 ±8.10
<b>Salinidad (ppt)</b>	19.65 ±5.67	6.12 ±2.28	9.76 ±9.52	2.07 ±1.38	4.27 ±6.05	4.00 ±1.01
<b>pH</b>	4.98 ±3.54	7.47 ±0.30	7.28 ±0.51	7.26 ±0.62	7.26 ±0.33	8.86 ±1.14
<b>Temperatura (°C)</b>	28.6 ±13.27	30.1 ±1.84	30.5 ±2.45	28.6 ±1.79	15.8 ±1.95	15.4 ±1.19

#### 6.4 Relación entre los parámetros físico-químicos y los insectos acuáticos

Para determinar las variables fisicoquímicas significativas con relación a la abundancia de insectos acuáticos y poder realizar el análisis de redundancia (RDA), se usó la rutina de selección manual a través de la prueba de Monte-Carlo permutada 999 veces, donde se muestra que la única variable físico-química que no fue significativa fue la conductividad. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables fisicoquímicas significativas de acuerdo a la abundancia de insectos acuáticos.

<b>Parámetros físico-químicos</b>	<b>Varianza marginal</b>	<b>Valor de F</b>	<b>Valor de P</b>	<b>Varianza acumulada</b>	<b>Varianza explicada (%)</b>
Conductividad	0.005	1.312	0.346	0.005	1.275510204
ORP	0.056	17.056	0.001	0.061	15.56122449
Salinidad	0.024	7.068	0.001	0.085	21.68367347
pH	0.028	8.367	0.001	0.113	28.82653061
Temperatura	0.015	4.489	0.001	0.128	32.65306122
Total	0.128			0.392	100

El análisis de redundancia (RDA) aplicado a la estructura comunitaria de los insectos acuáticos con relación a los parámetros físico-químicos (ORP, salinidad, pH y temperatura) y la temporada (Secas, Lluvias y Nortes), establece que la presencia y abundancia de las familias, Hydrophilidae, Dysticidae, Noteridae y Libellulidae, están relacionadas con los parámetros más altos de ORP y pH, asociándose a la temporada de nortes, mientras que Chironomidae y Belostomidae se relacionaron a la temporada de nortes por su abundancia encontrándose asociadas a concentraciones bajas de salinidad. Por su parte, Notonectidae y Coenagrionidae están asociadas a la temporada de lluvias con temperaturas altas y valores bajos de salinidad. En cuanto a las familias Culicidae, Caenidae, Corixidae, Scirtidae, Aeshnidae y Naucoridae, se contraron asociadas a la época de secas, época con altos valores de salinidad y bajos valores de ORP y pH. Las tres temporadas influyeron en la distribución de las especies y abundancia, las cuales presentaron diferencias en los valores medios de las variables analizadas (Figura 10).

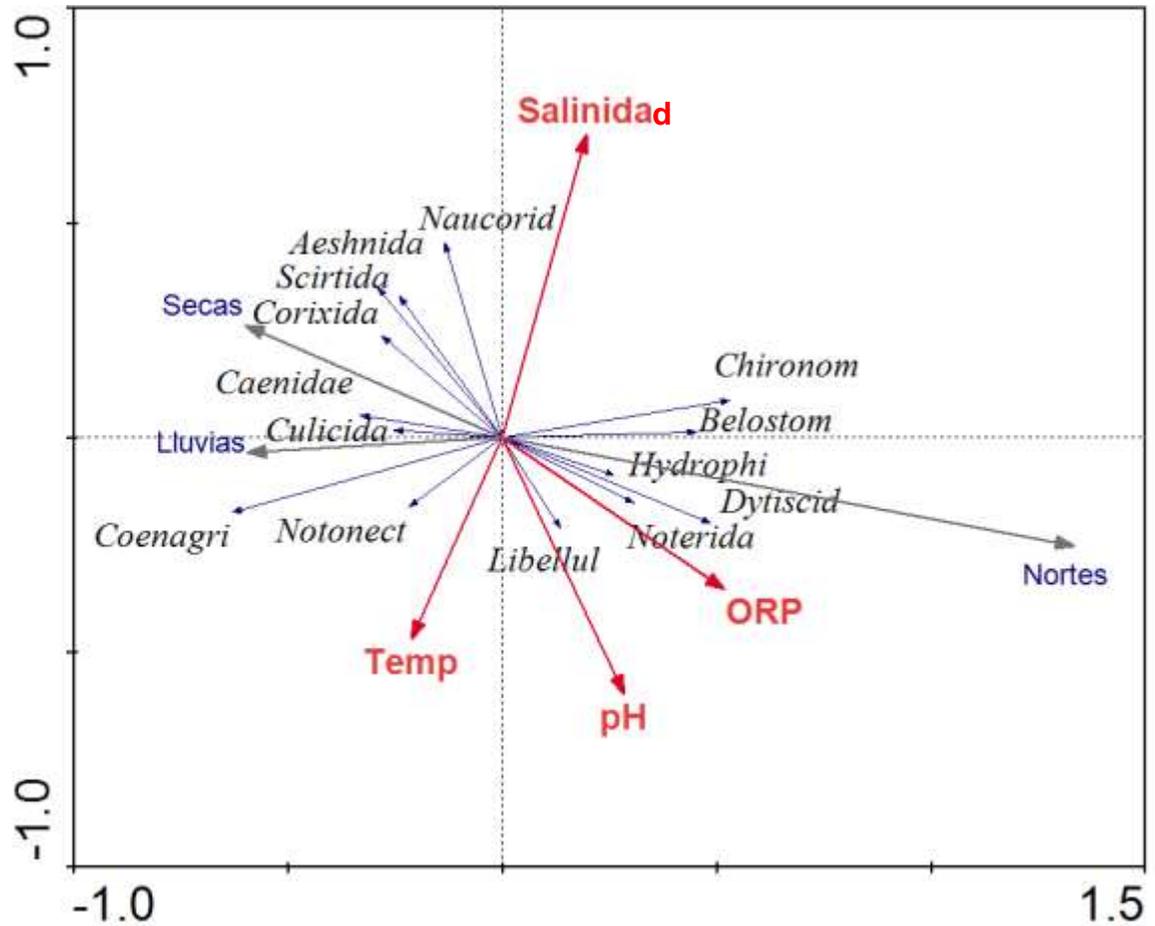


Figura 10. RDA entre la abundancia de las diferentes familias de insectos acuáticos y los parámetros físico-químicos y las temporadas ( $F_{(4,288)} = 27.88$ ;  $P = 0.001$ ; 73.4% de la varianza total explicada).

**ORP**= Potencial oxido-reducción; **Temp**= temperatura; **Scirtida**= Scirtidae, **Hydrophi**= Hydrophilidae, **Libellul**= Libellulidae, **Dytsicid**= Dytiscidae, **Noterida**= Noteridae, **Belostom**= Belostomatidae, **Chironom**= Chironomidae, **Aeshnida**= Aeshnidae, **Corixida**= Corixidae, **Notonect**= Notonectidae, **Naucorid**= Naucoridae, **Culicida**=Culicidae, **Coenagri**= Coenagrionidae.

Por otro lado, el análisis de correspondencia canónico (CCA) aplicado a la estructura comunitaria de los insectos acuáticos con relación a los sitios de muestreo y parámetros físico-químicos, establece que la presencia y abundancia de las familias de insectos acuáticos no tienen alguna relación con los sitios de muestreo, encontrándose más asociados con los parámetros físico-químicos y las temporadas. Sin embargo, el manglar se encontró relacionado con las mayores concentraciones de salinidad y las temperaturas más bajas, por el contrario, el humedal herbáceo con relación a la temperatura y las concentraciones de salinidad más bajas. Los dos sitios, manglar y humedal herbáceo presentaron diferencias en los valores medios de las variables analizadas (Figura 11).

