

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE LIBÉLULAS  
(Odonata: Insecta) DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, MUNICIPIO  
DE SUCHITOTO, CUSCATLÁN, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:  
JOSÉ RODRIGO BELLOSO ORELLANA**

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2017.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE LIBÉLULAS  
(Odonata: Insecta) DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, MUNICIPIO  
DE SUCHITOTO, CUSCATLÁN, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

JOSÉ RODRIGO BELLOSO ORELLANA

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**DOCENTE ASESOR DE LA INVESTIGACIÓN:**

---

M.Sc. René Fuentes Morán

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2017.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE LIBÉLULAS  
(Odonata: Insecta) DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, MUNICIPIO  
DE SUCHITOTO, CUSCATLÁN, EL SALVADOR”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

JOSÉ RODRIGO BELLOSO ORELLANA

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**JURADO:** \_\_\_\_\_

M. en D. Martha Nohemí Martínez

**JURADO:** \_\_\_\_\_

Lic. José Napoleón Canjura López

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2017.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

MTRO. ROGER ARMANDO ARIAS

RECTOR

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL

LIC. MAURICIO HERNAN LOVO

DECANO FACULTAD CIENCIAS NATURALES  
Y MATEMÁTICA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2017.

## **DEDICATORIA.**

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que me dieron su apoyo incondicional, sin el cual estas humildes paginas no se hubieran podido escribir: mi amada esposa Flor y mis preciosas hijas Daniela y Paola, mis padres, hermana y a mis hermanos de comunidad Caminando con el amor de Cristo. Dedico también este trabajo a todos aquellos compañeros estudiantes de biología que luchan por seguir adelante y que perseveran en sus estudios pese a las adversidades.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Por la culminación de este trabajo, en primer lugar, al Señor Jesucristo, quien me brindó las fuerzas y la perseverancia para completar mis estudios; a mi amada esposa Flor Cruz, quien me ha dado su comprensión y apoyo en cada momento para terminar mi carrera y este trabajo; A mis padres y hermana, quienes siempre me apoyaron en todas las etapas de mis estudios. A mi Pequeña Comunidad, Caminando con el Amor de Cristo, por sus oraciones, consejos, apoyo y ayuda proporcionada, en especial a Gabriel Ramírez, por su colaboración en el transporte hacia la zona de estudio; A la madre de mi esposa, por la ayuda económica brindada. También, a la Escuela de Biología, especialmente aquellos profesores que me dieron su apoyo, paciencia y consideraciones ante un alumno que trabaja, estudia y atiende su hogar, y vieron en mi a un colega más. Doy las gracias a mi asesor René Fuentes, pues sin sus orientaciones, recomendaciones y consejos, esta tesis no se hubiera consumado. No puedo olvidar, a los Guarda recursos, Don Adán, Don Pedro y Don Manuel, quienes acompañaban mi travesía por el área de estudio y se preocuparon por mi seguridad. Agradezco, también, a las autoridades del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Lic. Luis Henríquez, por permitirme realizar el estudio en el Área, al Lic. Marvin Salinas por su ayuda en la obtención de los permisos de colecta, al Sr. Oscar Garza, por su cordialidad y accesibilidad para la coordinación con los Guarda recursos; así como al Ing. Leonel, de ALFALYT (Co-manejadora del ANP Colima). Y a todos aquellos que brindaron su grano de arena para poder realizar este trabajo.

## INDICE DE CONTENIDO

I. RESUMEN .....	11
II. INTRODUCCIÓN .....	12
III. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivo General.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
IV. MARCO TEORICO .....	16
4.1. Antecedentes.....	16
4.1.1. Antecedentes no regionales.....	16
4.1.2. Antecedentes regionales.....	17
4.1.3. Antecedentes locales.....	20
4.2. Fundamento teórico.....	22
4.2.1. Morfología.....	22
4.2.2. Taxonomía.....	26
4.2.3. Distribución y diversidad.....	32
4.2.4. Hábitat.....	33
4.2.5. Estacionalidad.....	33
4.2.6. Importancia ecológica.....	34
4.2.7. Métodos de captura y preservación.....	34
V. METODOLOGÍA.....	37
5.1. Descripción del área de estudio.....	37
5.2. Clima.....	38
5.3. Hidrografía.....	38
5.4. Uso de suelo.....	39
5.5. Formación vegetal.....	39
5.6. Diseño de muestreo.....	40
5.6.1. Número de muestreos.....	40
5.6.2. Descripción de puntos de muestreo.....	41
5.7. Método de captura.....	45
5.8. Identificación de especies.....	46
5.9. Toma de datos en campo.....	47

