



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**DIVERSIDAD DE LA ODONATOFAUNA ADULTA, EN XOCHITLA,  
ESTADO DE MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO**

**PRESENTA**

**WONG MUÑOZ JESÚS**

**DIRECTOR DE TESIS: BIÓLOGA MARCELA PATRICIA IBARRA GONZÁLEZ**



**Los Reyes Iztacala.**

**Junio del 2006.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“Porque las cualidades invisibles de él se ven claramente desde la creación del mundo en adelante, porque se perciben por las cosas hechas, hasta su poder sempiterno y Divinidad, de modo que ellos son inexcusables.” (Romanos 1:20)*

## *Dedicatoria*

*A mí papá por apoyarme y por tenerme paciencia. Por su gran esfuerzo de educarme e inculcarme sus valores y principios a pesar del idioma.*

*A mí mamá por darme ese amor abnegado que tienen las madres. Por estar siempre cerca de mí sin importar la distancia que nos separa. Por incluirme siempre en tus oraciones.*

*A mí hermana por los maravillosos momentos compartidos, sus largas pláticas y su amistad incondicional.*

*A mí hermano por que remas contra viento y marea. A pesar de las dificultades nos apoyamos y aprendemos a ser verdaderos hermanos.*

*A Edgar por que en el momento más difícil de mi vida apareciste, por tu irrespetuosidad, apoyo y amistad, por ser mi equipo.*

*A Tomás por que desde que te conocí no hubo día que no me sacaras una sonrisa, por ser mi equipo.*

*A Sandra que siempre estuviste conmigo en las malas y en las buenas como una amiga fiel, por tu honestidad y por ser mi equipo.*

*A mí equipo por que siempre los llevare en mi mente y corazón.*

*A Francisco Tiosol por que llegaste a mi vida cambiando el concepto de amistad, quiero que sepas que aunque es difícil reunirnos siempre te recuerdo.*

*A Roberto Méndez, por tu ayuda desinteresada en el transcurso de la carrera, por los desvelos compartidos.*

## *Agradecimientos*

*A la bióloga Marcela P. Ibarra por dirigirme en este trabajo. Gracias por su apoyo, interés y preocupación; sus consejos y ánimos fueron valiosos en todos los aspectos de mi vida.*

*Al M. en C. Sergio Stanford por sus consejos y por el inestimable apoyo brindado en el transcurso del presente trabajo, que sin él difícilmente estaría terminada esta tesis.*

*Al biólogo Antonio E. Cisneros por guiarme en los análisis ecológicos y su buena disposición en asesorarme.*

*Al biólogo Alberto Morales por sus revisiones, que ayudaron en gran manera a darle una estructura lógica al trabajo.*

*A la bióloga Angélica Mendoza porque sin ti este trabajo estaría incompleto, por soportarme y ayudarme en la etapa de muestreo.*

*A la Fundación Xochitla por permitirme trabajar en sus áreas verdes.*

*A Nayeli González por su gran disposición en ayudarme.*

*A la bióloga Saharay Cruz por su confianza y buenos momentos compartidos.*

*A Griselda Méndez y Karina Hernández por aguantar todas mis imperfecciones, que a pesar de las malas experiencias que vivimos me llevo de ustedes esos grandes momentos en que nos apoyamos.*

*Al biólogo Roberto Moreno por que sus encomios me ayudaron en mi desarrollo como estudiante.*

# Diversidad de la odonatofauna adulta, en Xochitla, Estado de México

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVOS.....	13
ÁREA DE ESTUDIO.....	14
Clima.....	14
Hidrología.....	14
Vegetación.....	14
MATERIALES Y MÉTODO.....	17
Trabajo de campo.....	17
Trabajo de laboratorio.....	17
Trabajo de gabinete.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Descripción del Listado Taxonómico.....	21
Riqueza Específica.....	26
Riqueza Específica y Abundancia Relativa.....	29
Frecuencias.....	30
Abundancia Relativa.....	31
Dominancia.....	33
Diversidad.....	34
Comparación de registros.....	35
Curva de Acumulación.....	38
Índice de valor de importancia.....	39
RECOMENDACIONES PARA LA FUNDACIÓN XOCHITLA.....	39
CONCLUSIONES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
ANEXO.....	45

## Índice mapas

Mapa 1. Ubicación de los lagos artificiales en la reserva de Xochitla.....	14
Mapa 2. a) y b) Tepetzotlán, Estado de México, c) Ubicación de Xochitla en una mapa del guía roji.....	15
Mapa 3. Distribución de <i>Enallagma praevarum</i> en México.....	36
Mapa 4. Distribución de <i>Ischnura denticollis</i> en México.....	36
Mapa 5. Distribución de <i>Sympetrum illotum</i> en México.....	37
Mapa 6. Distribución de <i>Rhionaeshna multicolor</i> en México.....	37

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Categorías existentes en la prueba de Olmstead-Tukey.....	19
Cuadro 2. Listado sistemático de los adultos del Orden Odonata en Xochitla.....	21
Cuadro 3. Estudios de odonatos en México y las especies registradas.....	27
Cuadro 4. Valor de importancia de las especies adultas del orden Odonata de Xochitla..	39

## Índice de gráficas:

Gráfica 1. Número de especies de cada familia registrada en Xochitla.....	26
Gráfica 2. Riqueza específica y abundancia de la odonatofauna adulta de Xochitla.....	29
Gráfica 3. Porcentaje de frecuencia de las especies adultas del orden Odonata en Xochitla.....	30
Gráfica 4. Abundancias de las especies de adultos del orden Odonata en Xochitla.....	31
Gráfica 5. Abundancias relativas de las especies de adultos del orden Odonata en Xochitla.....	32
Gráfica 6. Prueba de Olmstead-Tukey para las especies de odonatos adultos en Xochitla.....	33
Gráfica 7. Número de especies estimadas con CHAO 1 y CHAO 2, para la odonatofauna adulta de Xochitla.....	38

## Índice de anexos:

ANEXO 1. Condiciones ambientales en Xochitla.....	45
ANEXO 2. Abundancia de la odonatofauna adulta.....	45
ANEXO 3. Porcentajes de las frecuencias y logaritmo de las abundancias de la odonatofauna adulta para la prueba de Olmstead-Tukey.....	46
ANEXO 4. Estimadores Chao 1 y Chao 2 con 50 aleatorizaciones y en 25 muestras.....	46

## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la diversidad de la odonatofauna en Xochitla, Estado de México. Xochitla comprende una extensión de 70 hectáreas, la cual presenta dos lagos artificiales. Se hicieron recolecciones quincenales en el periodo de octubre de 2004 a octubre de 2005 obteniendo 525 organismos adultos pertenecientes a 4 especies, distribuidas en 4 géneros y 3 familias: *Rhionaeshna multicolor*, *Sympetrum madidum*, *Enallagma praevarum* e *Ischnura denticollis*. Se analizó la estructura de la comunidad encontrando que la especie más frecuente y abundante fue *I. denticollis*, seguida de *E. praevarum*, *S. illotum* y *R. multicolor*. Los valores de diversidad fueron 0.749 con el índice de Shannon-Wiener y 0.625 con el de Simpson, lo que sugiere que es una comunidad muy joven en las primeras etapas de sucesión. Se clasificó a *I. denticollis* y a *E. praevarum* como especies dominantes dentro de la prueba de asociación, en cambio *S. illotum* y *R. multicolor* están en la categoría de especies raras. La curva de acumulación indicó que el máximo de especies de odonatos que puede hallarse hasta el momento en Xochitla es de 4, es decir las registradas en el presente trabajo. La especie con mayor influencia en la comunidad por su valor de importancia fue *I. denticollis*, seguida de *E. praevarum*, *S. illotum* y *R. multicolor*.

## INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar en el mundo en cuanto a diversidad biológica se refiere, parte de ella la componen los insectos que constituyen probablemente entre el 70 y 80% del total de especies estimadas presentes en el país (Llorente *et al.*, 1996). En este grupo encontramos al Orden Odonata, que incluye alrededor de 5000 especies reportadas mundialmente, de las cuales el 6.4% se enlistan para México (Novelo-Gutiérrez *et al.*, 1988).

Los odonatos, llamados comúnmente libélulas o caballitos del diablo, han existido desde el periodo Carbonífero (hace 300 millones de años), tienen una distribución mundial amplia y habitan una gran diversidad de cuerpos de agua dulce, pero se han localizado especies de aguas salobres y otras en termales sulfurosas; aunque son cosmopolitas se les halla más frecuentemente en zonas tropicales. Su actividad es diurna, prefiriendo los días soleados y calurosos, aunque algunos tienen hábitos crepusculares (González-Soriano, 1997).

El Orden agrupa insectos depredadores con ojos grandes, los que les proporcionan un gran campo de visión; además poseen alas estrechas, largas y con venación reticular (Ruppert y Barnes, 1996); su tórax está constituido por un protórax pequeño y móvil y un sintórax robusto e inmóvil compuesto por la unión del meso y metatórax; su abdomen es muy alargado y consta de diez metámeros. También un rasgo importante que los diferencia de los demás pterigotos, es la presencia de un aparato copulador secundario localizado en la base del abdomen del macho y separado del poro genital ubicado en el extremo del mismo (González-Soriano, *op. cit.*).

Sus huevos dan lugar a náyades que permanecen en este estado hasta tres o más años; están adaptadas para vivir en diferentes tipos de ambientes acuáticos, todas son depredadoras. Cuando han madurado del todo, abandonan el agua y experimentan una metamorfosis, convirtiéndose en adultos, por lo cual se les considera hemimetábolos (Ruppert y Barnes, *op. cit.*).

Este Orden se divide en tres subórdenes: Zygoptera, o libélulas, las cuales son pequeñas, delicadas, frágiles y de cuerpo delgado; sus alas anteriores y posteriores son similares y durante el reposo quedan en posición vertical. El otro suborden es Anisoptera, o caballitos del diablo, que tienen un cuerpo robusto; sus alas anteriores difieren con las alas posteriores, además de que al estar en reposo se mantienen en posición horizontal. Por último, los Anisozygoptera, que tienen una mezcla de caracteres de los subórdenes anteriores y que solo están representados por dos especies asiáticas del género *Ephiphlebia* (González-Soriano, 1993).

Aunque se han descrito diversas especies, con el paso del tiempo se descubren más, aún así faltan muchas por ser observadas e investigadas por completo.

Los odonatos son importantes y benéficos por varias razones, en ambas etapas de náyade y adulto, se alimentan de algunos insectos que son considerados como plagas para el humano y animales domésticos, como los mosquitos; son eficientes depredadores, lo que los hace componentes trascendentales en las redes tróficas acuáticas. Dos factores que permiten a las libélulas ser excelentes cazadores son la agilidad y velocidad para volar, lo que les ayuda a atrapar a su presa en el aire e incluso devorarla mientras vuelan y segundo la presencia de ojos compuestos desarrollados, los cuales pueden estar formados hasta de 28000 omatidias, mucho más que cualquier otro insecto. También son utilizados como indicadores biológicos de arroyos y lagos, pues algunas especies son característicos de hábitats particulares, por lo que pueden ser usados para realizar mapas de las zonas que representan; además puesto que se ha observado que ellos varían en su sensibilidad a diferentes tipos de contaminación, han servido para realizar un rápido análisis de la calidad del agua, el cual es de bajo costo. Así mismo, en varios lugares son utilizados como cebos para la pesca y también son incluidos en varias recetas culinarias para el hombre; diferentes poetas y artistas han sido inspirados por estos organismos, ya que poseen una gran variedad de colores que le confieren gran belleza (Cardé, 2003). Esta es la razón de que muchos investigadores de diversas partes del mundo hayan incluido a estos insectos en diferentes trabajos ya sea en estudios taxonómicos, ecológicos o etológicos.

Comparaciones entre trabajos del pasado y del presente muestran que las libélulas han desaparecido de numerosos cuerpos de agua alrededor del mundo. En países donde los odonatos han sido bien estudiados, hay suficiente evidencia de que diversas especies han sido exterminadas local y nacionalmente. Las razones son varias, pero la más importante es la destrucción o reducción de los hábitat de los cuales dependen, ya sea por la tala de bosques y selvas, la colocación de hidroeléctricas, y la contaminación por aguas residuales e industriales (Moore, 1997).

En años recientes se ha puesto atención en lo que se refiere a la variedad de la vida y a la necesidad de conservarla. Como se ha mencionado anteriormente las libélulas son un grupo valioso que forma parte de la biodiversidad y que debido a su importancia también debe ser conservado ya que se encuentra amenazado por la pérdida de sus hábitats.

La Fundación Xochitla es un área verde en desarrollo que tiene como una de sus principales misiones la educación ambiental, en ella se ha hecho un importante esfuerzo para la creación de lagos artificiales, que funcionan como moduladores del microclima del sitio, además proporcionan humedad adicional y son el refugio y hábitat para un gran número de especies silvestres, entre ellas las libélulas (Fundación Xochitla A.C. s.a.).

## ANTECEDENTES

Los estudios de los odonatos en México se remontan a finales del siglo XIX, realizados por la Academia de Ciencias de California en los estados de Baja California Sur y Nayarit (González-Soriano, 1993); ya en el siglo XX son varios los trabajos que se han efectuado, por ejemplo:

A principios de siglo, Calvert (1901-1908) citó 225 especies para México

Novelo-Gutiérrez y González-Soriano (1984) describieron detalladamente el comportamiento reproductivo de la especie tropical de América *Orthemis ferruginea*; la investigación se llevó a cabo en “Los Tuxtlas”, Veracruz, registrando datos como actividad diaria, conducta individual de los machos, cópula, ovoposición y resguardo de la hembra.