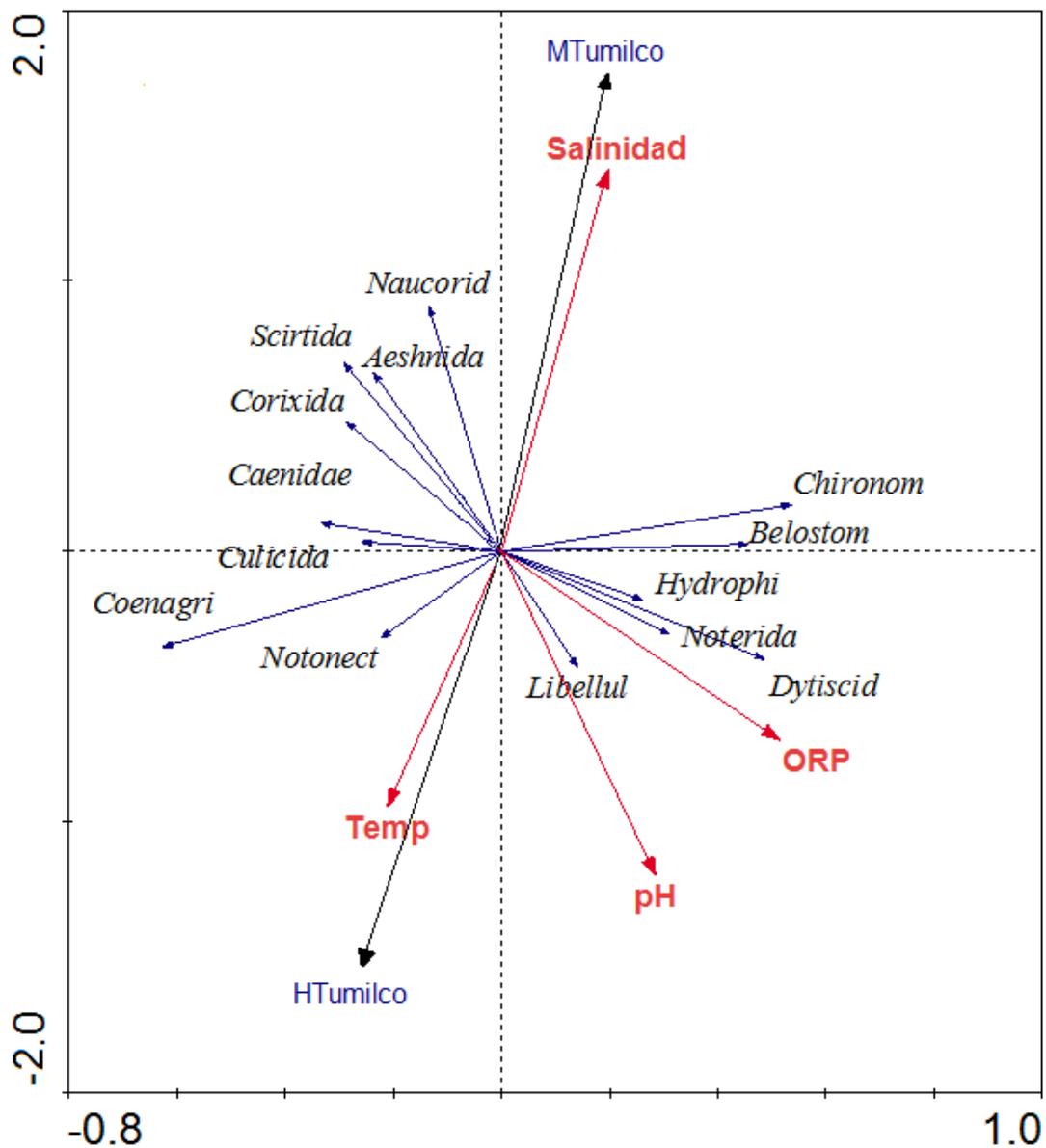


Figura 11. CCA entre la abundancia de las diferentes familias de insectos acuáticos, sitios de muestreo y las variables físico-químicas.  $F_{(4,288)} = 16.45$ ;  $P = 0.001$ ; 96% de la varianza total explicada). **Temp**= temperatura; **Scirtida**= Scirtidae, **Hydrophi**= Hydrophilidae, **Libellul**= Libellulidae, **Dytiscid**= Dytiscidae, **Noterida**= Noteridae, **Belostom**= Belostomatidae, **Chironom**= Chironomidae, **Aeshnida**= Aeshnidae, **Corixida**= Corixidae, **Notonect**= Notonectidae, **Naucorid**= Naucoridae, **Culicida**=Culicidae, **Coenagri**= Coenagrionidae; **Htumilco**= humedal herbáceo de Tumilco, **Mtumilco**=Manglar de Tumilco.

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 Abundancia

La abundancia reportada de insectos acuáticos por sitio fue mayor para el humedal herbáceo en comparación con el manglar. La baja abundancia en el manglar pudo estar influenciada por el hidroperíodo (fluctuaciones del nivel de agua en un determinado tiempo) y la salinidad, debido a que durante la temporada de secas los niveles de agua fueron de bajos a nulos, mientras que las concentraciones de salinidad fueron mayores. Para la temporada de lluvias la entrada de agua provocó que los niveles de inundación fueran muy altos y durante la salida del flujo hídrico pudo ocasionar el arrastre de materia orgánica, así como de larvas que estuvieran en el sitio. Por último, la temporada de nortes mostró niveles de agua más constantes, mientras que las concentraciones de salinidad se mostraron más bajas, al igual que la acumulación de materia orgánica favoreció el establecimiento y desarrollo de insectos acuáticos. La temporalidad, profundidad y el momento de inundación, así como las características físico-químicas del agua (salinidad, conductividad, pH, transparencia, densidad, oxígeno disuelto, etc.) son factores que regulan el establecimiento de las diferentes comunidades o tipos de humedales (Blom y Voesenek 1996). De tal forma, que el hidroperíodo y la salinidad fueron factores que delimitaron el establecimiento de ciertas especies de insectos acuáticos en el manglar.

Por otra parte, el humedal herbáceo tuvo mayor presencia y abundancia de insectos acuáticos, debido a que estos ecosistemas se ven favorecidos por la vegetación de

tipo emergente y flotante que presentan, dicha vegetación habita en cuerpos de agua dulce o ligeramente salobre permitiendo el desarrollo y establecimiento de larvas y adultos de insectos acuáticos (Cummins y Merritt, 2001; Moreno-Casasola e Infante, 2010). Lo anterior se vio reflejado en los órdenes Odonata y Coleoptera ya que presentaron mayor abundancia en el humedal herbáceo. Esto pudo estar relacionado con la presencia de vegetación flotante, debido a que algunas familias se encuentran asociadas a este tipo de vegetación, lo que les permite tener mayor número de refugios, alimento, sitios de ovoposición, desarrollo de las larvas, entre otros (Arce-Pérez y Novelo-Gutiérrez, 1990 y Megna y Deler, 2006). Se observó la presencia de vegetación flotante (*Nymphaea sp.*) en el humedal herbáceo durante las temporadas de secas y de lluvias, a diferencia del manglar que solo durante la temporada de nortes presentó vegetación sumergida libre (*Cabomba sp.*). De acuerdo con Pérez-Rodríguez *et al* (2003) y Arias-Díaz *et al* (2007) la aparición de las larvas y adultos está condicionada a la aparición de vegetación emergente y sumergida donde estos se desarrollan al igual que otras especies de insectos acuáticos.