VI. RESULTADOS .....	50
6.1. Diversidad por puntos de muestreo. ....	50
6.1.1. Punto No. 1 “Quebrada La Pitaya” .....	50
6.1.2. Punto No. 2 “Tierras fluctuantes del Embalse” .....	53
6.1.3. Punto No. 3 “Los Pocitos” .....	56
6.1.4. Punto No. 4 “Laguna Colima” .....	60
6.2. Análisis y Comparación de la diversidad entre puntos de muestreo.....	63
VII. DISCUSIÓN.....	79
VIII. CONCLUSIONES.....	87
IX. RECOMENDACIONES .....	90
X. BIBLIOGRAFÍA.....	92
XI. ANEXOS .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Capturas por muestreo en Punto 1.....	<b>50</b>
<b>Tabla 2.</b> Capturas por muestreo en Punto 2.....	<b>54</b>
<b>Tabla 3.</b> Capturas por muestreo en Punto 3.....	<b>57</b>
<b>Tabla 4.</b> Capturas por muestreo en Punto 4.....	<b>61</b>
<b>Tabla 5.</b> Número de especies reportadas por punto de muestreo (P) en el ANP Colima.....	<b>64</b>
<b>Tabla 6.</b> Índices de Diversidad, Dominancia y Equitatividad para los 4 puntos de muestreo.....	<b>75</b>
<b>Tabla 7.</b> Inventario alcanzado para los 4 puntos de muestreo, según índice de Chao 2.....	<b>76</b>
<b>Tabla 8.</b> Estructura taxonómica de los odonatos registradas en el ANP Colima.....	<b>77</b>
<b>Tabla 9.</b> Equitatividad entre los 4 puntos de muestreo, según índice de equitatividad de Jacard.....	<b>78</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Cabeza Odonatos. *A.* Anisóptera, cabeza globular y ojos grandes que cubren casi toda la cabeza. *B.* Zigóptera, ojos pequeños a ambos lados de la cabeza que le dan forma de martillo al suborden. En ambas figuras puede apreciarse las mandíbulas características del orden .....**22**
- Figura 2.** Postura de las alas. *A.* Anisóptera, el orden se caracteriza por doblar sus alas en forma perpendicular y horizontal al cuerpo. *B.* Zigóptera, cuya característica es doblar las alas en forma perpendicular y vertical al cuerpo; además puede identificarse la posición de las patas que se encuentran direccionadas a la parte delantera del cuerpo y las alas hacia atrás del mismo, debido a la forma del tórax .....**23**
- Figura 3.** Morfología del ala de un odonato, donde se indica la posición del nodo que puede variar de posición de acuerdo a la familia, y el estigma que está presente en diversas familias de odonatos .....**24**
- Figura 4.** Morfología del abdomen de un odonato macho y hembra, el que se aprecian los 10 segmentos que lo conforman y las genitalitas ubicados en el segmento 10 .....**25**
- Figura 5.** Apareamiento de odonatos *A.* Zigoptera: el macho toma a la hembra por el pronoto, quien lleva su abdomen al órgano copulador del macho. *B.* Anisóptera: el macho toma a la hebra por los ojos o el occipucio, quien lleva su abdomen al órgano copulador del macho.....**26**
- Figura 6.** Detalle de triángulos alares. *A.* LIBELLULIDAE, triángulo de alas superiores alargados verticalmente y en alas posteriores alargados horizontalmente. *B.* AESNIDAE, triángulos de alas superiores y posteriores similares alargados horizontalmente. *C.* GOMPHIDAE, triangulo y subtriángulo en alas superiores y posteriores .....**28**
- Figura 7.** Detalle de asa anal alar, en gris. *A.* CORDULIIDAE, en forma de saco o bolsa. *B.* LIBELLULIDAE, con forma de pie o pierna .....**29**
- Figura. 8.** Oviscapto de ejemplar zigóptero hembra, cuya función es la de insertar los huevos en el sustrato .....**31**