Garrison y González-Soriano (1988) analizaron algunos parámetros demográficos de dos poblaciones de zigópteros; incluyeron promedios de vida, movimientos promedio por día y ámbitos hogareños promedio, también observaron que las prácticas agrícolas en los trópicos de América contribuyen a aumentar el aislamiento entre diferentes poblaciones ocasionando la formación de razas.

Novelo-Gutiérrez *et al.* (1988) estudiaron la diversidad de odonatos en el estado de Quintana Roo, encontrando un total de 9 familias, 45 géneros y 74 especies, de las cuales 6 fueron nuevos registros en la zona.

González-Soriano (*op. cit.*) mencionó que el número de especies y subespecies reconocidas para México son 328, de las cuales 42 se consideraron endémicas; todas ellas incluidas en 82 géneros y 15 familias.

González-Soriano y Novelo-Gutiérrez (1996) volvieron a hacer un registro de la odonatofauna en México; contabilizaron, sin incluir grupos subespecíficos, 15 familias y 330 especies pero estimaron que existen por lo menos 357.

Gómez-Anaya *et al.* (2000) reportaron la odonatofauna bajo la influencia de una central hidroeléctrica en Hidalgo, describiendo y comparando de manera general la riqueza y diversidad de distintas localidades de esta zona; encontraron 7 familias 3 géneros y 41 especies, de las cuales 14 especies fueron reportadas por primera vez para el estado.

Alonso-Eguía *et al* (2002) enlistaron en la Cuenca del Río Moctezuma, Centro-Occidente de México, 78 especies pertenecientes a 36 géneros y 10 familias.

Los trabajos mencionados han ampliado el conocimiento de la odonatofauna en México, el aprender más acerca de la megadiversidad del país nos permitirá valorar los recursos

que mantienen en equilibrio a los ecosistemas, además de encontrar estrategias que protejan y conserven aquellas áreas que se hallen amenazadas (Toledo, 1998).

Un ejemplo de esto es el trabajo de González-Soriano y Novelo-Gutiérrez (1991) en la Reserva de la Biosfera de la Michilia, Durango, localidad donde no se presentan ríos, sino solo cuerpos de agua de carácter temporal; reportaron un total de 7 familias, 19 géneros y 31 especies, donde 22 especies fueron registradas por primera vez en la región.

Es cierto que se han elaborado inventarios odonatofaunísticos en el Estado de México, pero aun así son bastante escasos, ya que los registros de las especies que habitan en esta región no reflejan fielmente su riqueza; tan solo González-Soriano y Novelo-Gutiérrez (1996) han reportado 24 especies de 17 géneros y 8 familias, por lo que consideran a este estado como una zona regularmente conocida.

Otro trabajo realizado en zonas aledañas del Estado de México es el de Mendoza y González-Soriano (1989) quienes enlistaron 45 especies en el Valle de México, de las cuales 23 fueron registrados en el estudio, también la composición de la fauna fue analizada.

El presente trabajo tiene la finalidad de estudiar la diversidad de la odonatofauna adulta en la Fundación Xochitla A.C., Estado de México, una institución privada, que tiene el objetivo de desarrollar, consolidar y garantizar su permanencia como un área verde en el Valle de México para que el ser humano se reencuentre con la naturaleza, aprenda y disfrute de ella; por ello se requiere de estudios que ayuden a conocerla mejor, ya sea con inventarios faunísticos, florísticos o trabajos ecológicos. Anteriormente en el área de estudio se elaboró un inventario de la flora silvestre y naturalizada (Rojas *et al.*, 2000), en el cual se obtuvo un total de 35 familias, 110 géneros y 153 especies; concluyendo que Xochitla se encuentra en cierto grado de conservación, lo que hace posible su recuperación a través de la reforestación con especies nativas de la zona.

También se han hecho otros trabajos en la fundación, como el de Rodríguez (2001) quien efectuó una evaluación sanitaria del arbolado, encontró que el 63% de él se hallaba en buenas condiciones y 36% presentaron problemas de insectos y enfermedades, destacando problemas por descortezadores. Recomendó que 455 árboles fueran eliminados debido a que algunos estaban muertos y otros por que se encontraban con problemas fitosanitarios. Implementó poda, reubicación y un programa de reforestación.

Rodríguez (2002) estudió los hábitos alimentarios de la lechuza *Tyto alba*, describió que esta ave tiene un comportamiento de depredador oportunista, además de que mostró tendencias generalistas por el consumo de varios tipos de presa.

Bautista (2004) analizó la fluctuación poblacional de *Glycaspis brimblecomber* (Hemiptera: Psilloidea: Spondylaspididae) y el parasitoide *Psyllephagus bliteus*

(Hymenoptera: Encyrtidae) en *Eucalyptus camaldolensis*, comprobó que *P. bliteus* es un controlador biológico eficaz para la regulación de la plaga del eucalipto, además de que observó pupas durante toda la fase de muestreo, lo que indico el establecimiento del parasitoide en el arbolado.

Stanford *et al.* (com. pers.) realizaron un inventario de lepidópteros diurnos, encontrando 20 especies de pieridos, los cuales representaron el 60% de la abundancia total de la lepidopterofauna, lo que revela cierto grado de perturbación en Xochitla.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo general

Conocer la diversidad de adultos de la odonatofauna en la Fundación Xochitla, Estado de México.

### Objetivos Particulares

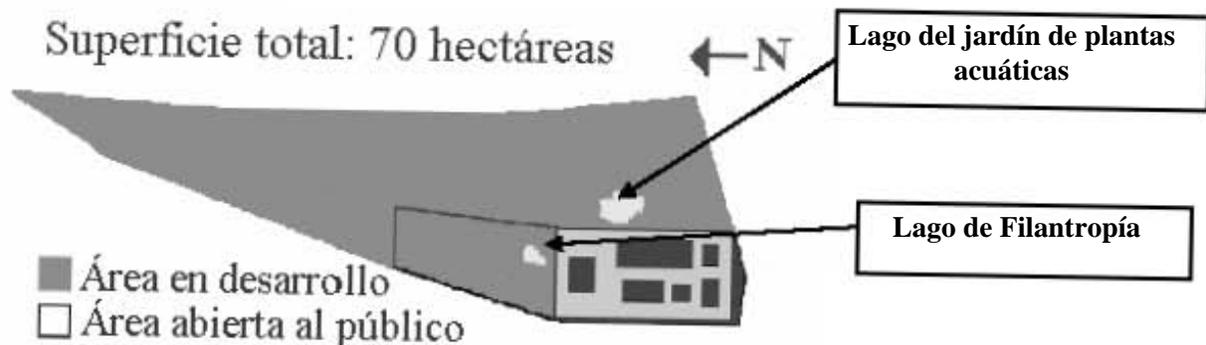
Elaborar un inventario de los adultos del Orden Odonata.

Obtener la estructura de la comunidad de la odonatofauna con los siguientes parámetros: riqueza específica, frecuencia, abundancia relativa, diversidad, dominancia, curva de acumulación y valor de importancia.

Comparar el listado taxonómico obtenido con otros estudios similares.

## ÁREA DE ESTUDIO

Xochitla es una extensión de 70 hectáreas (mapa 1), donde solo 20 de ellas están abiertas al público, las otras 50 están en vías de desarrollo; cuenta con varios jardines, zonas arboladas, hortalizas y dos lagos, además de un vivero y un invernadero donde se producen plantas, árboles y flores destinados a extender la vegetación (Fundación Xochitla A.C. s.a.).



Mapa 1. Ubicación de los lagos artificiales en la reserva de Xochitla (Fundación Xochitla A.C., s.a.).

Xochitla pertenece al municipio de Tepetzotlán, Estado de México (mapa 2), se localiza geográficamente entre los paralelos 19°43'45'' y 19°44'48'' lat. N. y entre los 99°11'42'' y 99°11'54'' long. O., a unos 2262 msnm (INEGI, 2000).

### Clima

El tipo de clima que se presenta con base en el sistema de Kopen, modificado por García es C(w)(w)b(i'), es decir templado con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con verano fresco largo y heladas en invierno (García, 1981).

La temperatura media es de 16°C, la máxima extrema de 30°C y la mínima extrema es de 3.3°C. La evaporación es de 1551.47, la lluvia mínima en 24 horas es de 50.5 mm, la precipitación total 703.2 mm (Neri, 2001).

### Hidrología

Se encuentra incluida dentro de la región hidrológica Cuautitlán, los principales afluentes que drenan la zona son los ríos Cuautitlán y Tepetzotlán. La Fundación está abastecida por la presa La Concepción, por un pozo freático y por agua potable proveniente del municipio (INEGI, *op. cit.*). Dentro de la Fundación Xochitla existen 3 lagos artificiales y un pequeño arroyo.



Mapa 2. a) y b) Tepotzotlán, Estado de México (Gobierno del Estado de México, s.a.), c) Ubicación de Xochitla (Guía Roji, 2005).

## Vegetación

Los tipos de vegetación que se presentan en los alrededores de la zona de acuerdo a Rzedowski (1981) son:

Bosque de encino (*Quercus* sp.): Se encuentran sobre suelos someros o profundos moderadamente ácidos, con abundante hojarasca y materia orgánica a lo largo del perfil del suelo.

Bosque de encino-pino (*Quercus* sp. y *Pinus* sp.): Donde se pueden hallar especies de pino tales como el *Pinus teocote*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus* y *P. hartwegii*. Estos árboles se caracterizan por tener una altura entre los 8 y 12 m, que indican la presencia de un microclima más húmedo.

Matorral de encino (*Quercus* sp.): Esta comunidad ocupa una posición intermedia entre el matorral xerófilo y el bosque de *Quercus* sp. y se caracteriza por ser arbustiva entre 40 y 80 cm. de altura, formada especialmente por *Quercus frutex*, especie de hoja caediza que prospera al reproducirse vegetativamente por sus partes subterráneas formando clones que abarcan superficies de varios metros de diámetro.

Matorral xerófilo: El cual tiene como especies dominantes a los nopales del género *Opuntia*, las especies principales son *O. streptacantha*, *O. cantabrigiensis*, *O. sarca*, *O. lindheimeri*, *O. incarnadilla*, *O. cantabrigiensis* y *O. tomentosa*; este tipo de vegetación es un matorral espinoso, abierto de 1 a 3 m de alto.

Pastizal y vegetación secundaria: Predominan las especies de gramíneas.

La flora existente en Xochitla es principalmente secundaria, con elementos propios de bosque de encino, pastizal y matorral xerófilo; entre las familias más representativas están: Compositae, Gramineae, Leguminosae y Malvaceae (Rojas *et al.*, 2000).

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Trabajo de campo**

Se realizaron recolectas quincenales durante un año, a partir del 25 octubre de 2004 al 10 de octubre de 2005. Para la recolección se utilizó la red entomológica aérea (Needham, *et al.*, 2000) en un horario de las 10 de la mañana a 4 de la tarde. Se trazó un transecto en el perímetro de los lagos de filantropía y del jardín de plantas acuáticas (ubicado en la zona cerrada al público) (mapa 1), se buscaron a los organismos cerca del agua, en la vegetación adyacente y acuática. Las libélulas que se hallaron en la periferia se capturaron, pero a aquellos organismos que volaron frecuentemente en la vegetación céntrica del lago, que eran de talla grande y se encontraban en número reducido, se les realizó un conteo.

Una vez capturados, a cada organismo se le inyectó acetona pura a través del mesoesternón, procurando que la aguja penetrara en dirección longitudinal hasta la base del abdomen. Posteriormente se introdujeron en bolsas de papel glassine, las cuales tenían varias perforaciones de alfiler para que el organismo estuviera más en contacto con la acetona. Una vez etiquetadas fueron introducidos en un frasco de boca ancha con acetona al 100%, para ser transportados al laboratorio donde permanecieron durante 24 horas (Morón y Terrón, 1988).

### **Trabajo de laboratorio**

Pasando las 24 horas, se sacaron los ejemplares de la acetona y se dejaron secar conservándolos en el sobre de papel glassine. Después se colocaron en cajas de cartón para su posterior uso (Morón y Terrón, 1988).

La determinación taxonómica se llevó a cabo a nivel de familia y género utilizando las claves de Westfall y Tennessen (1996), y para especies se consultaron las claves de Paulson (1998), Westafall y May (1996) y Needham *et al* (2000).

### **Trabajo de gabinete**

El estudio de la comunidad de odonatos se llevó a cabo obteniendo los siguientes parámetros:

Riqueza específica: El número de especies en la comunidad (Odum, 1986).

Frecuencia: Nos indica el número de muestras en las que se encuentra una especie. Se graficó la frecuencia contra el número de especies (Franco *et al.*, 1989).

Abundancia relativa de las especies: Nos indica cual es la proporción en que las especies contribuyen a la abundancia total. La abundancia absoluta puede medirse por el número de individuos. Para realizar este análisis se sumó el número de individuos totales por mes (McNaughton y Wolf, 1984). Se graficó la abundancia relativa contra el número de especies.