En cuanto a las familias más abundantes encontramos a Libellulidae, Coenagrionidae (ambas del orden Odonata) y Dytiscidae (Coleoptera), con respecto a los odonatos su notoria abundancia pudo estar ligada a la amplia distribución que tienen en el país y a la gran diversidad de géneros y especies de estas dos familias (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996 y González-Soriano *et al.*, 2011). De las tres familias de Odonata, Libellulidae fue la única que se encontró durante las

tres temporadas y en ambos sitios de muestreo, representada por el género *Tramea* sp. La presencia de esta especie en los dos sitios de muestreo pudo deberse a que se encuentra asociada a sistemas lénticos entre el detritus, hidrófitas y macroalgas (Lanza-Espino *et al.*, 2000), y además a su tolerancia a ciertos niveles de salinidad. Coincidiendo con las características de dichos sitios, los individuos colectados en el manglar fueron encontrados entre la hojarasca y la vegetación acuática. Mientras que los géneros de *Leptobasis* sp. (Coenagrionidae) y *Coryphaeschna* sp. (Aeshnidae) solo se registraron en el humedal herbáceo durante la temporada de secas y lluvias. Esto quizás se debió a los requerimientos de estos grupos para ovipositar, ya que las hembras de estas especies insertan sus huevos dentro de las plantas (ovoposición endofítica) (Lanza-Espino *et al.*, 2000; González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 2014). Por el contrario, en el manglar la vegetación hidrófita se presentó hasta la temporada de nortes, posterior a la época reproductiva de dichos géneros, además de que no existen evidencias que *Leptobasis* y *Coryphaeschna* ocupen hábitats salobres como los del manglar.

En cuanto a la familia Dytiscidae por el ciclo de vida que presenta posibilita encontrarla durante todo el año, ya que presenta larvas y adultos totalmente acuáticos. En trabajos realizados sobre abundancia y diversidad de coleópteros Berti-Moser *et al* (2003); Sánchez-N y Amat-García (2005); Pérez-Bilbao y Garrido (2008) y López-Pérez y Millán Sánchez (2012) mencionan a esta familia dentro de las más abundantes con respecto a las comunidades de insectos acuáticos. Esta familia se encontró asociada en ambos sitios de muestreo, podría deberse a que los

adultos no toman el oxígeno en el agua si no se encuentra en condiciones adecuadas (Arias-Díaz *et al.*, 2007 y Bouchard, 2009) como se presentó en el manglar durante la temporada de nortes donde los valores de oxígeno fueron más bajos en comparación con el humedal herbáceo.

Dytiscidae en comparación con las familias de Odonata mostró una mayor riqueza de géneros, de acuerdo con Torres *et al* (2008), Domínguez y Fernández (2009) mencionan que esta familia es una de las más diversas dentro de los coleópteros acuáticos en ambientes lénticos. Mientras que la riqueza de géneros en Odonata fue baja en comparación con otros estudios realizados en humedales (Figuroa *et al.*, 2009; Millán-Jiménez, 2009; Maltchik *et al.*, 2012), esto podría deberse a diversos factores como la heterogeneidad de plantas acuáticas, a las características particulares del hidropériodo de cada humedal (fluctuación en los niveles de agua), a la salinidad, y muchos otros factores a los que cada comunidad se encuentra adaptada (Butler y deMaynadier, 2008 y Gómez-Anaya y Novelo-Gutiérrez, 2015).

Por otra parte, el orden Hemiptera también presentó un mayor número de familias con respecto a todas las familias de insectos acuáticos reportados, sin embargo, un menor número de géneros en comparación con el orden Coleoptera esto podría deberse a la complejidad estructural al no tener una gran diversidad de nichos ecológicos (Fernández y López Ruf, 2006). De acuerdo con Merritt y Cummins (1996) algunos hemípteros depositan sus huevos en la vegetación acuática y durante la madurez se encuentran generalmente asociados a hidrófitas flotantes o sumergidas como fue el caso de las familias Naucoridae y Belostomatidae. En cuanto

a su abundancia fue mayor durante la temporada de lluvias coincidiendo con la presencia de vegetación acuática en el humedal herbáceo permitiendo mayor número de refugios, de igual forma en esta época familias como Notonectidae completan su desarrollo, explicando la gran abundancia en esta temporada (Usinger, 1974). La ausencia o el menor número de individuos en las demás temporadas puede estar relacionado al tipo de vegetación (hidrofita) al igual que a las condiciones climáticas, por ejemplo, en la temporada de nortes las bajas temperaturas que se presenta durante el invierno hacen que algunas familias tienden a hibernar o vuelan a otros cuerpos de agua (Usinger, 1974 y Merritt y Cummins, 1996). Por último, la familia Belostomatidae (Hemiptera) fue la única que se encontró en el humedal herbáceo como en el manglar durante las tres temporadas. Esta familia pudo haberse encontrado en este último sitio debido a que durante la época de invierno se entierran en el fango o entre la hojarasca a diferencia de las demás familias que en ocasiones vuelan (Usinger, 1974; Menke, 1979 y Choate, 2013).

Los órdenes Diptera y Ephemeroptera fueron menos diversos que los anteriores. En particular, Diptera estuvo representado por las familias Culicidae y Chironomidae, para la familia Culicidae autores como Trama *et al.*, (2009); Rivera-Usme (2011); Scheibler y Ciocco (2013); Peralta-Argomeda y Huamantínco-Araujo (2014); y Domínguez (2015) reportaron que esta familia se encuentra dentro de las más comunes en humedales debido a que las larvas tienen preferencias por habitar sistemas lénticos, sin embargo, no presentaron abundancias altas con respecto a

las demás familias del orden Diptera. Estos mismos autores reportan a la familia Chironomidae como la más abundante dentro del orden Diptera.

En particular, en el trabajo de Trama *et al.*, (2009) se obtuvo para la familia Culicidae el 10% de la abundancia a diferencia de la familia Chironomidae que alcanzó el 20.26%. Así mismo, Rivera-Usme (2011) menciona que para Culicidae se obtuvo el 1% de la abundancia, mientras que, Chironomidae alcanzó el 7%. En este trabajo se reporta una menor abundancia para la familia Culicidae el cual fue de 22% con respecto a las demás familias de insectos acuáticos. A diferencia de la familia Chironomidae que alcanzó el 26%.