<b>Figura 9.</b> Otros criterios taxonómicos para determinar familias de zigopteros. A. venas antenodales. B. nodo. C. cuadrángulo. D. vena Cu. E. Estigma .....	<b>32</b>
<b>Figura 10.</b> Técnica empleada para evitar el escape de los insectos cuando ya han sido capturados con la red entomológica .....	<b>35</b>
<b>Figura 11.</b> Fijación y exhibición de odonatos: a la izquierda método de pinchado con alfiler entomológico; a la derecha, sobre entomológico que es el método de exhibición empleado con la técnica de secado en acetona .....	<b>36</b>
<b>Figura 12.</b> Ubicación del Área Natural Protegida Colima municipio de Suchitoto en el departamento de Cuscatlán .....	<b>37</b>
<b>Figura 12b.</b> Ubicación de los cuatro puntos de muestreo .....	<b>40</b>
<b>Figura 13.</b> Punto No 1, Quebrada La Pitaya en la región de El Cabralón a 14° 2'8.73"N y 89° 6'53.70"O y 257 msnm .....	<b>42</b>
<b>Figura 14.</b> Punto No 2, tierras fluctuantes del Cerrón Grande. El punto se ubica a los 14° 2'23.45"N y 89° 6'58.28"O y una elevación de 237 msnm. En las imágenes se aprecia el nivel del agua en el mes de diciembre 2015 arriba a la izquierda, mes de febrero 2016 arriba a la derecha y mes de abril 2016 abajo .....	<b>43</b>
<b>Figura 15.</b> Punto No 3 quebrada “Los Pocitos”. ubicada a 14° 2'23.00"N y 89° 7'21.00"O, con una altitud de 264 msnm .....	<b>44</b>
<b>Figura 16.</b> Punto No 4, Laguna de Colima, a unos 14° 1'48.00"N y 89° 7'52.65"O y una altitud de 310 msnm .....	<b>45</b>
<b>Figura 17.</b> Especies observadas en punto 1 “La Pitaya” en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie .....	<b>51</b>
<b>Figura 18.</b> Abundancia de individuos en punto 1 “La Pitaya”, a lo largo de los 6 muestreos .....	<b>51</b>
<b>Figura 19.</b> Especies observadas en cada muestreo en el punto 1 “La Pitaya” y número de individuos por especie .....	<b>52</b>
<b>Figura 20.</b> Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en “La Pitaya” .....	<b>53</b>
<b>Figura 21.</b> Especies observadas en punto 2 “Tierras fluctuantes” en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie .....	<b>54</b>

<b>Figura 22.</b> Abundancia de individuos en punto 2 “Tierras fluctuantes del Embalse”, a lo largo de los 6 muestreos .....	<b>55</b>
<b>Figura 23.</b> Especies observadas en cada muestreo del punto 2 “Tierras fluctuantes” y número de individuos por especie .....	<b>55</b>
<b>Figura 24.</b> Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los seis muestreos en “Tierras Fluctuantes” .....	<b>56</b>
<b>Figura 25.</b> Especies observadas en punto 3 “Los Pocitos” en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie .....	<b>57</b>
<b>Figura 26.</b> Abundancia de individuos en punto 3 “Los Pocitos”, a lo largo de los 6 muestreos .....	<b>58</b>
<b>Figura 27.</b> Especies observadas en cada muestreo del punto 3 “Los Pocitos” y número de individuos por especie .....	<b>59</b>
<b>Figura 28.</b> Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en el “Los Pocitos” .....	<b>60</b>
<b>Figura 29.</b> Especies observadas en punto 4 “Laguna Colima” en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie .....	<b>61</b>
<b>Figura 30.</b> Abundancia de individuos en punto 4 “Laguna Colima”, a lo largo de los 6 muestreos .....	<b>62</b>
<b>Figura 31.</b> Especies observadas en cada muestreo del punto 4 “Laguna Colima” y número de individuos por especie .....	<b>62</b>
<b>Figura 32.</b> Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en “Laguna Colima” .....	<b>63</b>
<b>Figura 33.</b> Especies observadas durante los cuatro muestreos en la que puede apreciarse los individuos reportados por especie .....	<b>65</b>
<b>Figura 34.</b> Porcentaje de la presencia de las 5 familias observadas durante el estudio, de las que destaca la familia LIBELLULIDAE .....	<b>66</b>
<b>Figura 35.</b> Porcentaje en la observación de subórdenes de odonatos en todo el estudio .....	<b>67</b>
<b>Figura 36.</b> Porcentaje en la observación de odonatos en cada punto de muestreo .....	<b>67</b>