Diversidad: Se ha considerado que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan y mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás. Existen una gran cantidad de índices que estiman la diversidad de una comunidad. De éstos, los que se basan en la teoría de la información, son los que mayor impulso han tenido a pesar de sus limitaciones. El índice que se utilizó fue el de Shannon-Wiener, éste toma en cuenta los dos componentes de la diversidad como también su varianza y la equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie; de acuerdo con esto, un mayor número de especies incrementa la diversidad y, además, una mayor uniformidad también lo hará. Para estimar este índice se aplicó la siguiente formula (Krebs, 1985 y Franco *et al.*, 1989):

$$H' = \sum_{i=1}^s (pi)(\log_2 pi)$$

Y para su varianza:

$$VarH' = \frac{\sum pi(\ln pi)^2 - (\sum pi \ln pi)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

Para la equitatividad:

$$E = \frac{H}{Hmáx}$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener (bits/individuo)

$S$  = Número de especies

$pi$  = Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie  $i$

$N$  = Número total de individuos en la muestra

$S$  = Número total de especies en la muestra

$E$  = Equitatividad (gama de 0 a 1)

$$H = \text{Diversidad de especies observada}$$

$$H_{\text{máx}} = \text{Diversidad de especies máxima}$$

$$= \log_2 S$$

Otro índice de diversidad que se utilizó fue el de Simpson, el cual es una medida que pondera según la abundancia de las especies más comunes. Para calcularlo se utilizó la fórmula siguiente:

$$D = \sum pi^2$$

Donde:

$$D = \text{Índice de Simpson}$$

$$pi = \text{Proporción del total de la muestra}$$

$$\text{que corresponde a la especie } i$$

Se consideró usar los dos índices de diversidad para facilitar la comparación de dichos valores con trabajos anteriores y futuros, que suelen utilizar dependiendo del criterio del investigador ya sea uno u otro.

Dominancia: Para esto se utilizó la prueba de asociación o Olmstead-Tukey, el cual determina conceptos dominantes, estacionales, raros y comunes en las especies. Se graficó el porcentaje de la frecuencia contra el logaritmo en base 10 de la abundancia de cada especie, la gráfica es dividida en cuatro categorías, dependiendo de la ubicación de la especie en la prueba se les clasificó con el siguiente criterio (Sokal y Rohlf, 1979):

No.	Categoría	Características de la especie
I	Dominantes	Frecuentes y abundantes
II	Estacionales	Poco frecuentes y abundantes
III	Raras	Poco frecuentes y poco abundantes
IV	Comunes	Frecuentes y poco abundantes

**Cuadro 1. Categorías existentes en la prueba de Olmstead-Tukey.**

Curva de acumulación: Esta curva muestra el número de especies acumuladas conforme se aumenta el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se capture, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Odum, 1986).

Valor de importancia de McNaughton: El cual es un algoritmo que nos permite conocer que especie fue más abundante, dominante y frecuente a lo largo del año (Franco *et al.*, 1989). Se hizo esta prueba con un rango de (200%) tomando en cuenta la abundancia y la frecuencia de cada especie, la importancia de este valor es que da un cálculo general de la influencia o importancia de la especie en la comunidad (Brower, *et al.* 1997)

Obtenidos los resultados, se compararon las especies encontradas con los registros realizados por González Soriano y Novelo Gutiérrez (1996), y Paulson y González Soriano (2006) específicamente del Estado de México:

$$IV_i = RD_i + Rf_i$$

Donde:

$IV_i$  = Índice de valor de importancia

$RD_i$  = Abundancia relativa =  $\frac{n_i}{\sum n}$

$Rf_i$  = Frecuencia relativa =  $\frac{f_i}{\sum f}$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 525 organismos adultos pertenecientes a 4 especies distribuidas en 4 géneros y 3 familias, a continuación se muestra la lista sistemática obtenida:

- Orden Odonata
  - Suborden Anisoptera
    - Familia Aeshnidae
      - *Rhionaeschna multicolor* (Hagen, 1861)
    - Familia Libellulidae
      - *Sympetrum illotum* (Hagen, 1861)
  - Suborden Zygoptera
    - Familia Coenagrionidae
      - *Enallagma praevarum* (Hagen, 1861)
      - *Ischnura denticollis* (Burmeister, 1839)

**Cuadro 1. Listado sistemático de los adultos del orden Odonata en Xochitla, Estado de México, del período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

### Descripción del Listado Taxonómico

#### 1. Aeshnidae

Organismos largos, robustos y muy rápidos en vuelo. Su tamaño va de los 56 a 116 mm. Los machos son azules brillantes y/o verdes con café. Las hembras pueden tener dos o más formas, una semejante a los machos, lo que se conoce como forma homocromática; la otra verde y/o amarilla en vez de azul, también café y/o morada, a esta forma se le conoce como heterocromática. Se identifican por tener sus ojos unidos al borde de la cabeza y, las venas transversales costales de las alas anteriores no se alinean con las venas transversales subcostales. Las náyades son alargadas y un poco aplanadas, su abdomen se estrecha en su parte posterior, pueden llegar a medir hasta 50 mm; las antenas tienen 6 ó 7 segmentos pequeños y delgados. Habitan en lagos, riachuelos y ríos. Generalmente se les observa volando patrullando su territorio, además también se les puede ver como atrapan insectos. Las hembras ovipositan en la vegetación flotante (Patrick, 1998 y Needham *et al*, 2000).

#### *Rhionaeschna*

Caballitos del diablo muy alargados, el tórax y abdomen son de color café con líneas o manchas azules o amarillas sobre el tórax, y amarillas, azules o verdes sobre el abdomen. El supertriángulo de las alas es igual al espacio mediobasal, con dos células en el triángulo anal, un pequeño tubérculo sedoso en el 1er metámero abdominal por su parte

ventral, un tubérculo endurecido dorsalmente en el [metámero](#) 10 y los apéndices caudales terminan en pico. La característica diacrítica en las náyades son las espinas laterales presentes desde los segmentos 6 o 7 al 9. Cabe destacar que de todos los géneros de la familia Aeshnidae es *Aeshna* el que tiene mayor número de especies (Needham *et al.*, 2000).

### *Rhionaeshna multicolor*

**Morfología:** Caballitos del diablo que van de los 60 a 74 mm de largo y de 86 a 98 mm. de envergadura alar. Los machos tienen la cabeza y los ojos de color azul brillante, el abdomen presenta en los lados un par de líneas anchas azules; el tórax parece mucho más azul mientras vuela, pero es un mosaico entre azul, café y negro. Con unas manchas claras sobre el segmento 10 y apéndices bifurcados en forma de llave. La hembra se identifica por tener un revestimiento en la cabeza café claro y una coloración entre amarilla y verde en tórax y abdomen. Las náyades tienen las espinas laterales del segmento 8 más corto que el del segmento 9 (Paulson, 1998 y Needham *et al.*, *op. cit.*).

**Hábitat:** Estanques y lagos. En Xochitla generalmente se les encontró tanto en la vegetación acuática de la orilla como la céntrica, pero únicamente en el lago del área restringida.

**Biología:** En la Fundación se observó a los machos peleando por territorios, generalmente el ganador constantemente lo patrullaba: vegetación acuática como “cola de caballo” o “berro”, ya sea en busca de la hembra, de pequeños insectos voladores para alimentarse o bien, para defender su propiedad de cualquier macho usurpador. Hay una alta competencia entre estos organismos por dejar descendencia, pues incluso cuando la hembra y el macho copulaban en posición “tandem”, otros machos trataban de separarlos para arrebatar a la hembra.

**Fenología:** Su periodo de vuelo en Xochitla fue entre agosto a diciembre, pero también en abril se les observó en abundancias bajas. Needham *et al.* (*op. cit.*) mencionan que vuelan entre los meses de febrero a Noviembre, por lo que en esta zona el período está desfasado con respecto a lo reportado.

## 2. Libellulidae

Odonatos de diferentes formas y tamaños, son los más diversos de los anisopteros del mundo. Sus ojos casi siempre carecen de un lóbulo en el margen posterior. La curva anal de las alas posteriores en forma de bota. El ovipositor de la hembra es reducido. Las náyades son robustas y relativamente cortas, llegan a medir hasta 28 mm, son de coloración café, lo que les permite esconderse fácilmente entre los sedimentos; las espinas laterales del metámero 8 son tan largas o más largas que la mitad de largo del metámero 9 del abdomen. Se encuentran en una gran variedad de hábitats, pero mayormente en estanques y lagos; varias especies prefieren zonas pantanosas y otras, ríos y arroyos. Las hembras colocan sus huevos metiendo la punta del abdomen en el agua mientras quedan suspendidas por encima de la superficie. Algunas especies ovipositan

solitariamente mientras que otras lo hacen en “tandem” con los machos. Las libélulas para alimentarse buscan insectos que posan en las rocas o plantas, al atraparlos pueden comérselos mientras vuelan y hasta logran permanecer planeando durante el día. Las náyades se colocan en las rocas del fondo y esperan a que su presa se acerque; ellas emergen durante la noche, este es un proceso lento, para hacerlo se enganchan a la vegetación vertical, una vez que han emergido son muy vulnerables ante los depredadores (Patrick, 1998 y Needham *et al.*, 2000).

## 2.1 *Sympetrum*

Son caballitos del diablo muy pequeños con un abdomen esbelto, la mayoría de un color más o menos rojo. El suplemento radial de las alas se subextiende en una sencilla hilera de células. En las náyades el metámero abdominal superior es mucho más corto que los inferiores. Estas son especies principalmente de charcos. Vuelan titubeantes y con poca frecuencia. A excepción de *S. illotum*, ellos emergen a finales de verano. El nombre latino *Sympetrum* significa “en las rocas”, esto se deriva de sus hábitos de posar sobre las rocas para absorber calor durante el día (Needham *et al.*, *op. cit.*).

### *Sympetrum illotum*

**Morfología:** Son organismos que van de los 38 a 40 mm de largo, con un abdomen ancho. Cuando los machos han alcanzado su madurez son rojos brillantes. Cada lado del tórax puede estar marcado con un par de manchas amarillas, blancas en estado inmaduro. Sus alas tienen una venación roja, principalmente en el borde, además la parte basal de las alas es café. Las hembras son de color rojo a café, sus alas tienen un dorado translúcido. Las náyades llegan a medir hasta 18 mm, su cuerpo está moteado de verde y café, presentan un par de rayas a lo largo del abdomen y poseen unos ganchos o espinas sobre los segmentos abdominales (Dunkle, 2000).

**Hábitat:** Estanques y lagos. En el área de estudio solo se les encontró en el lago de Filantropía, volaban por todo el lago.

**Biología:** En Xochitla se observó su vuelo titubeante, también a la hembra colocar sus huevos en el agua, tocando con la punta del abdomen y repetidamente la superficie del lago, unas ocasiones lo realizaba solitariamente, pero en otras el macho seguía sujetándola en “tandem”; Dunkle (*op. cit.*) describe también este comportamiento, aunque no se sabe de que dependa que se efectuó de una u otra manera. Se alimentan de cualquier insecto volador que sea blando como los mosquitos, moscas, hormigas o termitas. Esta especie se caracteriza por la postura en la que se sujeta de la vegetación cuando está emergiendo, deja que sus alas caigan por debajo de su tórax. Es la primera del suborden en emerger cada año.

**Fenología:** En Xochitla su período de vuelo comprende de julio a noviembre, pero también se le observó en mayo. Se ha descrito que este período oscila entre mediados de mayo a mediados de agosto, por lo que en esta zona se observa un desfazamiento de 3 meses y un rango mayor de actividad.

### 3. Coenagrionidae

Es la familia más diversa de zigópteros en el mundo. Incluye libélulas pequeñas azules y negras, en ocasiones con amarillo, de abdomen proporcionalmente largo y delgado. Las hembras de varias especies tienen dos formas de colores: una de ellas es canela o café, que es fácilmente distinguible de la coloración del macho (heterocromática). La otra forma es muy similar en el color de los machos (homocromática). Los ojos casi se tocan o se tocan en un solo punto. En las alas, las venas cubital superior y anal son de tamaño regular, el cuadrángulo es trapezoidal, muchas venas transversales costales de las alas anteriores no están alineadas con las venas transversales subcostales dorsalmente. Las náyades son largas y delgadas, llegan a alcanzar los 33 mm, son muy sedosas; con 7 antenómeros delgados; el labio tiene forma de cuchara, sus lóbulos laterales poseen dientes de diferente tamaño a lo largo del margen distal. Las hembras colocan sus huevos en tejidos de plantas o madera húmeda, emergen durante el día nadando hacia la vegetación de la orilla, pero también pueden hacerlo sobre rocas (Westfall y May, 1996 y Patrick, 1998).

#### 3.1 *Enallagma*

El límite de distribución de este género es el más amplio que de cualquier otro del orden Odonata, además de que es uno de los más abundantes. Muchas de las especies son llamadas “bluets”, debido a su color azul predominante. *Enallagma* tiene muchas similitudes con otros géneros como *Argia*, *Coenagrion* e *Ischnura*, por lo que lo hace un taxón difícil de definir. Son de tamaño pequeño o medio, sus alas son halinas y moderadamente pecioladas, con la vena anal separada del margen alar ligeramente después de la cubital posterior. El pterostigma es corto, romboide y similar en ambas alas. La vena M2 normalmente surge más allá de la 5ª y 4ª vena transversal postnodal en las alas anteriores y posteriores respectivamente. Las espinas tibiales son cortas. Presentan manchas postoculares bien definidas. El patrón de coloración del tórax y del abdomen consiste de líneas distintivas, generalmente una línea humeral, con bandas que van del negro al café canela. Los machos tienen particularmente lóbulos laterales sobre el metámero terminal del pene, los cuales están doblados. Las hembras tienen invariablemente una espina vulvar, pueden ser homocromáticas o heterocromáticas, pero pueden diferir del macho por tener manchas de color canela o verde. En la náyade, los antenómeros terminales de las antenas están aparentemente divididos por unos delgados anillos; tienen ojos un poco aplanados; el labio lleva de 3 a 5 cerdas. Se les halla en los rápidos de ríos, arroyos rocosos, lagos salinos, estanques y aguas lénticas con abundante vegetación. Las hembras ovipositan en “tandem”, en plantas con tallos podridos o en las algas. Al ser un grupo muy grande y variado tanto ecológica como morfológicamente, las claves de identificación son extensas y no llegan a ser muy confiables (Westfall y May, *op. cit.*).