Por otra parte, la mayor abundancia de la familia Chironomidae pudo deberse a la gran tolerancia a la materia orgánica, (Velasco *et al.* 1998; Carranza, 2006) a la alta disponibilidad de alimento y a la posible reducción de los depredadores que no se observaron durante las colectas como son peces, algunas familias de hemípteros y coleópteros al igual de competidores como crustáceos, así como también, su amplio rango de condiciones bajo las cuales son capaces de sobrevivir a diferencia de otros grupos de insectos acuáticos (Carranza, 2006). La mayoría de las larvas son dulceacuícolas lo que pudo haber influido en la presencia de esta familia en el manglar, debido a que durante la temporada de nortes los niveles de salinidad fueron bajos (4.27 ppt) con respecto a las concentraciones de salinidad durante la temporada de secas (19.65) y lluvias (9.76), permitiendo el desarrollo de las larvas (Merritt *et al.*, 2008; Hanson *et al.*, 2010 y Sotelo-Casas *et al.*, 2014). Por otro lado, esta familia es altamente tolerante a condiciones anóxicas debido a que algunas

especies tienen hemoglobina la cual almacena el oxígeno, lo que les permite dominar en las comunidades de invertebrados en condiciones adversas para las demás especies (McCafferty, 1983; Jiménez y Springer, 1996 y Trama *et al.*, 2009). Lo anterior podría explicar otras de las razones por las que la familia estuvo presente en el manglar ya que durante la colecta los individuos fueron de tonalidad roja, indicando la presencia de hemoglobina, mientras que las condiciones de ORP fueron más bajas (-49 mV) a diferencia del humedal herbáceo (-13 mV).

Por último, el orden Ephemeroptera solo estuvo representado por la familia Caenidae y un solo género, *Caenis sp.*, encontrándose solo en las temporadas de secas y lluvias, con mayor abundancia durante esta última temporada, pudiendo estar ligado con la reproducción y emergencia de esta familia durante los periodos de lluvias (Camousseight, 2008). Mientras que la presencia de solo un género de Ephemeroptera pudo deberse a que soporta un amplio rango de condiciones ambientales y puede vivir en aguas contaminadas y eutrofizadas con altas temperaturas y bajas condiciones de oxígeno, donde muchas otras especies no pueden sobrevivir (Flowers y De la Rosa, 2010). Estudios realizados en ambientes lénticos como los de Peralta *et al.* (2007); Figueroa *et al.*, (2009); García-Soto *et al.*, (2009); Chávez y Orantes (2010) encontraron a este género relacionado con concentraciones bajas de oxígeno.

## 7.2 Diversidad

El número de especies efectivas ( ${}^1D$ ) es el número de especies que tendría una comunidad hipotética en la que todas las especies fueran igualmente comunes, conservando la abundancia relativa promedio de la comunidad estudiada (Jost 2006). El concepto de esta unidad de medición de la diversidad es mucho más fácil de entender en términos biológicos, que unidades como los bits o los nats que expresa el índice de entropía de Shannon (Moreno *et al.* 2011). Una ventaja importante del número de especies efectivas es que permite evaluar directamente la magnitud de cambio entre comunidades. Por ejemplo, en estos resultados, durante la temporada de lluvias y nortes la diferencia entre 4.48 (lluvias) y 3.78 (nortes) especies efectivas significa que la temporada de lluvias tiene 1.18 veces más diversidad que la temporada de nortes. Lo que podría implicar que en la temporada de nortes hay una pérdida del 15.62% de la diversidad de insectos acuáticos, la cual se puede atribuir a que durante la temporada de nortes es cuando la mayoría de insectos acuáticos tienden a emigrar debido a las bajas temperaturas (Velasco *et al.*, 1988), afectando también la tasa de desarrollo larval al influir en el metabolismo y asimilación del alimento (Sweeney, 1984). Las relaciones directas con el índice de entropía de Shannon no son posibles, porque este índice no tiene un comportamiento lineal y daría un valor distorsionado de la diferencia real: una entropía de 1.5 y 1.33 nats señala equivocadamente que en la temporada de nortes sólo se ha perdido el 11.33% de la diversidad de insectos acuáticos, si dicha diversidad se midiera con el índice de entropía de Shannon. Por ello, la evaluación de la diversidad a través del número de especies efectivas constituye un método

mucho más valioso que otros índices tradicionalmente utilizados como medidas de diversidad, especialmente para la comparación entre comunidades, que constituye un objetivo de trabajo muy frecuente en ecología y biología de la conservación (García-Morales *et al.*, 2011)

La temporalidad tuvo un efecto notorio sobre la diversidad de los insectos acuáticos, siendo más contrastante en la época de nortes donde alrededor del 50% de las familias estuvieron ausentes en comparación con las épocas de lluvias y secas. Esto puede deberse a que estas últimas comprenden el período más importante para la reproducción, ovoposición y desarrollo de los insectos acuáticos, ya que intervienen factores ambientales como la temperatura del agua y la precipitación que estimulan la emergencia de los imagos (Velasco *et al.*, 1998; Bueno, 2010; Guevara-Mora, 2011). Por otra parte, la disponibilidad de alimento y de sitios para la ovoposición durante estas temporadas optimiza el desarrollo de las larvas (Corbet, 1964; Sweeney, 1984; Tierno de Figueroa, 2000).

Contrario a lo anterior, en la temporada de nortes es cuando la mayoría de insectos acuáticos tienden a emigrar debido a las bajas temperaturas (Velasco *et al.*, 1988), afectando también la tasa de desarrollo larval al influir en el metabolismo y asimilación del alimento (Sweeney, 1984). Esto explicaría los valores obtenidos en la equitatividad, ya que durante la temporada de nortes se obtuvo mayor equidad al tener un menor número de taxa con números de individuos equitativos, a diferencia de la época de secas que obtuvo un menor valor de equidad, al presentar una desigualdad entre la abundancia de sus familias.

### **7.3. Relación de los parámetros físico-químicos (ORP, Salinidad, pH y temperatura) y las familias de insectos acuáticos**

De acuerdo con el RDA los parámetros que se relacionaron positivamente con algunas familias de insectos fueron el ORP, pH y temperatura durante la temporada de nortes, mientras que en la temporada de lluvias y secas estos mismos parámetros se relacionaron negativamente, la temporalidad también fue otro factor que condicionó la presencia de las familias de insectos acuáticos.

Durante la temporada de secas las familias que se relacionaron a esta temporada de acuerdo a su abundancia fueron Culicidae, Caenidae, Corixidae, Scirtidae, Aeshnidae y Naucoridae, así mismo, se relacionó concentraciones de oxígeno bajo durante esta temporada, la presencia y tolerancia de estas familias en estas condiciones se debe a que pueden tomar oxígeno de la atmósfera como es el caso de las familias Culicidae, Naucoridae, y Corixidae. Culicidae en su etapa larvaria poseen adaptaciones morfológicas como sifones y espiráculos que les permite respirar aire y desarrollarse en bajas concentraciones de oxígeno (Merritt y Cummins, 1996). Al igual que Corixidae toma burbujas de aire para poder respirar bajo la superficie del agua (Contreras-Rivero *et al.*, 2005). Mientras que, Caenidae puede soportar un amplio rango de condiciones ambientales como por ejemplo vivir en altas temperaturas y bajos niveles de oxígeno (Flowers y De la Rosa, 2010). En cuanto los Aeshnidae en condiciones bajas de oxígeno, crean flujos de agua para el intercambio de gases (Ramírez, 2010).

La temperatura también jugó un papel importante en el establecimiento de insectos, de acuerdo al RDA las familias asociadas a esta variable fueron Coenagrionidae y Notonectidae durante la temporada de lluvias. Sin embargo, en este trabajo la temperatura promedio fue de 28.6, lo cual es óptima para el establecimiento de la comunidad de insectos acuáticos (Hershey y Lamberti, 2001; Merritt *et al.*, 2008). Hershey y Lamberti (2001) menciona que los insectos pueden soportar temperaturas hasta los 40°, aunque a mayor temperatura puede influir en la diversidad de insectos. Por último, durante la temporada de nortes se obtuvieron los niveles de ORP más altos y de pH neutro a ligeramente alcalino. A pesar de esto la abundancia no fue mayor en comparación con la temporada de lluvias, esto es debido a que durante esta época la mayoría de insectos acuáticos tienden a emigrar debido a las bajas temperaturas que se presentan (Velasco *et al.*, 1988). Sin embargo, el manglar se vio favorecido en la disminución de los parámetros de salinidad, ORP ya que permitió el establecimiento de los insectos acuáticos al igual que los niveles de inundación fueron más constantes.