<b>Figura 37.</b> Porcentaje en la observación de familias de odonatos en cada punto de muestreo .....	<b>68</b>
<b>Figura 38.</b> Porcentaje en la observación de subórdenes de odonatos en cada punto de muestreo .....	<b>69</b>
<b>Figura 39.</b> Número de individuos reportados por especie en cada uno de los puntos muestreados .....	<b>71</b>
<b>Figura 40.</b> Abundancia relativa para cada especie observada durante el estudio .....	<b>72</b>
<b>Figura 41.</b> Especies observadas en cada punto de muestreo .....	<b>72</b>
<b>Figura 42.</b> Comportamiento de la abundancia de especies a lo largo de los muestreos realizados en cada sitio muestreado .....	<b>73</b>
<b>Figura 43.</b> Comportamiento de la abundancia de especies a lo largo de los muestreos realizados en cada sitio muestreado .....	<b>74</b>
<b>Figura 44.</b> Curva de rarefacción para los 4 puntos de muestreo. Azul: La Pitaya; verde Tierras Fluctuantes; Rosa: Los Pocitos; Rojo: La Laguna .....	<b>76</b>
<b>Figura 45.</b> Similitud entre puntos de muestreo, según el índice de Jaccard .....	<b>78</b>

## I. RESUMEN

En este estudio se presenta la diversidad y estructura de la comunidad de odonatos presentes en cuatro puntos de muestreo del Área Natural Protegida Colima, en el municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán durante los meses de diciembre 2015 a mayo 2016; en la que se registraron 24 especies diferentes, pertenecientes a cinco distintas familias, de la que se destacó la Familia LIBELLULIDAE del sub orden Anisóptera y la Familia COENAGRIONIDAE del suborden Zigóptera. La especie más abundante fue *Perithemis mooma*, la cual presentó el 21% de las observaciones; seguida por *Orthemis ferruginea* con un 14% y *Miathyria marcella* con el 12%. Durante el estudio se observaron dos individuos de la especie *Erythemis attala*, que se reporta como especie amenazada según reportes del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, además de un Nuevo registro para El Salvador, *Micrathyria ocellata*. El punto que presenta la mayor riqueza fueron Los Pocitos con un valor de 4.072. Según los resultados sugeridos por los índices de dominancia y equitatividad (Shannon y Simpson), no hay una especie que se considera como dominante en los puntos estudiados. Los estimadores de riqueza sugieren que en dos de los puntos muestreados se debieron realizar más tomas de datos; sin embargo, la curva de rarefacción sugiere que en los cuatro puntos aun no estaban cerca de registrar el máximo de especies. Debido al parecido en cuanto a la cobertura vegetal y el tipo de cuerpo de agua, aunado a las especies observadas, los puntos de la Pitaya y Los Pocitos tienen un 60% de similitud.

## II. INTRODUCCIÓN

Los odonatos llevan a cabo una función importante en los ecosistemas, pues ayudan a mantener controladas las poblaciones de otros insectos que pueden ser perjudiciales, como algunos dípteros (Sánchez et al. 2009). Éste grupo de insectos, junto con otros que son depredadores se alimentan de todos los estados de desarrollo de otros insectos, como huevos, larvas e imagos (Paredes et al. 2013). A esto se le suma el valor alimenticio que pueden presentar, como el caso del género *Anax* que es utilizado como alimento en México (Ramos and Pino 2001).