### *Enallagma praevarum*

**Morfología:** Libélulas que van de los 26 a 37 mm de largo. El tórax tiene una línea oscura lateralmente. Los metámeros del abdomen son negros, pero la parte dorsal de los abdominales 3 al 7 es 50% azules. Los machos tienen cercos con brazos inferiores dirigidos posteriormente hacia abajo, las puntas están ampliamente separadas. Las hembras presentan placas mesoestigmas con una cresta que diverge hacia adelante, tienen una línea negra sobre el dorso del 1er metámero abdominal, generalmente no abarca todo el metámero. En el metámero 8 existe dorsalmente una línea negra que limita por la parte basal. Las náyades tienen los cercos con un margen medial cóncavo, las traqueobranquias poseen pigmentaciones oscuras (Westfall y May, 1996).

**Hábitat:** En estanques. En Xochitla siempre se les encontró en la vegetación acuática como: ombligo de venus, cola de caballo, berro y el mirto; se capturaron ejemplares tanto en el lago de filantropía como en el lago de acceso restringido.

**Biología:** En el área de estudio se les observó volando muy cerca de la orilla del lago, en la vegetación acuática. En varias ocasiones se les vió en posición “tandem”. Volaban a alturas bajas y medias, 2 metros cuando mucho, pero nunca más alto.

**Fenología:** En este estudio el período de actividad fue de mayo a noviembre, Westfall y May (*op. cit.*) mencionan que el período de esta especie en algunos estados de norteamérica comienza dos meses antes, esto es desde marzo a noviembre.

### 3.2 *Ischnura*

Este probablemente es el género de zigópteros más cosmopolita, aunque su diversidad es moderada, con 15 especies descritas. Las libélulas son muy pequeñas y delgadas, de color azul en los machos, la parte lateral del tórax generalmente es verde y en su parte dorsal, azul brillante; el pterostigma de las alas es romboidal, el margen anterior de las alas anteriores es cuadrangular mucho más de la mitad de largo que el margen distal; el abdomen es habitualmente negro en la parte dorsal, con la excepción del metámeros 8 y 9; la parte posterior dorsal del metámero 10 esta bifurcado, de ahí el nombre común que reciben en norteamérica: “forktails”. Las hembras van de una coloración naranja a café en las formas heterocromáticas. Los ojos de las náyades siguen un patrón en su parte lateral, entre bandas oscuras y claras; con 7 antenómeros; en la parte lateral de los metámeros abdominales 2-7 posee pequeñas cerdas que conforman una hilera. Son débiles voladores aunque su amplia distribución prueba su gran poder de dispersión, son extremadamente abundantes y tienen temporadas de vuelos largos; son de hábitos sedentarios, permanecen en la densa vegetación. Las hembras ovipositan en plantas emergentes (Westfall y May, *op. cit.* y Patrick, 1998).

#### *Ischnura denticollis*

**Morfología:** Libélulas que miden de 22 a 26 mm de largo. Los machos tienen la coloración azul en las partes laterales del tórax a negro en su parte dorsal; el abdomen es de color azul verdoso con los metámeros 8 y 9 de color azul; tienen cercos enteros y en

forma de gancho y una prominencia dorsoapical sobre el metámero abdominal 10; los paraproctos se proyectan al menos el doble hasta los cercos. Muchas hembras son cafés claro, cada una de sus placas mesostigmas con una cresta baja que va a lo largo del margen posterior; su abdomen mide menos de 20 mm. Los cercos de las náyades macho tienen márgenes mediales fuertemente convexos, en las hembras los cercos divergen hacia abajo (Westfall y May, 1996). Los organismos de esta especie capturados en el presente trabajo presentaron una coloración verde metálica en la parte dorsal del tórax y abdomen.

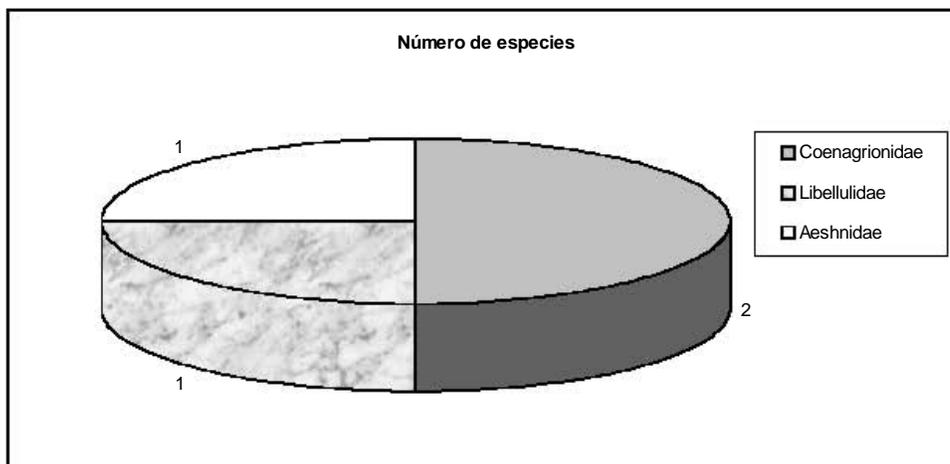
**Hábitat:** Estanques y arroyos de zonas áridas. En Xochitla estas libélulas preferían estar cerca del “ombbligo de venus”, se les encontró en ambos lagos.

**Biología:** Se alimentan de insectos voladores pequeños como mosquitos, moscas y efímeras. Se conoce muy poco acerca de la biología de estos insectos, por ejemplo, los machos seleccionan territorios de reproducción. Después los machos y las hembras se aparean en “tandem”, para posteriormente colocar sus huevos en vegetación flotante. Sus poblaciones están muy difundidas mundialmente y son abundantes (Westfall y May, *op. cit.*). En el presente trabajo fue la especie que se encontró en grandes cantidades, el vuelo lo efectuaron por distancias y periodos de tiempo cortos, prefirieron estar posadas entre la vegetación, también se les vió copulando en posición “tandem”.

**Fenología:** Tuvieron un período de vuelo entre marzo y diciembre, lo cual no coincide con lo escrito por Westfall y May (*op. cit.*), pues ellos registraron que este período en norteamérica comienza desde abril y termina en octubre; en Xochitla el rango se amplió por tres meses más.

### Riqueza Específica

En el presente estudio se registraron 3 familias (cuadro 2), siendo Coenagrionidae la que tuvo mayor riqueza específica con 2 especies; Libellulidae y Aeshnidae con una. Las 4 especies reportadas pertenecen a 4 géneros diferentes. Por lo que la representación en porcentaje de los dos subórdenes en el ecosistema es de 50% (gráfica 1).



**Gráfica 1. Número de especies de cada familia registrada en Xochitla, Estado de México, en el período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

<b>Lugar de estudio</b>	<b>Número de especies registradas</b>	<b>Investigadores</b>
Quintana Roo	74	Novelo-Gutiérrez, <i>et al</i> (1988)
Reserva de la Biosfera de la Michilia Durango	22	González-Soriano y Novelo Gutiérrez (1991)
Central hidroeléctrica de Hidalgo	41	Gómez-Anaya <i>et al</i> (2000)
Cuenca Río Moctezuma	78	Alonso-Eguia <i>et al</i> (2002)

**Cuadro 2. Estudios de odonatos en México y el número de especies registradas.**

Al compararse estos resultados con otros trabajos similares se observa que son pocas las especies encontradas (cuadro 3). El que Xochitla tenga menos especies registradas que en otros lugares es debido a diversos factores que influyen en la comunidad, pero solo se mencionaran los que más influyeron en el área de estudio (Colinvaux, 1997):

a) La sucesión: Xochitla tiene poco de ser fundada, sus lagos artificiales tienen escaso tiempo de haber sido construidos, en 1999 el lago del jardín de plantas acuáticas y 2004 el lago de Filantropía el número de especies es reducido cuando únicamente han llegado los primeros inmigrantes, que generalmente se les considera oportunistas debido a que consumen mucha energía; en otros estudios es comprensible que haya más especies pues son zonas silvestres, cuyos cuerpos de agua tienen mucho tiempo de haberse formado, en cambio el terreno en el que está Xochitla anteriormente eran campos de golf, que reforestaron y modificaron para convertirlos en un parque. Aunque si lo vemos en términos de sucesión, la riqueza tenderá a aumentar conforme se desarrolle la comunidad mediante los procesos de inmigración y sustitución hasta que el ecosistema acreciente en biomasa y probablemente comiencen a escasear los recursos favoreciendo a las especies capaces de subsistir con un consumo energético menor; cuando haya llegado este

momento el número de especies de libélulas será mayor del registrado en este trabajo, e incluso diferentes debido a que el crecimiento de la comunidad florística modifica el ambiente, de modo que se vuelve más favorable para otro tipo de especies y menos favorable para las actuales (Margalef, 1983).

b) La estructura física: Al ser creados los lagos artificiales hace pocos años en Xochitla ocasiona que haya pocos nichos para los odonatos lo cual repercute de forma directa en el número de especies. En la Fundación se observó cierta competencia entre las especies de odonatos por el territorio, pues los cúmulos de vegetación eran reducidos. En el transcurso del tiempo esto puede ocasionar que la diversidad disminuya. Al mismo tiempo se ofrecerán otras oportunidades de vida para otras especies. La diversidad decaerá dentro de cada nicho, no necesariamente especies de libélulas, sino todas las especies que ocupan el ecosistema acuático, pero favorecerá en el aumento de número de nichos (Margalef, 1995).

c) Las inclemencias: Las heladas de invierno y la poda de las plantas acuáticas en Xochitla plantean grandes tensiones para los odonatos durante el período trabajado, se reportaron temperaturas de hasta  $-6^{\circ}\text{C}$  y también 14 heladas; las libélulas necesitan de temperaturas altas para calentarse y moverse, además de que requieren de la vegetación para poder reproducirse y para ovipositar, por lo que sin las plantas se vió interrumpido su ciclo biológico (Patrick, W, 1998 y Westfall y May, 1996).

Hubo concordancias entre los estudios de la Reserva de la Biosfera de la Michilia, la Central hidroeléctrica de Hidalgo, la Cuenca Río Moctezuma (cuadro 3) y el presente trabajo, en los 4 se registraron las especies *Enallagma praevarum* y *Sympetrum illotum*, esto es debido a que dichas especies tienen una amplia distribución en nuestro país, pues tienen una gran tolerancia a diferentes condiciones ambientales. Se puede afirmar, por el simple hecho de que están presentes en una comunidad muy joven que estas especies tienen mejores capacidades de colonización y de competencia por el espacio (Begon, *et al.*, 1995). Cabe mencionar que tanto la Reserva de la biosfera de la Michilia como la Cuenca Río Moctezuma presentan ecosistemas con bosques de encino y encino-pino, en ellas se han reportado las especies encontradas en Xochitla (como se verá en la pág. 31 en “comparación de registros”) donde hay bosque de encino y encino-pino pero en un estado perturbado, tomando la similitud de vegetación de las tres zonas, se puede predecir que el número de especies aumentará conforme se vaya recuperando. La Central hidroeléctrica de Hidalgo es un lugar que fue perturbado, que su vegetación se caracteriza por ser predominantemente matorral xerofilo, aun así se han hallado especies de *Enallagma praevarum*, *Ischnura denticollis* y *Sympetrum illotum*. El lugar de estudio de Quintana Roo (Novelo-Gutiérrez, *et al.* 1988) se caracteriza por tener selva mediana subperenifolia y selvas bajas, su vegetación como el clima son muy diferentes a Xochitla, por lo que no es extraño que no hayan sido reportadas en este sitio las especies encontradas en el presente trabajo. En un estudio realizado en una reserva de la biosfera Sierra de Huautla, Morelos (Morales, y González-Soriano, 2000) donde predomina la selva baja caducifolia,

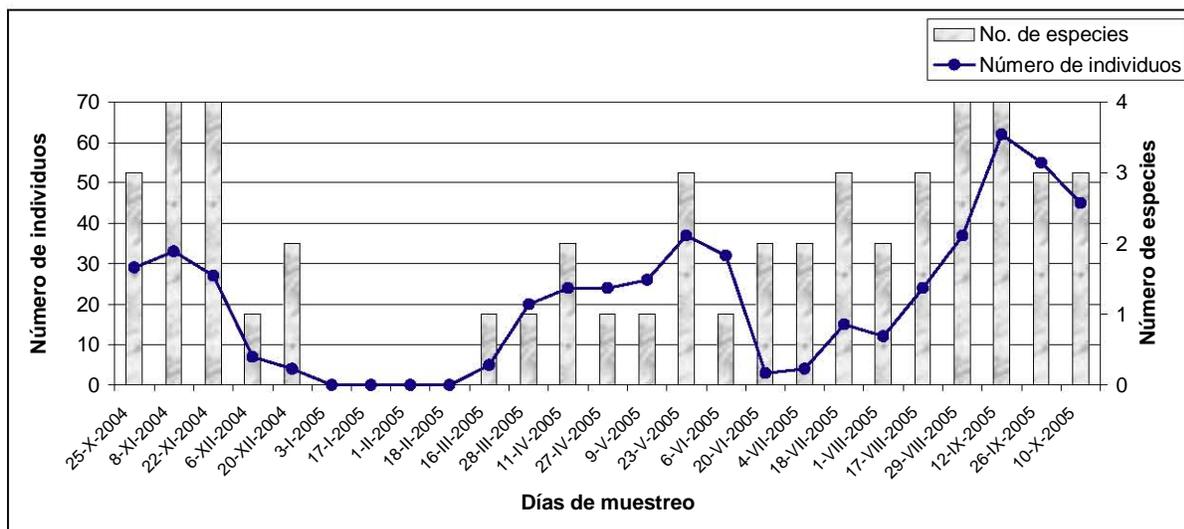
se registraron también las especies *Enallagma praevarum*, *Sympetrum illotum* y *Rhionaeshna multicolor*.