Finalmente, la diversidad y abundancia de insectos acuáticos en el humedal herbáceo cambia entre temporadas (Secas, Lluvias y Nortes) al igual que las variaciones de los parámetros físico-químicos. Por otra parte, los niveles de inundación y la salinidad en el manglar son factores importantes que determinaron la riqueza de especies y abundancia de insectos acuáticos.

## VIII. CONCLUSIONES

- El humedal herbáceo fue donde se encontró el mayor número de individuos (1424), géneros (23) y familias (14) durante las tres temporadas, a diferencia del Manglar que solo se encontraron insectos acuáticos en la temporada de nortes (6 géneros).
- El mayor número de géneros registrados pertenecen al Orden Coleoptera.
- La abundancia a nivel de orden fue mayor para Coleoptera, Odonata y Hemiptera durante las tres temporadas.
- Los órdenes Coleoptera y Hemiptera fueron los que mayor número de familias presentaron, 4 familias cada uno.
- En cuanto a la abundancia de familias por temporada, la familia Coenagrionidae fue la que presentó mayor número de individuos en la temporada de secas, mientras que en la época de lluvias fue la familia Notonectidae. La temporada de nortes estuvo dominada por la familia Chironomidae.
- La diversidad verdadera fue mayor en la temporada de lluvias y menor para la temporada de nortes.
- La temporada de nortes mostró la mayor equidad, a diferencia de la temporada de secas donde fue menor.
- La correlación de los parámetros físico-químicos con la abundancia de las familias fue significativa para los parámetros (ORP, salinidad, pH y temperatura).

## **IX. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO**

El creciente interés por conocer el estado de los cuerpos acuáticos en el tiempo ha causado una revolución en el uso de diversas especies como indicadores biológicos. Dentro de los indicadores, los macroinvertebrados y en particular los insectos acuáticos, son uno de los grupos con mayor facilidad de capturar, algunas especies son sensibles a las diferentes perturbaciones ambientales convirtiéndolos en organismos claves para determinar la calidad del agua de un ecosistema. Sin embargo, para poderlos usar como indicadores biológicos es necesario realizar diferentes estudios entre los que destacan los de diversidad, para poder generar conocimiento básico que pueda coadyuvar en el diagnóstico de la calidad del agua. El conocimiento de la diversidad de insectos acuáticos es fundamental en los ecosistemas acuáticos, ya que nos permite saber el grado de perturbación que pueden sufrir los cuerpos de agua por las actividades del hombre. La presencia o ausencia, la abundancia, así mismo, la equidad con que se reparten el recurso los individuos de cada especie se asocia a la buena o mala calidad de las aguas, por lo tanto, el realizar estudios de diversidad da un panorama de las especies presentes para posteriores estudios de biomonitoreo tanto en humedales como en otros cuerpos de agua. Finalmente, este trabajo brinda información básica y necesaria para conocer las comunidades de insectos acuáticos, con el fin de establecer las bases para una futura aplicación como indicadores biológicos, ya que hasta el momento estos sitios no se encuentran perturbados por el hombre. Sin embargo, se tiene información de proyectos a gran escala como el desarrollo

portuario Tuxpan cerca de estas zonas, de esta manera este trabajo sería un antecedente de estos sitios ante los posibles cambios que puedan sufrir

## X. BIBLIOGRAFÍA

Adler, P. y Footitt, R. 2009. Insect Biodiversity. Ed. Garsington Road, Oxford. 627 pp.

Alonso Eguía-Lis, P. E. 2007. Importancia del estudio de la entomofauna acuática para la conservación y manejo sustentable de sistemas dulceacuícolas de México. Enfoque y perspectivas. Pp 9-23. *En: Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación.* Novelo-Gutiérrez, R. y Alonso Eguía-Lis, P.E. (eds.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Arce, O.O. 2006. Indicadores biológicos de calidad del agua. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental, Cochabamba, Bolivia. 21 pp.

Arce-Pérez, R. 2004. Primer registro del genero *Suphis* Aubé, 1836 (Coleoptera: Noteridae) para México. *Folia Entomológica Mexicana*. 43(3): 321-322.

Arce-Pérez, R., Gómez-Anaya, J. A. y Novelo-Gutiérrez, R. 2010. Coleópteros acuáticos de la zona de influencia De la central hidroeléctrica “ing. Fernando Hiriart Balderrama” (C. H. Zimapán), hidalgo, México. *Coleoptera: Polyphaga y Myxophaga. Acta Zoológica Mexicana* 26(3): 639-667.

Arce-Pérez, R. y Morón, M. A. 2011. Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e

Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 491-514.

Arce-Pérez, R. y Novelo-Gutiérrez, R. 1990. Contribución al conocimiento de los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 78: 29-47.

Arias-Díaz, D. M., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G. y Villa-Navarro, F. A. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasía*. 29(1):177-194

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Barba-Álvarez, R., De la lanza-Espino, G., Contreras-Ramos, A. y González-Mora, I. 2013. Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 84:381-383.

Basáñez-Muñoz, A. 2005. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 2-

Bhubaneshwari Devi, M., Sandhyarani Devi, O. y Salam Dineshwar, S. 2013. Taxonomic description of a new species of the genus *Hydrocanthus* (Coleoptera: Noteridae) from the Loktak Lake of Manipur, North East India. *Journal on New Biological Reports*. 2(3): 241-245.

Bernal-Vega, J. A. y Castillo, H. M. 2012. Diversidad, distribución de los insectos acuáticos y calidad del agua de la subcuenca alta y media del Río Mula, Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*. 14(1): 35-52.

Berti-Moser, J., Navarro-Bueno, E. y González Rivas, J. 2003. Lista de géneros de Coleoptera asociados a hábitats larvarios de *Anopheles aquasalis* (Diptera: Culicidae) en humedales de la península de Paria, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. 43(2): 31-36.

Bennetti, J., Régil-Cueto, J. A. y Garrido-González, J. 2003. Estudio faunístico de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) en el municipio de Gramado, sur de Brasil. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 32: 37-44.

Blom, C. W. P. M. y Voeselek, L. A. C. J. 1996. Flooding: the survival strategies of plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 290-295.

Bouchard, R. W. Jr. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.

Bouchard, R.W., Jr. 2009. Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professionals. Available Online. 218 pp.

Bueno, R. (2010). Bioecología, diversidad e interés epidemiológico de los culícidos mediterráneos (Diptera: Culicidae). Universidad de Valencia. Valencia, España. 390 pp.

Buffa, L. 2009. Insectos Acuáticos. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba, Argentina. 5 pp.

Butler, G. R. y deMaynadier, G. P. 2008. The significance of littoral and shoreline habitat integrity to the conservation of lacustrine damselflies (Odonata). Journal of Insect Conservation. 12: 23-36.

Carranza, H. X. 2006. Evaluación de la fauna de dípteros (Insecta: Diptera) acuáticos de las cuencas de los ríos Prado y la parte baja de Amoyá en el departamento del Tolima. Tesis de licenciatura. Universidad del Tolima. Ibagué.