Además, debido a los diferentes requerimientos que las especies de odonatos tienen, prosperando algunas en aguas limpias únicamente y otras en aguas contaminadas y con vegetación alterada, se utilizan como indicadores del estado ecológico de un lugar determinado. A su vez, la vistosidad y tamaño de muchas de las especies de nuestras zonas, podrían presentar un beneficio ecoturístico, ya que pueden observarse con binoculares al igual que las aves (Esquivel 2006).

Las comunidades de odonatos están siendo amenazados por la constante destrucción de sus hábitats, llevándolos cada vez más cerca de la extinción (Ocharan and Torralba 2004; Esquivel 2006; Garzon 2006; Garzón and Realpe 2009 y Altamiranda and Ortega 2012), sobre todo aquellas especies que se desarrollan en zonas con actividad agropecuaria, pues se ha determinado que

también es un factor que contribuye a su extinción (Ferrerías 2005); sin embargo, se espera que las zonas protegidas contribuyan a su conservación (Torralba and Alonso 2009), por lo que estudiar la odonatofauna ayudaría a determinar la importancia que presentan regiones que aún no forman parte de áreas de manejo con las que se puede contribuir a la conservación de éste grupo (Cuevas-Yañes 2007; Garzón and Realpe 2009). Para poder realizar análisis de los riesgos de extinción que las especies de odonatos presentan, y poder responder con planes de manejo para su protección, se vuelve imprescindible conocer la distribución de las distintas poblaciones (Ellenrieder and Garrison 2007).

Por otro lado, a comparación de otras partes del mundo, la región Neotropical presenta una mayor diversidad de especies de odonatos, las que, a pesar de dicha ventaja, no han sido estudiadas adecuadamente (Esquivel 2012), inclusive en regiones dónde a otros grupos se les han hecho investigaciones más amplias (Escoto et al. 2014); tal es el caso de El Salvador, donde no se tienen estudios recientes.

En el país, el deterioro de los cuerpos de agua por actividades antropogénicas irresponsables podría ocasionar una alteración de las comunidades de odonatos, cuyas larvas dependen del agua para desarrollarse (Sánchez 2009). En este contexto, el ANP Colima cuenta con una zona de irrigación fluvial idónea para el desarrollo de odonatos. Esta área natural se encuentra entrelazada por parches de cultivos de arroz, caña de azúcar, etc., cuyos remanentes de pesticidas son

lavados por la escorrentía y llegan a los cuerpos de agua contaminándola y diezmando especies que en ella se desarrollan. A su vez la actividad pecuaria que se da en zonas aledañas, contribuye a la contaminación de éstos mantos acuíferos, por lo que el estudio de la comunidad de odonatos permitiría identificar la presencia de especies que sean indicadoras de calidad ambiental. Además, los odonatos son un grupo de insectos poco estudiado, y se desconoce el potencial que éste orden puede presentar y todas aquellas utilidades que se pueden aprovechar. No obstante, para poder aprovechar todas esas propiedades, es necesario saber con qué especies contamos, y en qué lugar podemos hallarlas, lo que puede lograrse únicamente con inventarios de especies.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General.**

- Determinar la diversidad y estructura de la comunidad de libélulas (Insecta: Odonata) presente en el Área Natural Protegida Colima, municipio de Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador.

#### **3.2. Objetivos específicos.**

- Identificar las especies de la comunidad de odonatos del Área Natural Protegida Colima.
- Estimar la diversidad de la comunidad de odonatos del Área Natural Protegida Colima.
- Describir la estructura de la odonatofauna presentes en Área Natural Protegida Colima.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1. Antecedentes

#### 4.1.1. Antecedentes no regionales.

No solo se han realizado estudios a niveles de Latinoamérica, también en España se llevan a cabo estudios de diversidad. Un ejemplo de ello, es el realizado por Vega et al (2005), quien realizó un inventario de odonatos con el objetivo de conocer las especies que habitan el Parque Nacional de Salburua, Álava. Dicho estudio brindó datos de 27 especies de odonatos, de las que 16 son zigópteros y 11 anisópteros, y comparó las especies con otros espacios naturales cercanos, como Hoces de Alto Ebro y de Rudón, en Burgos. Se observó también, un porcentaje de odonatos relativamente alto, siendo éste de 59.3 %, cuando los zigópteros Ibéricos rondan un 36%. Los autores destacan el tamaño y variedad de la cubierta vegetal de Salburua, pese a la inexistencia en la zona de cuerpos de agua naturales. La investigación realizada dio como resultado dos especies amenazadas: *Coenagrion mercuriale* y *C. scitulum*, lo que vuelve el área de Salburua de interés para la conservación de los odonatos.