Comparando los resultados de riqueza con los reportes del estado de México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996 y Paulson y González Soriano, 2006) se observó que Xochitla presenta el 16.66% del total de especies de odonatos que se tienen registrados para el estado (24).

### Riqueza Específica y Abundancia Relativa

Las temporadas donde hubo mayor riqueza específica (gráfica 2) fueron los meses de noviembre, agosto y septiembre, con 4 especies; los meses donde ninguna especie apareció fueron enero y febrero, esto se debió a las heladas que hubo en este período en la zona.

En cuanto a la abundancia total, el período donde hubo mayor número de organismos fue en septiembre (117, la suma de individuos de los dos días de muestreo de este mes), en la gráfica 2 se puede observar que las 4 especies contribuyen en la abundancia de este mes. De igual manera que en la riqueza específica, los meses de enero y febrero carecieron de individuos. Todos los odonatos regulan su temperatura mediante la luz solar, por lo que no es óptima para ellos la época de baja temperatura; aun así esto no quiere decir que estén ausentes del todo, pues se pudieron observar algunos organismos en el fondo de los lagos en su etapa náyade.



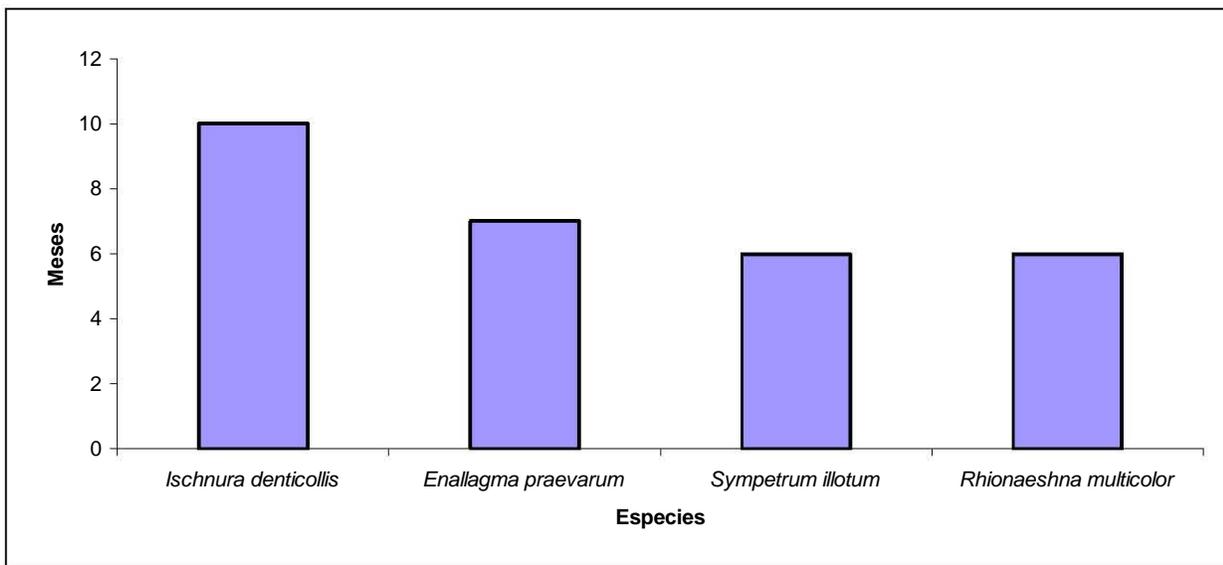
**Gráfica 2. Riqueza específica y abundancia de la odonatofauna adulta de Xochitla, Estado de México, del período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

A partir del mes de febrero (gráfica 2) hubo un incremento progresivo de individuos el cual descendió drásticamente en junio, para después volver a aumentar en los meses

siguientes. Este descenso en si, no se debió a temperaturas bajas ni al ciclo biológico normal de las libélulas, sino a condiciones desfavorables ocasionadas por la poda de las plantas acuáticas, esta medida se aplicó en la Fundación como mantenimiento y protección de la vegetación; al realizar este control se removió el sustrato de los lagos, dándoles una apariencia pantanosa, si bien es cierto que las náyades tienen más afinidad a cuerpos de agua limpios, parece no haber tenido algún efecto negativo en ellas, pues hubo un incremento de adultos en los meses siguientes, tal vez esto se deba a su amplia tolerancia a diferentes cambios ambientales y a que las plantas que utilizan para emerger estaban ya totalmente recuperadas. No obstante, no deben descuidarse las técnicas empleadas para el mantenimiento de las áreas verdes, en especial el de los lagos, pues si es el caso de que las estrategias utilizadas estén afectando a los organismos que habitan en ellos, buscar otras.

### Frecuencias

La especie más frecuente fue *Ischnura denticollis* que apareció durante 10 meses del año, seguida de *Enallagma praevarum* (7 meses) y las menos frecuentes *Sympetrum illotum* y *Rhionaeshna multicolor* con 6 meses cada una (Gráfica 3).



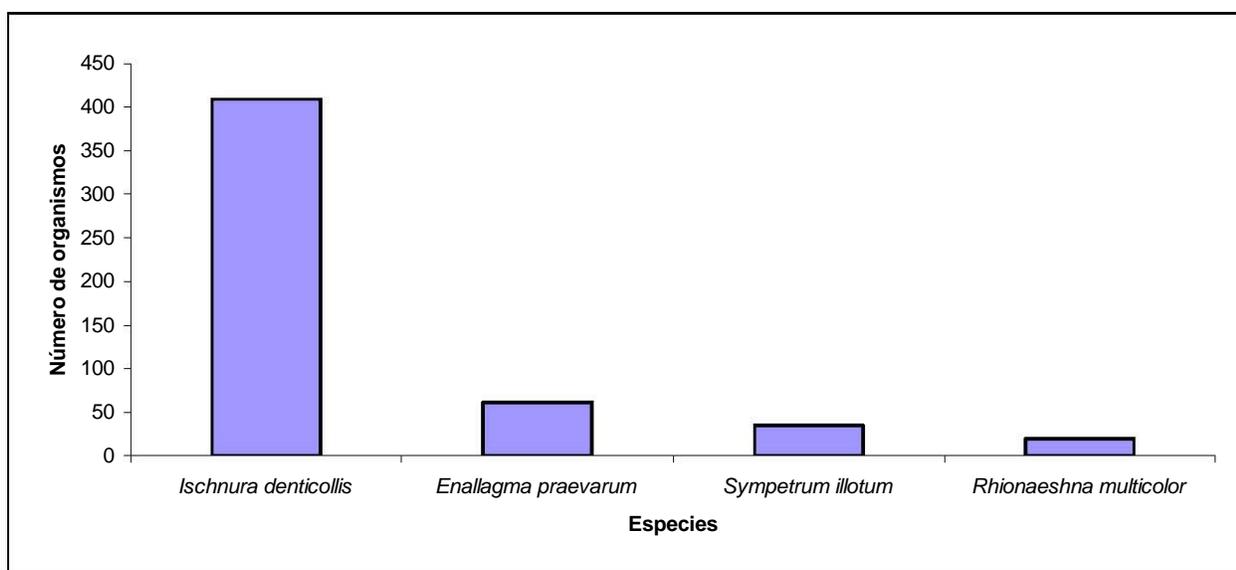
**Gráfica 3. Porcentaje de frecuencia de las especies adultas del orden Odonata en Xochitla, Estado de México, en el período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

Las distintas frecuencias de las especies de Xochitla se deben a diferentes factores como el ciclo biológico normal o la amplia tolerancia a las diferentes condiciones ambientales del año; por ejemplo *R. multicolor*, *S. illotum* e *I. denticollis* aparecieron cuando las temperaturas no descendían de los 2°C, y cuando la época de lluvias comenzó, no así *E. praevarum* que apareció desde el mes de marzo cuando la lluvia fue escasa y las

temperaturas bajas ( $-2.8^{\circ}\text{C}$ ) (Anexo 1). También la frecuencia esta relacionada con el período de vuelo de cada especie, al trabajo de poda realizado en los lagos e inclusive a la depredación de odonatos adultos por aves migratorias.

### Abundancia Relativa

La especie más abundante a lo largo del año de muestreo fue *Ischnura denticollis* que representó el 77% del total con 409 organismos (Gráfica 4), Westfall y May (1996) han mencionado que cuando se registra a esta especie tiene poblaciones muy numerosas; después siguió *Enallagma praevarum* con el 12% (61), *Sympetrum illotum* con el 7% (35) y *Rhionaeshna multicolor* con el 4% (20).

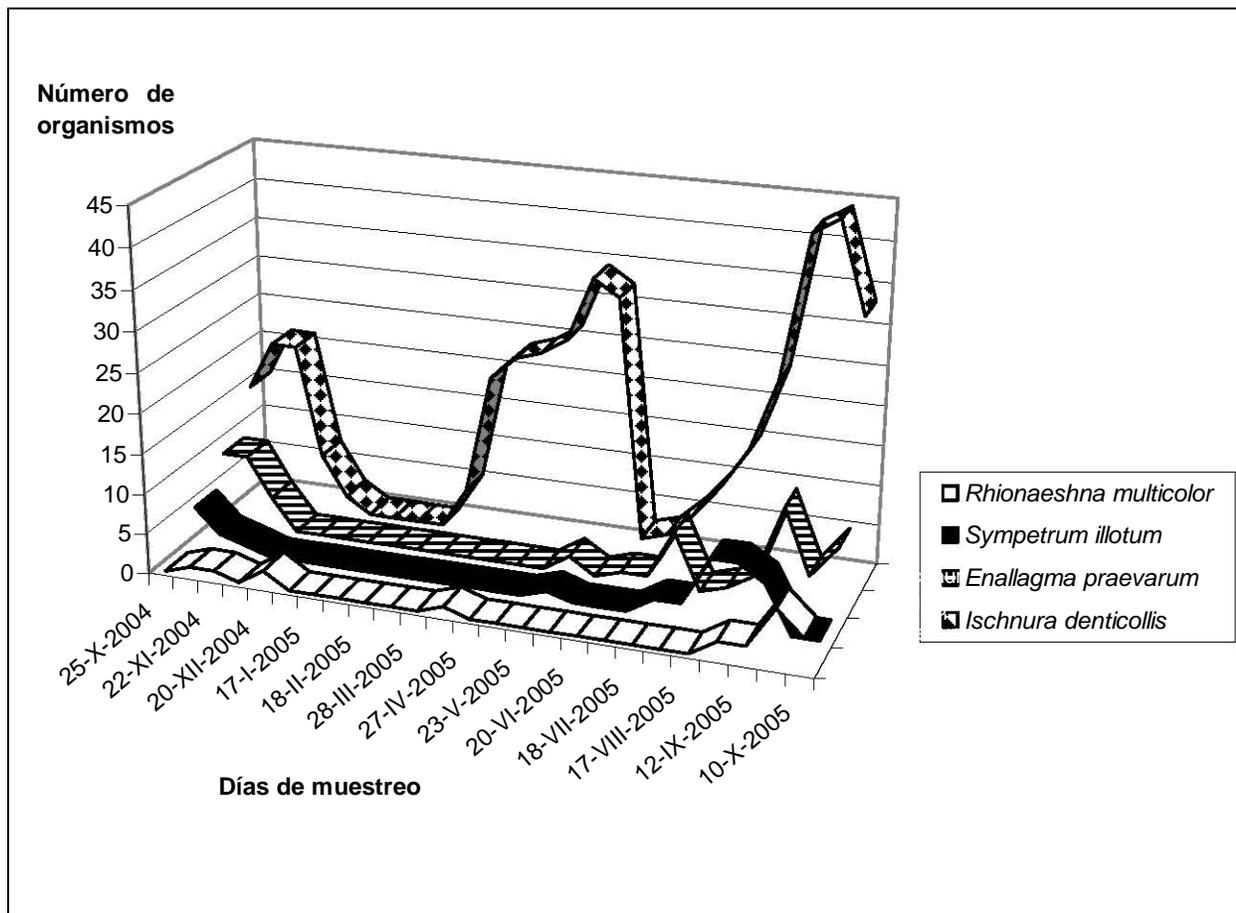


**Gráfica 4. Abundancias de las especies de adultos del orden Odonata en Xochitla, Estado de México, en el período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

Al ser las especies de Libellulidae y Aeshnidae de gran tamaño, además de que se les encontraron en números reducidos, es sencillo realizar censos visuales sin la necesidad de recolectar los especímenes, y en varios casos sin el riesgo de contarlos por duplicado (González-Soriano, 1993).

Es poco probable que el recurso del alimento no haya influido en las abundancias, pues en los meses de recolección a excepción de los invernales, hubo grandes poblaciones de insectos voladores pequeños, es más factible que sea por la limitación de nichos, incluso la distribución de las especies estuvo influenciada por los pocos cúmulos de vegetación acuática. Otro factor que puede explicar la alta abundancia de *Ischnura denticollis*, es que no tuvo una competencia directa con las otras especies por el territorio, *Ischnura* siempre prefirió estar en la vegetación del “ombligo de venus”, que son plantas que miden alrededor de 10 cm a partir de la superficie del agua, en cambio *Sympetrum illotum* y

*Rhionaeshna multicolor* necesitan de plantas emergentes de más altura como el tule, para que las náyades se sujeten mientras emergen.