Camousseight, A. 2008. Diversidad de especies. Pp. 135. *En: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos*. Conama (ed). Santiago de Chile.

Charles, L., Charles, K., Rodríguez, A., Quiroz, H., Martínez, D., Solís, C. y Mohammad, B. 1988. Selectividad de presas de *Laccophilus fasciatus* AUBE (Coleoptera: Dytiscidae). *Vedalia* 5: 47-50.

Chávez, J. M. y Orantes, E. E. 2010. Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador. Tesis de licenciatura. Universidad de el Salvador. El Salvador.

Choate, M. P. 2013. Giant Water Bugs, Electric Light Bugs, Lethocerus, Abedus, Belostoma (Insecta: Hemiptera: Belostomatidae). Entomology and Nematology Department. 2-5.

Colwell, R. K. y Coddington, J. A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Biological Sciences*. Gran Bretaña. 345(1311): 101-118.

Contreras-Rivero, G.; Camarillo-de la Rosa, G.; Navarrete-Salgado, N. A. y Elías-Fernández, G. 2005. Corixidae (Hemiptera, Heteroptera) en el lago urbano del parque Tezozomoc, Azcapotzalco, Mexico, D.F. *Revista Chapingo Series Ciencias Forestales y del Ambiente*. 11(2): 93-97.

Corbet, P. S. 1964. Temporal patterns of emergence in aquatic insects. *Entomología Canadiense*. 96: 264-279.

Cruz-Miranda, S. G., Stanford-Camargo, S G., Ibarra-González, M. P., Medina-Ortiz, G. R. y Morales Moreno, A. 2015. Hidrofílicos (Coleoptera: Hydrophilidae) de dos localidades de la sierra de Huautla Morelos, México. *Entomología Mexicana*. 2: 608-612.

Cummins, K.W. y Merritt, R. W. 2001. Application of invertebrate functional groups to wetlands ecosystem function and biomonitoring. Pp.85-111. *En*: Bioassessment and management of North America freshwater wetlands. In R.B. Rder, D.P. Batzer and S.A. Wissinger (eds.). Ed. John Wileyh and Sons INC, New York.

Dominguez, G. C. J. 2015. Caracterización de la Comunidad de Mosquitos (Diptera: Culicidae) de dos Humedales del Campus de la Universidad de Carabobo. Tesis de maestria. Universidad de Carabobo. Bárbula.

Domínguez E., y Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo. 656 pp.

Epler, J. H. 2006. Identification manual for the aquatic and semi-aquatic Heteroptera of Florida (Belostomatidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Ochteridae, Pleidae, Saldidae, Veliidae). Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Florida.

Fenoglio, S., Badino, G. y Bona, F. 2002. Benthic macro-invertebrate communties as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua. *Revista de Biología Tropical, Costa Rica* 50(3-4): 1125-1131.

Fernández, L. A. y López Ruf, M. L. 2006. Aquatic Coleoptera and Heteroptera inhabiting waterbodies from Berisso, Buenos Aires province, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. 54(1): 139-148

Figueroa, R., Araya, E., Parra, O. y Valdovinos, C. 1999. Macro-invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. *En: Resúmenes Sexta Jornada del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional-CONA PHI*, Centro de Ciencias Ambientales, EULA, Concepción, Chile.

Figueroa, R.; Valdovinos, C.; Araya, E. y Parra, O. 2003. Macro-invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 275-285.

Figueroa, R., Suarez, M. L., Andreu, A., Ruiz, V.H. y Vidal-Abarca, M. R. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. *Gayana*. 73(1): 76-94.

Flowers, R.W. y De la Rosa, C. 2010. Ephemeroptera. *En Macroinvertebrados agua dulce de Costa Rica I*. Springer, M., Ramírez A. & P. Hanson (eds.). *Revista de Biología Tropical*. 58(4): 63-93.

García-Morales, R., Moreno, E.C. y Bello-Gutiérrez, J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*. 2(3): 205-215.

García-Ramírez, C. I. 2007. Diversidad de insectos acuáticos del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Hidalgo.

García-Soto, P. E., Reyes-Morales, E. M., Oliva-Hernández, B. E., Armas-Quiñónez, A. G. y Valladares-Jovel, B. S. 2009. Distribución de los insectos acuáticos en cuerpos lénticos de la Biosfera Maya: Indicadores biológicos de la calidad del agua. Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente. 66 pp.

Gómez-Anaya, J. A. y Novelo-Gutiérrez, R. 2015. A case of successful restoration of a tropical wetland evaluated through its Odonata (Insecta) larval assemblage). *Revista de Biología Tropical*. 63(4): 1043-1058.

González-Soriano, E., Noguera, F. y Oñate-Ocaña, L. 2011. A biodiversity hotspot for odonates in Mexico: the huasteca potosina, San Luis Potosí. *Odonatologica*. 40(3): 179-190.

González-Soriano, E. y Novelo-Gutiérrez, R. 1996. Odonata. Pp.147-167. *En: Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J.E Llorente-Bousquets, A. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.), UNAM. México, D.F.

González-Soriano, E. y Novelo-Gutiérrez, R. 2014. Biodiversidad de Odonata en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 85: 243-251.

Guevara, Y. J., Ballesteros, G., Cuello, N. y Muñoz, G. 2009. Reconocimiento de odonatos (Odonata) en plantas acuáticas en la Ciénaga de Purísima, Córdoba,. *Biología VIII*, Universidad de Córdoba. Colombia. 1-5.

Guevara-Mora, M. 2011. Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista Biológica Tropical*. 59(2): 635-654.

Graterol, H., Goncalves, L., Medina, B. y Pérez, B. 2005. Insectos acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Guacara, Carabobo-Venezuela. *Scielo Colombia*. 2-11.

Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. 2010. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *En* Macroinvertebrados agua dulce de Costa Rica I. Springer, M., Ramírez A. & P. Hanson (eds.). *Revista de Biología Tropical*. 58(4): 3-37.

Hauer, F. R. y Resh, V. H. 1996. Benthic macroinvertebrates. pp. 339-369. *En: Methods in stream ecology*. Hauer, F.R. and Lamberti, G.A. (ed.). Academy Press, New York. 674 pp.

Hellawell, J. 1986. Biological indicators of fresh water pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishing, London & New York. 546 pp.

Hernández, A. I., Martínez, R., Moreno, D. y Martínez, L. 2009. Diversidad de insectos acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua de la microcuenca del Río Jutiapa en las quebradas Corralitos, Limones y Jutiapa del parque nacional La Tigra, Francisco Morazán, Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*. 10: 25-56.

Hernández-Sánchez, M. 2012. Aspectos ecológicos de *Geothlypis flavovelata* (Ridgway 1896), especie endémica del Noreste de México. Tesis de maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz.

Herrera, F. 2012. Naucóridos: chinches acuáticos, pequeños grandes desconocidos. *Bioma*. 2: 29–30

Herrera-Millán, M. J. 2005. Notonéctidos (Hemiptera, Cryptocerata: Notonectidae) de Venezuela: listado de especies y distribución geográfica. *Entomotropica*. 20(2): 115-120.

Hershey, A. y Lamberti, G. A. 2001. Aquatic insect ecology. Pp. 733-755 *En: Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. J. H. Thorp y A. P. Covich (Eds.). Academic Press, San Diego.

Hilsenhoff, W. L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Wisconsin Department of Natural Resource, Technical Bulletin 132: 22 pp.

INEGI. 2001. Tuxpan, Estado de Veracruz. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Mexico. 180 pp.