También Sendra et al (2012) ejecuta una investigación en el Parque Natural "Hoces Del Cabriel", Valencia, España, de primavera a otoño en los años 2010 y 2011. La identificación resultó en 32 especies, de las que 15 corresponden al suborden Zigóptera y 17 al Anisóptera, lo que hace la proporción de 46.8%, alta en comparación del porcentaje de la odonatofauna ibérica de 34.2%. Con el

estudio, se pudo determinar que el área cumple 2 de los tres requerimientos que Azpilicueta Amorín et al. (2007) expone para considerar áreas de interés para conservación de odonatos, que son presentar más de 20 especies, al menos dos de éstas especies estén amenazadas o una de las tres especies con mayores problemas de conservación en esa Comunidad Autónoma.

#### 4.1.2. Antecedentes regionales.

Cuevas (2007) presenta los resultados de una investigación realizada entre marzo de 2002 a marzo de 2003 que tenía como fin la obtención de una lista de especies de El Pozo y del Río Tecpatlán, Puebla, México y obtener datos de la diversidad para aportar al conocimiento de la odonatofauna. El estudio identificó que las familias LIBELLULIDAE Y COENAGRIONIDAE presentaron mayor abundancia y se encontraron 14 nuevos registros de especies y 2 familias para la zona, entre los que se destacan dos especies de la familia PSEUDOESTIGMATIDAE, *Megaloprepus caerulatos* y *Pseudoestigma aberrans*, con el segundo y tercer registro, respectivamente. En la Hidroeléctrica de Patla (El Pozo), que ya cuenta con plan de manejo y aprovechamiento, se obtuvo mayor abundancia y riqueza específica, gracias a su menor perturbación y una mayor protección a los vientos, a lo que se le suma mayor diversidad de hábitats acuáticos y mayor vegetación. En cuanto al Río Tecpatlán, debido a la similitud en la diversidad que han presentado ambos sitios, como resultado del estudio, podría proponerse éste como un área de conservación.

Altamiranda (2009) desarrolló una investigación en Centro Agropecuario Cotové de la Universidad Nacional de Colombia con el objetivo de evaluar la riqueza de la odonatofauna, el posible endemismo que las especies presenten y al impacto que las actividades humanas hacen a la diversidad, comparando dos usos de suelo distintos: bosque secundario y cultivo de mango. Se identificó que los anisópteros tenían el 70% de las especies encontradas, con la Familia LIBELLULIDAE a la cabeza, con el 53.7% de la población total, mayor diversidad y abundancia, lo que se debe a la afinidad y adaptabilidad que esta familia posee para vivir en zonas con mayor intervención. La diversidad y abundancia que se tuvo en el bosque secundario fue mayor que la identificada en el cultivo, posiblemente debido a la diferencia en la composición edáfica y florística de ambos sitios y al impacto antropogénico que ocasiona fragmentación en los cultivos. El estudio indicó que ambos sitios no comparten las mismas especies, pues algunas se han adaptado a un grado de perturbación como el de un monocultivo, por tanto, la odonatofauna es característica y distintiva de cada uso de suelo.

En Colombia un estudio realizado por Garzón y Realpe (2009), en la Reserva Natural Cabildo-Verde, Sabana de Torres-Santander, buscaba determinar la diversidad de odonatos en el área con relación al grado de perturbación que presenta. Se registraron 39 especies, las que pertenecen a 7 familias y 22 géneros, de las que 18 se encontraron en ecosistemas lóticos y 10 especies en sistemas lénticos. Se constató que la diversidad al interior de la reserva como exterior, fueron similares, aunque la composición de especies varió, lo que es

atribuido a la mayor disposición de hábitats dentro de la zona natural. Durante el estudio se identificó fuera de la reserva una especie de la familia PSEUDOESTIGMATIDAE, *Mecistogaster linearis*, que se considera indicadora de buena calidad de bosques, pues ésta familia únicamente ovoposita en fitotelmas y huecos de agua en grandes árboles, por lo que los autores señalan el hallazgo para tomar en cuenta la zona e incluirla en programas de conservación.