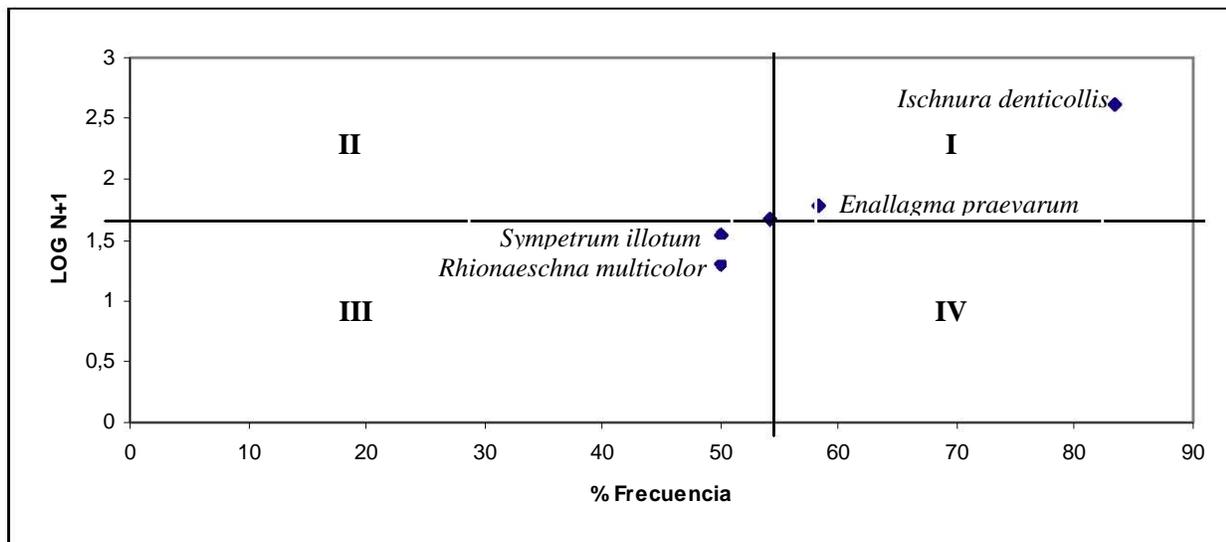


Gráfica 5. Abundancias relativas de las especies de adultos del orden Odonata en Xochitla, Estado de México, en el período de octubre de 2004 a octubre de 2005.

En la gráfica 5 se observa que *Ischnura denticollis* no solamente fue la más abundante en el año, sino también fue la especie que más contribuyó en número de organismos cada mes, siendo septiembre donde presentó mayor número de individuos (107). El descenso drástico ocurrido en los meses de junio y julio se ven claramente en la curva de *Ischnura*, es probable que si no hubieran sido podadas las plantas, los valores de abundancia en vez de caer seguirían aumentando progresivamente. Las condiciones fueron favorables para *Enallagma praevarum* en los meses de octubre y noviembre de 2004 y de julio a octubre de 2005, pues se recolectaron más organismos de esta especie en estos meses, sin embargo, nunca llegaron a superar los 16 organismos presentes en septiembre. Agosto fue un mes donde apareció gran cantidad de organismos (18) de *Sympetrum illotum*, en los 5 meses restantes en donde se les halló su abundancia fue menor de 7. *Rhionaeshna multicolor* fue la especie que tuvo menos individuos a lo largo de los meses (menos de 5), a excepción de septiembre donde llegó a 9. Conjuntando los resultados mencionados, se puede notar que hubo diversos factores que ayudaron a que las abundancias de las

especies aumentarían entre los meses de agosto y octubre, como la temperatura, precipitación alta y la vegetación abundante; En el mes de octubre de 2005 la temperatura disminuyó hasta los  $-1.5^{\circ}\text{C}$  y comenzaron las heladas, por lo que en la gráfica 5, en dicho mes, se puede apreciar una ligera caída de las abundancias, es probable, que en los meses siguientes el número de organismos haya decaído más (Para más detalles ver anexo 2).

### Dominancia



**Gráfica 6.** Prueba de Olmstead-Tukey para las especies de odonatos adultos en Xochitla, Estado de México, en el período de octubre de 2004 a octubre de 2005.

Con el porcentaje de las frecuencias y el logaritmo de las abundancias se realizó la prueba de Olmstead-Tukey (anexo 3), se graficó y se tomó como división las medianas de ambas. En la gráfica 6 se observa que tanto *Ischnura denticollis* y *Enallagma praevarum* se ubicaron dentro la categoría I, es decir que son especies dominantes. La dominancia generalmente se relaciona con el alto número de organismos, así como a la presencia constante en el transcurso del año, como sucedió con estas especies en Xochitla (Magurran, 1989). *Sympetrum illotum* y *Rhionaeschna multicolor* se encontraron dentro la categoría III, lo que quiere decir que son especies raras; Dunkle (2000) menciona que en dichas especies, las náyades pueden aparecer a lo largo del año, pero los adultos se ven muy pocas veces, debido a temporadas de vuelo cortas, comportamiento furtivo, o por tener hábitos de vuelo y descanso en árboles. En este estudio se observó un vuelo muy rápido y huidizo de estas especies, posiblemente ellas volaban de sus territorios a otros lugares cuando notaban alguna amenaza. Otro punto interesante es que al poseer un tamaño considerablemente grande y colores llamativos y distinguibles a simple vista, se volvieron presa fácil de las aves. Por lo la temporada de vuelo, hábitos y la depredación contribuyeron a tener este patrón de distribución en términos de tiempo y espacio.

Hubo una coincidencia con el trabajo de Morales y González-Soriano (2000) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, ya que tomando un análisis arbitrario llegaron a la conclusión que *Rhionaeschna multicolor* y *Sympetrum illotum* eran especies raras.

Cabe mencionar que la prueba de Olmstead-Tukey permite asociar dos variables, abundancia y frecuencia, en términos de espacio y tiempo sin utilizar muchos cálculos, mediante la observación de un diagrama de puntos, por lo que ha tenido mucha utilidad en recientes investigaciones de diferente índole (Sokal, R. y F. Rohlf, 1979).

La dominancia esta ampliamente relacionada con las primeras etapas de un ecosistema, Margalef (1995) menciona que siempre aparecen en estos puntos, especies dominantes importantes en lo que se refiere a la biomasa del ecosistema, pero que en el transcurso del tiempo, estas tenderán a desaparecer, aunque es cierto que Margalef basa mucho sus estudios en el fitoplancton, sería interesante corroborar si la especie dominante *Ischnura denticollis* sigue este mismo curso, esto es que tienda a disminuir su dominancia de la comunidad de odonatos hasta ser una especie con baja abundancia o frecuencia o inclusive ser sustituida por otra especie.

Es probable que la especie que haya llegado primero a Xochitla haya sido *Ischnura denticollis*, pues según Colinvaux (1997) son las especies dominantes los que llevan a cabo la colonización del hábitat. *E. praevarum*, *S. illotum* y *R. multicolor* son especies que tienden a ser equilibradas en cuanto a abundancia y frecuencia se refiere, son especies que no están preparadas para dispersarse con rapidez y a grandes distancias.

### **Diversidad**

El valor de diversidad de Shannon-Wiener fue de 0.749, con una varianza de 0.002. Magurran (1989) menciona que los valores de Shannon-Wiener en las comunidades generalmente recaen entre 1.5 y 3.5, el que el valor de diversidad de la odonatofauna adulta en Xochitla haya sido más bajo se explica según Franco *et al.*, (1989) por la poca cantidad de especies, pues mientras mayor número de especies exista se incrementará la diversidad y, además, habrá una mayor uniformidad en cuanto a la distribución de individuos.

El valor de uniformidad (*E*) es de 0.541. Los valores de *E* se sitúan entre 0 y 1.0, donde 1.0 representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, *op. cit.*). Por lo que es comprensible que se haya obtenido un valor de uniformidad medio en Xochitla, pues la distribución de las abundancias entre las especies no fue tan semejante.

Se obtuvo el valor de diversidad de Simpson que fue de 0.625. Cabe mencionar que tanto Magurran (*op. cit.*) y Franco *et al.* (1989) coinciden que el índice de Simpson tiene más

ventajas con respecto al de Shannon-Wiener, el cual es una medida muy insensible a las características de la distribución de abundancia de especies, en cambio Simpson se basa en el hecho, que en una comunidad biológica muy diversa, la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie debe ser baja, cumpliéndose también el caso contrario. Sus valores van del 0 a 1. El valor de Simpson obtenido en Xochitla nos da a entender que es una comunidad poco diversa.

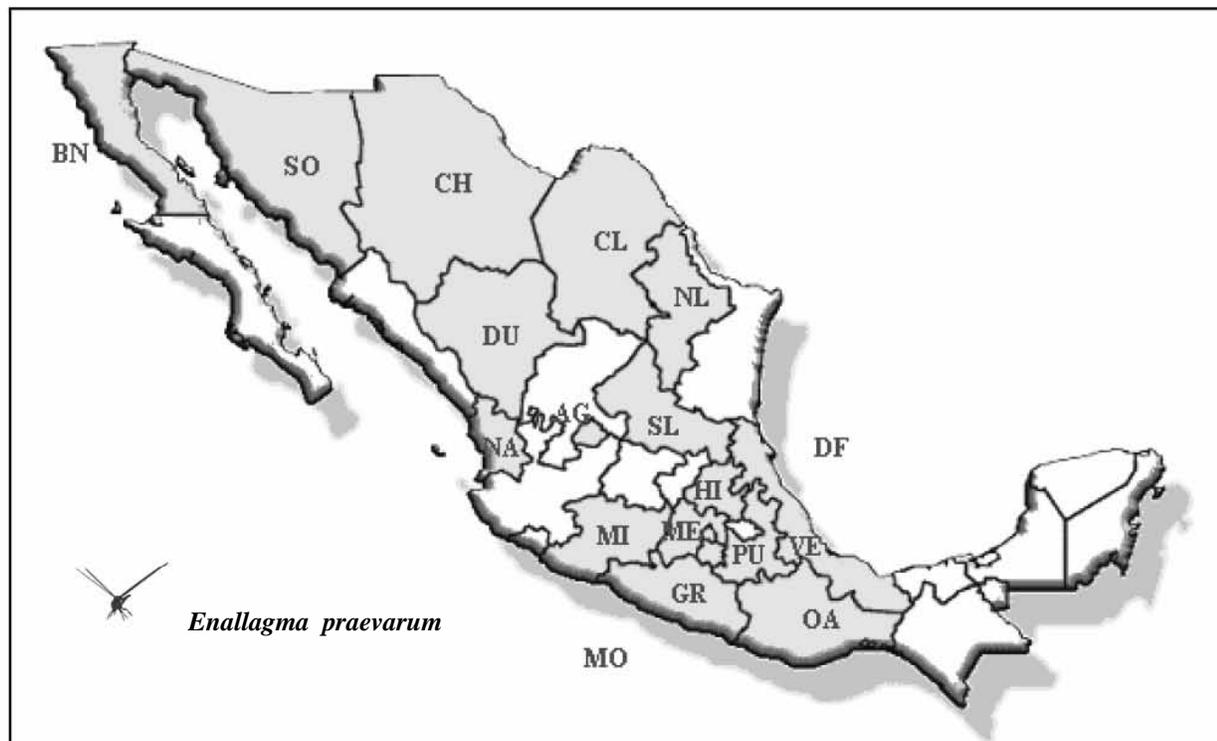
Margalef (1995) menciona que la diversidad tiende a aumentar hasta alcanzar un máximo en los estados iniciales e intermedios de la sucesión. Pero el que siga creciendo o no durante la sucesión depende del aumento de los nichos potenciales que resulten del aumento de la biomasa, y de que otras consecuencias de la organización biológica contrarresten las desventajas del aumento de competitividad (Odum, 1972).

El registro de diversidad de otras localidades como el de la Reserva de la Biosfera de la Michilia, Durango (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1991) y el de la Central Hidroeléctrica de Hidalgo (Gómez-Anaya *et al.*, 2000), muestran un alto índice en comparación a Xochitla, esto es a consecuencia de que en la Reserva de la Michilia se encuentra un ecosistema muy avanzado, donde la humedad y la temperatura son más constantes y no descienden de los 17°C; en cuanto a la Central hidroeléctrica, se puede decir que ciertas zonas son de origen tropical, aunque hay bosques templados.