Jerez, V. y Moroni, J. 2006. Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. *Gayana*. 70(1): 72-81.

Jiménez, C. y Springer, M. 1996. Depth related distribution of benthic macrofauna in a Costa Rican crater lake. *Revista de Biología Tropical*. 44: 673-678.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363-375.

Junqueira, M. V., Amarante, M. C., Dia, C. F. S. y França, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidades das águas da bacia do Alto Río das velhas (MG/Brasil a través de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia* 12(1): 73-87.

Lanza-Espino, G., Hernández-Pulido, S. y Carbajal-Pérez, J. L. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Ed. Plaza y Valdés. San Rafael, D.F. 551 pp.

Lawrence, F.J. 2010. Scirtidae. Pp. 296-302. *En: Handbook of Zoology. Coleoptera, Beetles Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. (ed). Eds. Rolf G. Beutel, Richard A. B. Leschen. Berlín.

Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. (1): 283-322.

López-Pérez, J. J. y Millán-Sánchez, A. 2012. Catálogo de los Adepaga acuáticos (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydrobiidae y Noteridae) de la provincia De Huelva (suroeste de Andalucía, España). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 51: 251-260.

Machado, T. y Ramírez, J. J. 2003. Los macro-invertebrados acuáticos y su relación con los cambios en las variables físicas y químicas como indicadores de la calidad ecológica de la cuenca del río Negro. Universidad de Antioquia - Convenio Cornare. 297 pp.

Maltchik, L., Dalzochio, S. M., Stenert, C. y Rolon, S. A. 2012. Diversity and distribution of aquatic insects in Southern Brazil wetlands: implications for biodiversity conservation in a Neotropical region. Revista de Biología Tropical. 60 (1): 273-289.

Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. (37): 385-408.

Marquetti, M. (2008). Aspectos bioecológicos de importancia para el control de *Aedes aegypti* y otros. Editorial Universitaria. Ciudad de la Habana, Cuba. 180 pp.

Mathuriau, C., Mercado-Silva, N., Lyons, J. y Martínez-Rivera, L. M. 2007. Los peces y macro invertebrados como bioindicadores para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos en México: Estado actual y perspectivas. Retos de la investigación del agua en México. 17 pp.

Mazzucconi, S., López Ruf, M. L. y Bachmann, A. O. 2009. Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. Pp. 167–231. *En: Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. E. Domínguez y H.R. Fernández (Eds.). Ed. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.

McCafferty, W. P. 1983. Aquatic Entomology. The fishermen's and ecologists' Illustrated guide to insects and their relatives. Ed. Jones and Barlett Publishers, Inc., Boston, EU. 427 pp.

Medianero, E. y Samaniego, M. 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Folia Entomológica Mexicana*. 43(3): 279-294.

Megna, Y. S. y Deler, A. 2006. Composición taxonómica, distribución y bionomía de la familia Noteridae (Coleoptera: Adephaga) en Cuba. *Sociedad Entomológica Argentina*. 65(1-2): 69-80.

Menke, S. A. 1979. The semiaquatic and aquatic Hemiptera of California (Heteroptera: Hemiptera). *Bulletin of the California insect survey*. University of California. 21: 16-176.

Merritt, R. W. y Cummins, K. W. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Ed. Colorado E. Y Polhemus J. T. Kendall Hunt Publishing Company. USA. 862 pp.

Merritt, R. W., Cummins, K. W. y Berg, M. B. 2008. An Introduction to the Aquatics Insects of North America. Ed. Kendall/Hunt Publishing Co, U.S.A. 1157 pp.

Millán, A., Moreno, J. L. y Velasco, J. 2001. Estudio faunístico y ecológico de los coleópteros y heterópteros acuáticos de las lagunas y humedales de Albacete. Revista de estudios Albacetenses. (2): 167-214.

Millán-Jiménez, C. 2009. Insectos acuáticos del Humedal Timbique en el corregimiento del Bolo–Palmira (Valle del Cauca, Colombia). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 10(1): 30-36.

Mitsch, W.J. y Gosselink J. G. 2000. Wetlands. 3a. ed. John Wiley & Sons Inc., Nueva York. 571 pp.

Mohammad, H., Zabeih, B., Garza-Cuevas, R., Garza-Almanza, V. y Landeros-Flores, J. 2005. Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados. CULCyT. (6): 17.

Montoya, M. Y.; Acosta, G. Y.; Zuluaga, Z. E. y García, A. 2007. Evaluación de la biodiversidad de insectos acuáticos y de calidad físico-química y biológica del río Negro (Antioquia-Colombia). Revista UCO. 23: 71-87.

Moreno, C. E. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. 49 pp.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza. 1: 1-84.

Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, P. N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.

Moreno-Casasola, P. e Infante, D. M. 2009. Manglares y selvas inundables. Instituto de Ecología A. C. CONAFOR y OIMT. México. 150 pp.

Moreno-Casasola, P. e Infante, D. M. 2010. Veracruz: tierras de Ciénegas y Pantanos. Mexico: Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaria de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución. 412 pp.

Moreno-Casasola B. P. y R. Landgrave, 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Investigación ambiental*. 4(1):19-35.

Moreno-Casasola, P. y Warner, B. 2009. Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable no 1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México. 406 pp.

Moreno-Pallares, M. I. 2011. Distribución espacial y temporal de las comunidades de náyades de Odonatos en los humedales la Vaca y Santa María del lago, Bogotá, Colombia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Nardi, Gialuca. 2004. Adepagous water beetles: faunistics, ecology and conservation (Coleoptera, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae). *Not científica*. 3: 65-115.

Needham, G. J., Westfall, Jr. M. J. y May, M. L. 2000. Dragonflies of North America. Bellingham. 561 pp.

Niba, A.S. y Samways, M.J. 2006. Remarkable elevational tolerance in an African Odonata larval assemblage. *Odonatologica* 35(3): 265-280.

Norma-Rashid, Y., Mohd-Sofian, A. y Zakaria-Ismail, M. 2001. Diversity and distribution of Odonata (dragonflies and damselflies) in the fresh water swamp Lake Tasek Bera, Malaysia. *Hydrobiology*. 459: 135-146.

Novelo-Gutiérrez, R. 2007. El estudio de los odonatos (Insecta-Odonata) en México. Enfoque y perspectivas. *En: Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación*. Novelo-Gutiérrez, R. y Alonso-Eguía, P. E,(ed.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Novelo-Gutiérrez, R., Gómez-Anaya, J. A. y Árce-Perez, R. 2002. Community structure of Odonata larvae in two streams in Zimapán, Hidalgo, México. *Odonatologica* 31(3): 273-286.

Novelo-Gutiérrez, R. y González-Soriano, E. 1990. Odonata de la reserva de la biosfera de la Michilía, Durango, México. Parte II. Náyades. *Folia Entomológica Mexicana*. 81: 108-164.

Oscarson, H. G. 1987. Habitat segregation in a water boatman (Corixidae) assemblage- the role of predation. *Oikos*. 49: 133-140.

Paredes, E. Ch., Lannacone, J.O. y Alvarino, F.L. 2005. Uso de macro-invertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rimac, Lima-Callao, Perú. *Revista Colombiana de Entomología* 31(2): 219-225.

Peralta, P. L. A., Deloya C. y Moreno-Casasola, P. 2007. Insectos Acuáticos Asociados a los Lagos Interdunarios de la Región Central del Estado de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*. 36(3): 342-355.