Entre noviembre de 2003 y octubre de 2004, Gonzalez et al. (2009) realizó toma de datos de la fauna odonológica de un bosque tropical caducifolio de la sierra de San Javier, Sonora, México, con el objetivo de conocer las especies presentes en el límite norte. Se lograron identificar 47 especies pertenecientes a 27 géneros y a 7 familias, de las cuales la familia LIBELLULIDAE con 23 especies y la familia COENAGRIONIDAE con 16 especies, fueron las más notorias. La importancia del estudio reside en que el bosque tropical caducifolio de la Sierra de San Javier representa el límite septentrional de este tipo de bosque en América.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento del orden Odonata en el área del Neotrópico y demostrar la importancia de la zona para la conservación de la biodiversidad, Esquivel (2012) ejecutó un estudio en El Rodeo, cantón de Mora, San José, Costa Rica, con el que se identificaron 68 especies, observando mayor diversidad las familias LIBELLULIDAE Y COENAGRIONIDAE. De las especies encontradas el 49.3% fue exclusiva del área boscosa, el 21.7% de campo abierto, mientras el 29% compartieron ambos sitios. La diversidad que se encontró en el área boscosa es relativamente alta, considerando la superficie cubierta de bosque

de 30%, lo que se iguala a estudios realizados por Clausnitzer en 2003 y Paulson en el 2006, esto sugiere la importancia de la cobertura boscosa. Aunado a lo anterior, Esquivel (2012) observó a la especie *P. remotus* en una quebrada de aguas semicontaminadas rodeadas de una franja de bosque alterado y de cafetales de variedad caturra, demostrando la importancia que una pequeña franja de bosque tiene, pese a estar rodeada de zonas con impacto antropogénico.

Durante los años 2011 a 2013, Escoto et al. (2014) llevaron a cabo la identificación de especies de odonatos en bosques del estado de Hidalgo, México, aumentando la lista de especies a 129 con 22 nuevos registros. Éste estudio comparó los resultados obtenidos con el histórico de identificaciones realizadas desde 1901, donde se reconoció una especie. Luego de ésta identificación en 1901 por Calvert, la odonatofauna había permanecido desconocida hasta 1991 en que Novelo-Gutiérrez y Peña-Olmedo identificaron 65 especies. La investigación reveló una tendencia a mayor riqueza en las zonas de menor altitud. El estado de Hidalgo, pese a su relativamente pequeño tamaño, demostró una riqueza de especies alta, probablemente debido a la heterogeneidad de la geografía.

#### 4.1.3. Antecedentes locales.

En 2002, Hellebuyck reporta la identificación de una nueva especie para la ciencia y para el país, capturada en el bosque el Imposible departamento de Ahuachapán entre el mes de abril de 1986 a diciembre de 1987. Hellebuyck señala una serie de características que distinguen a la especie encontrada, que él nombró como

*Paltothemis nicolae*, y que la distinguen de sus parientes *P. lineatipes* y *P. cyanosoma*; entre ellas la coloración de los machos que va desde el gris al marrón, cercos con cerca ventral menos prominente.

En una publicación de la revista *Argia* en 2012, Bailowitz enlista 73 especies de odonatos identificados en el municipio de Metapán departamento de Santa Ana, las cuales pertenecen a 8 familias, de entre las que se destacó el género *Argia* con 8 especies. Los autores sugieren la existencia de unas 150 especies diferentes de odonatos en El Salvador.