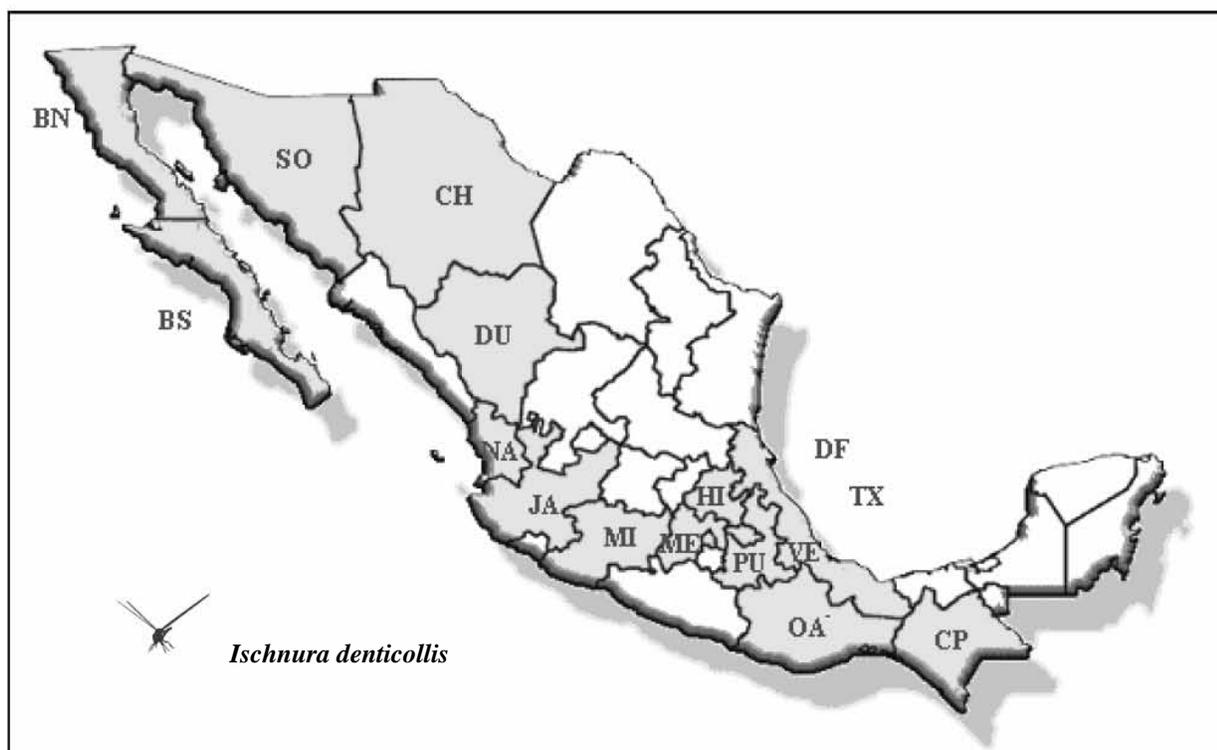
### **Comparación de registros**

Las cuatro especies recolectadas en Xochitla según las revisiones realizadas por González-Soriano y Novelo-Gutiérrez (1996), y Paulson y González-Soriano (2006), ya han sido registradas para el Estado de México. Es *Enallagma praevarum* quien presenta mayor distribución en el país, desde la parte noroeste hasta el sur, en 18 estados (mapa 3).

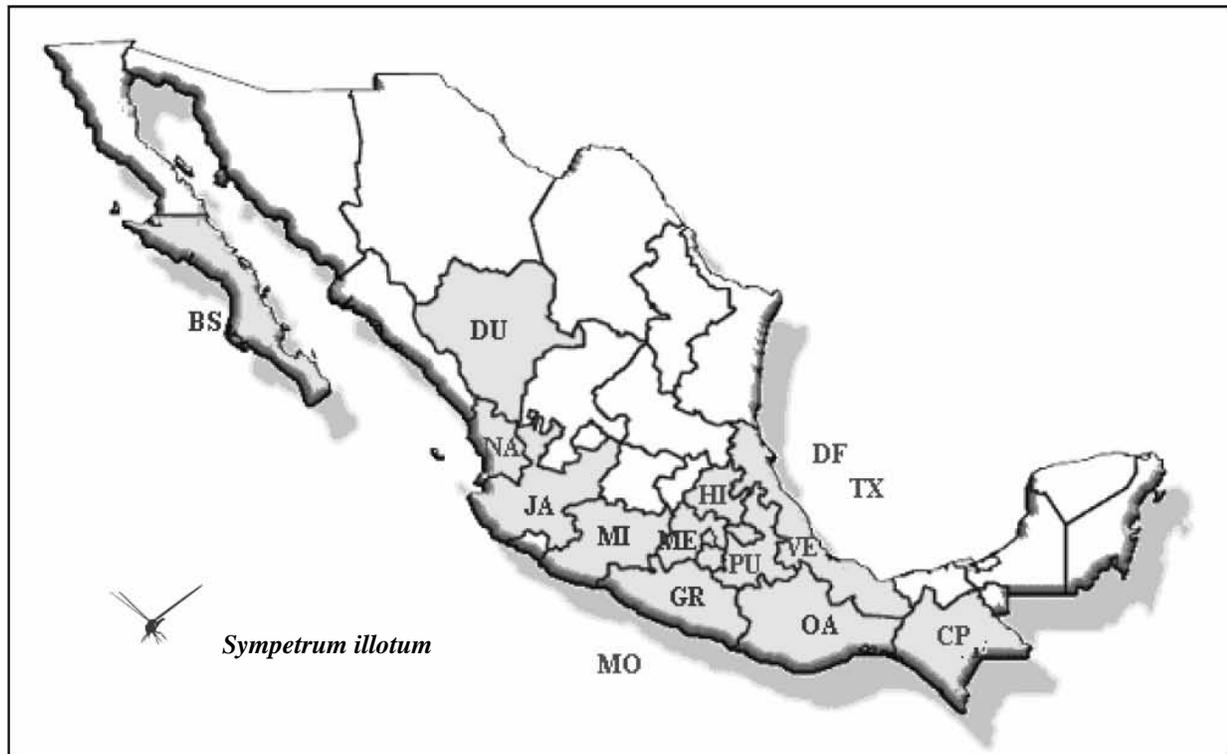
*Ischnura denticollis* es la siguiente en cuanto a su representación en México con 16 estados, al igual que *Enallagma praevarum*, ésta se encuentra desde la parte noroeste hasta el sur del país, sólo que la diferencia es que *Ischnura* no han sido registrados en los estados del noreste y sí en los del suroeste (mapa 4). Estos registros nos indican y reafirman que estas especies son eficaces en la colonización de nuevos hábitats y que morfofisiológicamente están preparadas para resistir variaciones climáticas (Begon, *et al.*, 1995).



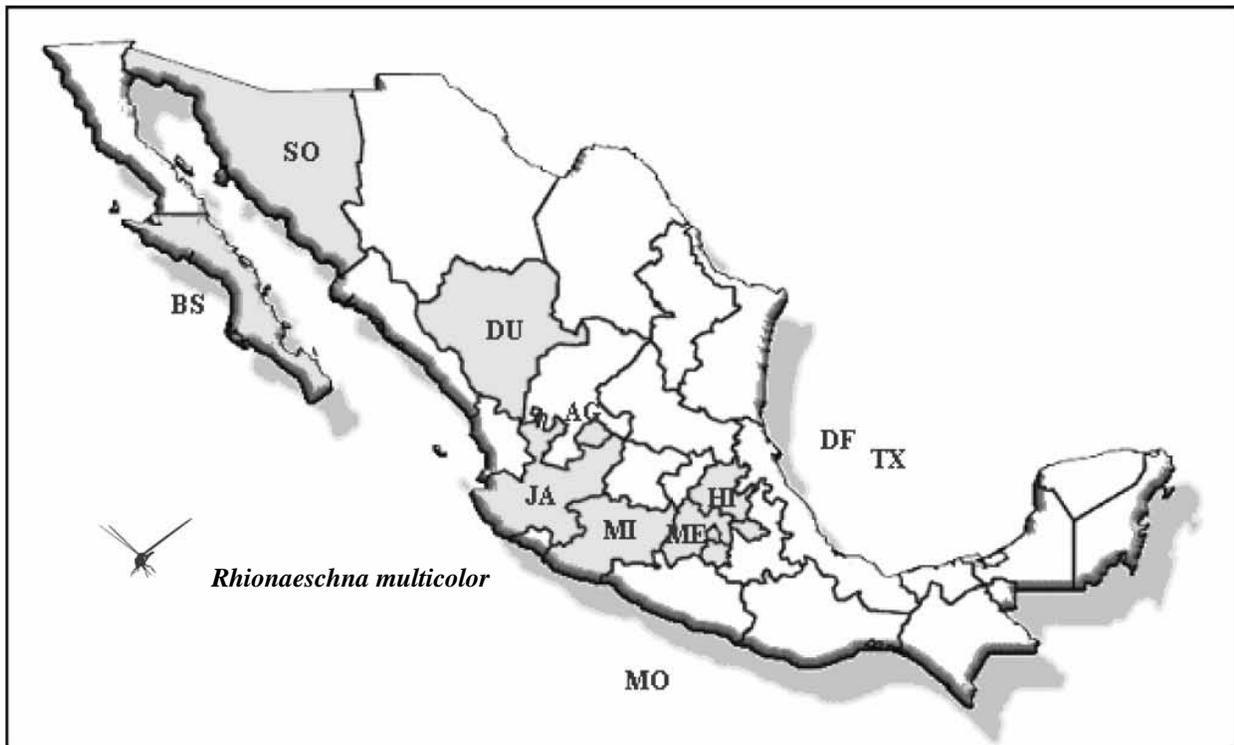
Mapa 1. Distribución de *Enallagma praevarum* en México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996, y Paulson y González Soriano, 2006).



Mapa 2. Distribución de *Ischnura denticollis* en México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996, y Paulson y González Soriano, 2006).



Mapa 3. Distribución de *Sympetrum illotum* en México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996, y Paulson y González Soriano, 2006).

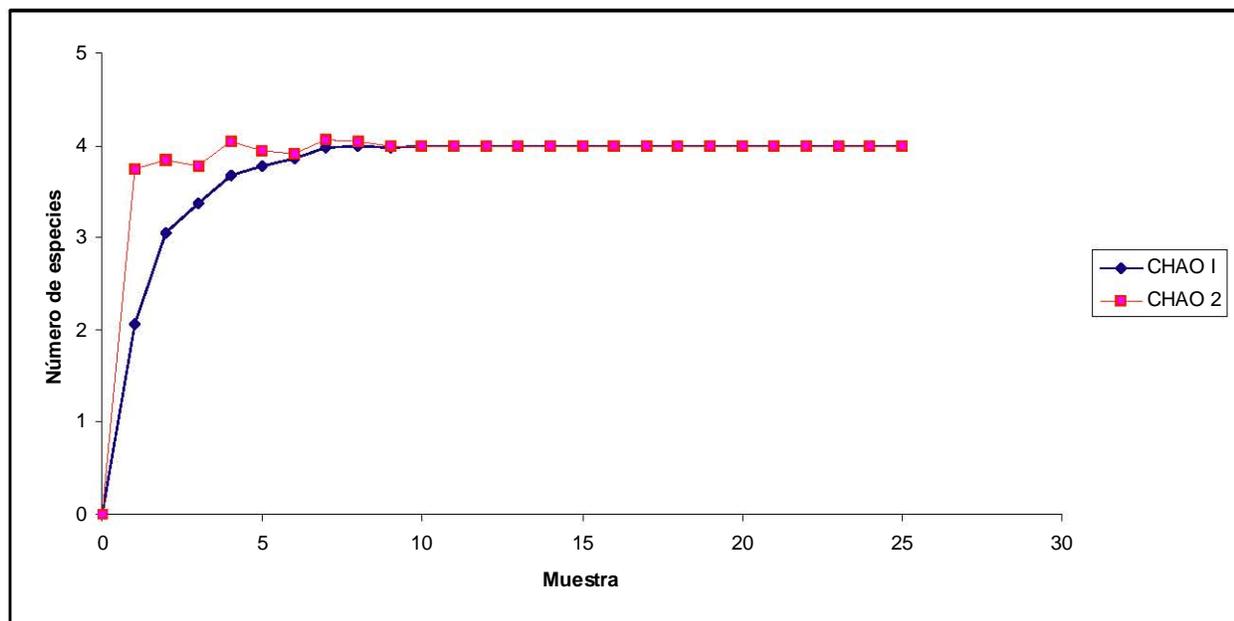


Mapa 4. Distribución de *Rhionaeschna multicolor* en México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996, y Paulson y González Soriano, 2006).

*Sympetrum illotum* se ha registrado en 15 estados, la mayoría de ellos ubicados en la región sur del país, algunos del norte, como Baja California Sur y Durango (mapa 5), por lo que nos da indicios de que esta especie prefiere zonas tropicales.

*Rhionaeshna multicolor* es la especie con menor distribución en el país, con 12 estados, siendo éstos los ubicados en la parte central y algunos de la parte noroeste (mapa 6).

### Curva de Acumulación



**Gráfica 7. Número de especies estimadas con CHAO 1 y CHAO 2, para la odonatofauna adulta de Xochitla, Estado de México, del período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

En la gráfica 7 se observa que las pruebas CHAO 1 y CHAO 2 (anexo 4) estiman un máximo de 4 especies para la comunidad, el que haya muy pocas especies se debe como ya se ha mencionado a las primeras etapas de la sucesión en los lagos, es probable que con el paso del tiempo, lleguen más especies al área de estudio, pues se puede predecir que las condiciones de los lagos mejorarán, el tiempo favorecerá a que haya más recursos en el ecosistema lo que permitirá un número creciente de especies, pero no solo se presentarán cambios en cuanto a número de especies en el futuro, si no que probablemente en Xochitla desaparecerán algunas especies del Orden Odonata existentes actualmente para ser sustituidas por nuevas especies, aunque no siempre es así (Margalef, 1995), por lo que sería interesante tener un seguimiento a las etapas de sucesión en los lagos.

### Índice de valor de importancia

La especie que mayor influencia tuvo en la comunidad fue *Ischnura denticollis*, esto se debe a que fue muy abundante y a que apareció en la mayoría de los meses del año de muestreo, las siguientes fueron *Enallagma praevarum*, *Sympetrum illotum* y *Rhionaeschna multicolor* sucesivamente, estas últimas dos no muestran una diferencia significativa en cuanto a su valor de importancia y es debido a que se consideran especies raras, es decir organismos que aparecen en la comunidad con baja frecuencia y con poca abundancia.

El índice de valor de importancia da una estimación global de la influencia o importancia de una especie en la comunidad. Aunque tiene la ventaja de usar más de una medida de influencia tiene la ventaja de dar el mismo peso a cada uno de los valores (abundancia, frecuencia, cobertura, diversidad, dominancia). Además el término de importancia llega a ser un poco confuso pues depende de la especie que se esté analizando, por lo que se usa el criterio para elegir que medida de influencia utilizar u omitir, esto ocasiona que haya una clara definición matemática y una adecuada comparación con otros trabajos.