Peralta-Argomeda, J. y Huamantínco-Araujo, A. 2014. Diversidad de la Entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 49(2): 109-120.

Pérez-Bilbao, A., Bennetti, C. J. y Garrido, J. 2012. Nuevas aportaciones al conocimiento de los heterópteros acuáticos (Heteroptera: Gerromorpha y

Nepomorpha) en humedales de Galicia (N.O. España). Boletín Asociación española Entomológica. 36(1-2): 87-107.

Pérez-Bilbao, A. y Garrido, J. 2008. Diversidad de Coleópteros acuáticos en las Gándaras de Budiño (zona LIC, Red Natura 2000) (Pontevedra, España). Boletín de la Sociedad Entomológica de Francia. 113(3): 343-350.

Pérez-Munguía, R. M. 2007. Uso de los macro invertebrados acuáticos en el monitoreo ambiental de ríos y arroyos. Enfoque y perspectivas. Pp. 9-23. *En: Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación.* Novelo-Gutiérrez, R. y Alonso-Eguía Lis, P.E. (ed.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Pérez-Rodríguez, R., Saldaña-Arias, A., Badillo-Solís, A. y Vicente-Velázquez, V. 2003. Datos ecológicos sobre Dytiscidae Hydrophilidae (Insecta: Coleoptera) de tres embalses de Tlaxcala, México. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural.* 1: 57-67.

Pineda-López, R., Pérez-Munguía, R. M., Mathuriau, C., Villalobos, J. L., Barba-Álvarez, R., Bernal, T. y Barba-Macías, E. 2014. Protocolo de muestreo de macroinvertebrados en aguas continentales para la aplicación de la norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012). WWF México. 47 pp.

Pino-Seles, R. y Bernal-Vega, J. A. 2009. Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua. *Revista Gestión y Ambiente.* 12(3): 73-84.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. y Rieradevall, M. 2009. Los macro invertebrados como indicadores de calidad de las aguas. Pp. 2-26. *En: Macro invertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología*. Domínguez E, Fernández HR (ed.). Ed. San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo.

Pujante-Mora, A. M. 1997. Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas. *Bol. Sociedad Entomológica Aragonesa*. (20): 277-284.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Página electrónica (<http://www.R-project.org/>).

Ramírez, A. 2010. Odonata. *Revista de Biología Tropical*. 58(4): 97-136.

Ramos-Ramos. M. 2010. Caracterización del hábitat y abundancia de nueve aves sujetas a protección especial. En el manglar de Tumilco, Tuxpan, Veracruz, México. Tesis de maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz.

Roldan, P. G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 529 pp.

Roldan, P. G. 1996. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Bogotá (Colombia): Fondo FEN Colombia.1-95.

Rivera-Usme, J. J. 2011. Relación entre la composición y biomasa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y las variables físicas y químicas en el humedal Jaboque Bogotá-Colombia. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

Roldan, P. G. 1998. Los macro invertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Ecología. Revista Académica Colombiana de Ciencias*. 23(88): 375-387.

Rzendowski, J. 1986. *Vegetación de México*. 2ª Edición. Ed. Limusa, México, D.F.

Sánchez-N, D. y Amat-García, G. D. 2005. Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia*. 27(2): 311-329.

Santiago-Fragoso, S. y Sandoval-Manrique, J. C. 2001. Coleópteros acuáticos y su relación con la dinámica fisicoquímica del Río Cuautla (Tramo Tetelcingo-Anenecuilco), Morelos, México. *Hidrobiológica*. 11(1): 19-30.

Sarukhán, J., Kolef, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., March, I., Mohar, A., Anta, S. y de la Maza, J. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 pp.

Seaby, R. M. y Henderson, P. A. (2006) *Species Diversity and Richness Version 4*. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.

Scheibler, E. E. y Ciocco, N. F. 2013. Diversity of aquatic Insects and other associated macroinvertebrates in an arid wetland (Mendoza Province, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 72(1-2): 41-53.

Segnini, S. 2003. El uso de los macro-invertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotrópicos*, Venezuela. 16(2): 45-63.

Steykal, G. C., Murphy, W. L. y Hoover, E. M. 1986 *Insects and mites: Techniques for Collection and Preservation*. United States Department of Agriculture. 1443: 1-103.

Sotelo-Casas, R. C., Cupul-Magaña, A. L. y Rodríguez-Troncoso, A. P. 2014. Primer registro del género *Clunio* (Diptera: Chironomidae) asociado a las comunidades coralinas de islas Marietas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 14-23.

Springer, M., Ramírez, A. y Hanson, P. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical*. 58(4): 3-240.

Suarez, M. L., Vidal-Abarca, R., Soler, A. G. y Montes, C. 1986. Composición y estructura de una comunidad de larvas de Odonatos (Zygoptera y Anisoptera) en un Río del SE de España: cuenca del río mula (río segura). *Anales de Biología*. 8: 53-63.

Sweeney, B. W. 1984. Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. Resh y Rosenberg (ed). *Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers. 56-100.

Tierno de Figueroa, J. M. 2000. Biología reproductora de algunos grupos de insectos acuáticos. *Aracnet. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 27: 121-125.

Trama, F. A., Rizo Patrón, V. y Springer, M. 2009. Macroinvertebrados bentónicos del humedal de Palo Verde, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 57(1): 275-284.

Torres-García, U. 2012. Diversidad de coleópteros acuáticos en causas permanentes e intermitentes de la cuenca de Xichú, Guanajuato, México. Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis de Maestría. 81 pp.

Torres, P. L. M., Mazzucconi, S. A., Michat, M. C. y Bachmann, A. O. 2008. Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional Calilegua (Provincia de Jujuy, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67(1-2): 127-144.

Usinger, L. R. 1974. Aquatic Hemiptera. Pp. 182-228. *En: Aquatic Insects of Californian*. Robert, L. Usinger (ed). Ed. University of Californian Press. Los Ángeles California.

Valladares, L. F., Criado, F. G., Vega-Moreno, F. J. y Carbajo, D. M. 2004. Estudio de la fauna de Odonatos de los humedales de Salburua (Vitoria-Gasteiz). Informe, Departamento de Biología Animal de la Universidad de León. 42 pp.

Valladares, L. F. y Miguélez, D. 2006. Primeros datos sobre la fauna de Coleópteros acuáticos de los humedales del acuífero de Los Arenales (Meseta Norte, España). *Sociedad Entomológica Italiana*. 85: 159-172.

Velasco, J., Suárez, M. R. y Vidal-Albarca, M. R. 1998. Factores que determinan la colonización de insectos acuáticos en pequeños estanques. *Ecología acuática*. 11: 87-99.

Villagrán-Mella, R., Aguayo, M. Parra, L. y González, A. 2006. Relación entre características del hábitat y estructura del ensamble de insectos en humedales palustres urbanos del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. (79): 195-211.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander van Humboldt. Bogotá Colombia. 236 pp.

Wallace, J. B. y Anderson, N. H. 1996. Habitat, life and behavioral adaptations of aquatic insects. En: Merritt R. W. y Cummins K. W. (Eds). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, Ed. Colorado E. Y Polhemus J. T. Kendall Hunt Publishing Company. USA. 41-73.

Ward, J. V. 1992. Aquatic Insect Ecology: Biology and Habitat. Ed. John Wiley and Sons, Nueva York. 456 pp.

Wissinger, A. S. 1988. Life history and size structure of larva dragonfly populations. J. N. Am. benthol. Soc. 7(1): 13-28.