<b>Especie</b>	<b>Valor de importancia (200%)</b>
<i>Ischnura denticollis</i>	118.93
<i>Enallagma praevarum</i>	35.61
<i>Sympetrum illotum</i>	24.66
<i>Rhionaeschna multicolor</i>	19.81

**Cuadro 3. Valor de importancia de las especies adultas del orden Odonata de Xochitla, Estado de México, del período de octubre de 2004 a octubre de 2005.**

## CONCLUSIONES

- Se recolectaron 525 organismos adultos pertenecientes a 4 especies distribuidas en 4 géneros y 3 familias; las cuales fueron *Rhionaeshna multicolor*, *Sympetrum madidum*, *Enallagma praevarum* e *Ischnura denticollis*.
- La especie más frecuente y abundante fue *Ischnura denticollis*, seguida de *Enallagma praevarum*, *Sympetrum illotum* y *Rhionaeshna multicolor* sucesivamente.
- Se clasificó a *Ischnura denticollis* y a *Enallagma praevarum* como especies dominantes dentro de la prueba de asociación, en cambio *Sympetrum illotum* y *Rhionaeshna multicolor* están en la categoría de especies raras.
- Los valores de diversidad fueron 0.749 con el índice de Shannon-Wiener y 0.625 con el de Simpson, lo que sugiere que es una comunidad muy joven en las primeras etapas de sucesión.
- La curva de acumulación indicó que el máximo de especies de odonatos que puede hallarse hasta el momento en Xochitla es de 4, es decir que las registradas en el presente trabajo son las únicas que se pueden hallar en el área de estudio.
- La especie con mayor influencia en la comunidad por su valor de importancia fue *Ischnura denticollis*, seguida de *Enallagma praevarum*, *Sympetrum illotum* y *Rhionaeshna multicolor* sucesivamente.
- Las 4 especies encontradas en Xochitla, ya han sido registradas en el Estado de México.

## RECOMENDACIONES PARA LA FUNDACIÓN XOCHITLA

La conservación de los odonatos raramente es un objetivo para las áreas naturales, pero es debido a su importancia para los ecosistemas acuáticos por lo que deberían tomarlos en cuenta. Como se ha analizado en el presente trabajo, las especies existentes en Xochitla, dependen de la vegetación acuática para completar su ciclo biológico, por lo que es necesario cuidarla, tomando en consideración que si realizan poda o ponen mallas para protegerlas causarían una interrupción en su temporada de vuelo y ciclo de vida. Por lo que sugiero que si efectúan dichas estrategias para el cuidado de la zona, solo hacerlo cuando sea sumamente necesario, o encontrar alternativas que cumplan con la finalidad requerida, pero que no dañe severamente la flora como a la fauna asociada a los cuerpos de agua.

## LITERATURA CITADA

- Alonso-Eguia, L., E. González-Soriano y P. J. Gutiérrez-Yurritia. 2002. Listado y distribución de los odonatos de la Cuenca del Río Moctezuma, Centro-Occidente de México (Insecta: Odonata). **Folia Entomológica Mexicana**. 41(3) 347-357 p.
- Bautista, G. 2004. Fluctuación poblacional de *Glycaspis brimblecombei* y su parasitoide (*Psyllephagus bliteus*), en Xochitla, Tepetzotlán, Estado de México. Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 59pp.
- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1995. **Ecología: individuos, poblaciones y comunidades**. Ed. Omega. España. 820-822 p.
- Brower, E., J. Zar y C. von Ende. 1997. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4ª ed. Mc. Graw-Hill. USA. 94 p.
- Calvert, P. 1901-1098. Odonata. **En:** Porter R. & Dulau (Eds). **Biología Centrali Americana: Insecta, Neuroptera**. London.
- Cardé, R. T. 2003. Odonata. **En:** Resh, V. H. (Ed.). **Encyclopedia of insects**. Academic Press. USA. California. 815-823 p.
- Colinvaux, P. 1997. **Introducción a la ecología**. Ed. Limusa. México. 601-639 p.
- Dunkle, S. 2000. **Dragonflies through binoculars. A field guide to dragonflies of North America**. Ed. Oxford University Press. 92 p.
- CONANP, 2005 ¿Qué son los ANP? <http://www.conanp.gob.mx/anp/> (consultado el 8 de febrero de 2006)
- Fundación Xochitla A.C. s.a. Xochitla. <http://www.xochitla.org.mx/paginas/visita/plano.html> (consultado el 20 septiembre de 2004).
- Franco, L. J., G. de la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L. G. Abarca y C. M. Bedia. 1989. **Manual de ecología**. ed. 2ª. Ed. Trillas. México. 129-143 p.
- García, E. 1981. **Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen: Para adaptarlo a las condiciones de la republica mexicana**. ed. 3ª. SIGSA pp. 25
- Garrison, R. y E. González-Soriano. 1988. Population of two sibling species of neotropical damselflies, *Palaemnema desiderata selys* y *P. Paulitoyaca calvert* (Odonata: Platystictidae). **Folia Entomológica Mexicana**. 108: 1-34

- Gobierno del Estado de México. s.a. Tepetzotlán. <http://www.edomexico.gob.mx> (consultado el 20 Septiembre de 2004).
- Gómez-Anaya, J., R. Novelo-Gutiérrez y R. Arce-Pérez. 2000. Odonata de la zona de influencia de la central hidroeléctrica “Ing. Fernando Hiriart Valderrama” (PH Zimapán), Hidalgo, México. **Folia Entomológica Mexicana**. 108: 1-34
- González-Soriano, E. 1993. Odonata de México: situación actual y perspectivas de estudio. **Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.** XLIV:291-302
- González-Soriano, E. 1997. Odonata. **En:** González-Soriano, E. y R. C. Vogt (Eds.). **Historia natural de los Tuxtlas**. UNAM y CONABIO. México. 245-252 p.
- González-Soriano, E. y R. Novelo-Gutiérrez. 1991. Odonata de la Reserva de la Biosfera de la Michilia, Durango, México. Parte I. Imagos. **Folia Entomológica Mexicana**. 81: 67-105
- González-Soriano, E. y R. Novelo-Gutiérrez. 1996. Odonata. **En:** Llorente, B., A. García y E. González (Eds.). **Biodiversidad taxonomía y biogeografía de artrópodos de México**. CONABIO y UNAM. México. 147-167 p.
- Guia Roji. 2005. Tepetzotlán. <http://www.guiaroji.com.mx/> (consultado el 15 de Febrero de 2006)
- INEGI. 2000. **Carta topográfica**. E-14-A-29 (Cuautitlán). Escala 1: 50000. México.
- Krebs, Ch. 1985. **Ecología, estudio de la distribución y la abundancia**. ed. 2ª Ed. Harla. México D.F. 495-536 p.
- Llorente, J., E. González, A. García y C. Cordero. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. **En:** Llorente, B., A. García y E. González. (Eds.). **Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México**. CONABIO y UNAM. México. 3-14 p.
- López, M. 2005. **Reporte anual de la estación climatológica Xochitla**. Fundación Xochitla A.C.
- Magurran, A. 1989. **Diversidad ecológica y su medición**. Ed. Vedral. España. pp. 200
- Margalef, R. 1983. **Limnología**. Ed. Omega. España. 170-186, 190-195 p.
- Margalef, R. 1995. **Ecología**. Ed. Omega. España. 737-778 p.

- McNaughton, S. y L. Wolf. 1984. **Ecología general**. Ediciones Omega. Barcelona, España. 385
- Mendoza Trejo y González-Soriano. 1989. Libélulas del área urbana y suburbana del Valle de México (Insecta: Odonata). **Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.** 135-140 p.
- Moore, N. (compiler). 1997. **Dragonflies-status survey and conservation action plan**. IUCN/SSC Odonata Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 1-28 p.
- Morales, A. y E. González-Soriano 2000. Odonatofauna (Insecta: Odonata de un bosque tropical seco de México: Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. **En: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología**. Acapulco Gro. 11-14 de junio.112-115 p.
- Morón, M. y R. Terrón. 1988. **Entomología práctica**. Ed. Instituto de Ecología A.C. México, D.F. 52-60 p.
- Needham, J., J. Westfall y M. L. May. 2000. **A manual of the dragonflies of North America**. Scientific publisher. U.S.A. 110-179 p.
- Neri, G. 2001. **Enciclopedia de los municipios de México**. Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México.
- Novelo-Gutiérrez, R. y E. González. 1984. Behavior in *Orthemis ferruginea* (Fab) (Odonata: Libellulidae). **Folia Entomológica Mexicana**. 59: 11-24
- Novelo-Gutiérrez, R., O. Canul-González y J. Camal-Mex. 1988. Los odonatos del estado de Quintana Roo, México (Insecta: Odonata). **Folia Entomológica Mexicana**.74: 13-69
- Odum, E. 1972. **Ecología**. 3ª ed. Ed. Interamericana. México. 259-284 p.
- Odum, E. 1986. **Fundamentos de ecología**. Ed. Interamericana. México. 293-305 p.
- Patrick, W. 1998. **Aquatic entomology. The fishermen's and ecologists illustrated guide to insects and their relatives**. Ed. Jones and Bartlett publishers. 134-146 p.
- Paulson, D. 1998. Field key to adult Washington dragonflies (Odonata). <http://www2.ups.edu/biology/museum/WAODkey>. Slater Museum of Natural History. University of Puget Sound. (consultado el 27 de enero de 2006).

- Paulson, D. y E. González-Soriano. 2006. Odonata of México, by state. <http://www.ups.edu/x6530.xml>. Slater Museum of Natural History. University of Puget Sound. (consultado el 27 de enero de 2006).
- Rodríguez, O. 2001. Inventario y Evaluación Sanitaria del Arbolado en Fundación Xochitla, A. C. Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 69pp.
- Rodríguez P. 2002. Hábitos alimenticios de la lechuza del campanario (*Tyto alba*) en Xochitla. Tesis licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 55pp.
- Rojas, E., S. Romero, M. A. Rodríguez y M. del R. Castro. 2000. Flora silvestre y naturalizada de la reserva natural "Xochitla", Tepozotlán, Estado de México. **Amaranto**. 13(2)1-12
- Ruppert, E. y R. Barnes. R. 1996. **Zoología de los invertebrados**. ed. 6ª. Ed. Panamericana. México. D.F. 903-904 p.
- Rzedowski, J. 1981. **Vegetación de México**. Ed. Limusa. México. 432pp.
- Sokal. R. y F. Rohlf. 1979. **Biometry**. H. Blume Ediciones. España. 588-589 p.
- Toledo, V. 1988. La diversidad biológica de México. **Ciencia y desarrollo**. XIV(81) 17-30
- Westfall, M. y J. Tennesen. 1996. Odonata. **En:** Merritt, R. y Cummins, K. (Eds.). **An introduction to the aquatic insects of North America**. ed. 2ª. Ed. Kandall/Hunt Publishing Company. USA.164-211 p.
- Westfall, M y M.L. May. 1996. **Damselflies of North America**. Scientific Publisher. USA. 1-56, 163-172, 320-431, 438-492 y 501-514 p.

## ANEXO

### ANEXO 1. Condiciones ambientales en Xochitla, en el periodo de octubre de 2004 a octubre de 2005 (López, 2005)

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Días con heladas	Días con lluvias (>0.1mm)
octubre-2004	27.3	4.3	0	8
noviembre-2004	26.8	-3	8	2
diciembre-2004	25.2	-6.5	12	1
enero-2005	28	-4.6	14	1
febrero-2005	28	-1.1	2	1
marzo-2005	31	-2.8	4	1
abril-2005	31.2	2.5	0	4
mayo-2005	30.8	3.3	0	5
junio-2005	31.8	6.2	0	7
julio-2005	27.3	5.4	0	14
agosto-2005	26.1	7.1	0	22
septiembre-2005	26	0.8	0	18
octubre-2005	25	-1.5	3	8

### ANEXO 2. Abundancia de la odonatofauna adulta de Xochitla, Estado de México, del periodo de octubre de 2004 a octubre de 2005.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
<i>Ischnura denticollis</i>	15	42	9	0	0	25	47	60	34	9	49	86	33	409
<i>Enallagma praevarum</i>	9	13	0	0	0	0	0	2	1	8	4	16	8	61
<i>Sympetrum illotum</i>	5	3	0	0	0	0	0	1	0	2	18	6	0	35
<i>Rhionaeshna multicolor</i>	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	2	9	4	20
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>19</b>	<b>73</b>	<b>117</b>	<b>45</b>	<b>525</b>

**ANEXO 3. Porcentajes de las frecuencias y logaritmo de las abundancias de la odonatofauna adulta de Xochitla, Estado de México, del periodo de octubre de 2004 a octubre de 2005, para la prueba de Olmstead-Tukey.**

	<b>Frecuencias</b>	<b>% Frecuencias</b>	<b>LOG N+1</b>
<i>Ischnura denticollis</i>	10	83.333	2.612
<i>Enallagma praevarum</i>	7	58.333	1.786
<i>Sympetrum illotum</i>	6	50	1.544
<i>Rhionaeshna multicolor</i>	6	50	1.301
<b>Mediana</b>		<b>54.167</b>	<b>1.666</b>

**ANEXO 4. Estimadores Chao 1 y Chao 2 con 50 aleatorizaciones y en 25 muestras**

<b>Muestra</b>	<b>CHAO 1</b>	<b>CHAO 2</b>
1	2.06	3.74
2	3.06	3.85
3	3.38	3.77
4	3.68	4.04
5	3.78	3.95
6	3.86	3.91
7	3.98	4.06
8	4	4.05
9	3.98	3.99
10	4	4
11	4	4
12	4	4
13	4	4
14	4	4
15	4	4
16	4	4
17	4	4
18	4	4
19	4	4
20	4	4
21	4	4
22	4	4
23	4	4
24	4	4
25	4	4