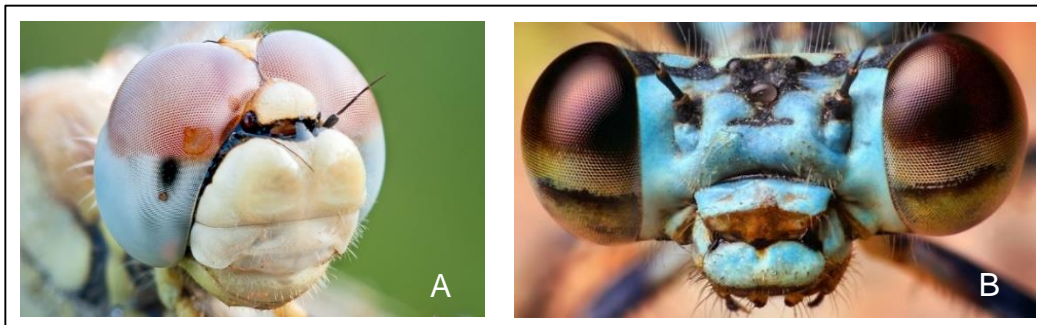
Sermeño et al. 2014 cita diversos autores que han realizado identificaciones desde 1981, entre ellos, los primeros 17 registros del orden Odonata para El Salvador que Gloyd presenta; luego, en 1986, Westfall identifica 39 registros nuevos. En 1992 Hellebuyk reconoce cuatro especies nuevas, finalizando con las 85 que Paulson enlista para el país en 2013.

Por otro lado, en 2015 el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) publicó en el Diario Oficial un listado de especies salvadoreñas consideradas como amenazadas o en peligro de extinción, en el que se enlistan 14 especies de odonatos (Anexo 1) (Acuerdo No74, Diario Oficial de la República de El Salvador 2015).

## 4.2. Fundamento teórico.

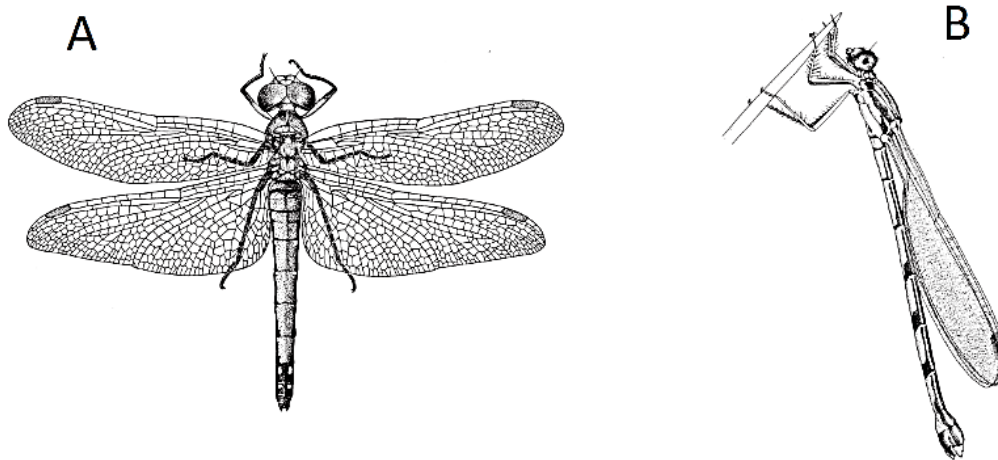
### 4.2.1. Morfología.

Los odonatos pertenecen a la clase Insecta, quienes se caracterizan por poseer un cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen (De La Cruz 2006; Esquivel 2006; Herrera et al. 2009). La cabeza presenta una gran movilidad y tiene tamaño relativamente grande, superando el diámetro del tórax (Herrera et al. 2009), siendo mayor en el suborden de los anisópteros que en el de los zigópteros, además los primeros tienen una cabeza con forma globular, mientras los segundos presentan forma de martillo, por la posición de sus ojos (Figura 1) (Sánchez 2009). Los ojos presentan un gran desarrollo llegando a ocupar la mayor parte de la cabeza, (Herrera et al. 2009; Sánchez 2009), y es debido la importancia que los ojos adquieren, ya que los odonatos tienen unas antenas filiformes cortas y poco desarrolladas (Herrera et al. 2009). El orden se caracteriza por unas poderosas mandíbulas (Figura 1) provistas de denticúlos puntiagudos (Herrera et al. 2009). La cabeza está unida al tórax por el pronoto corto, que le permite la movilidad a la cabeza (Esquivel 2006).



**Figura 1.** Cabeza Odonatos. A. Anisóptera, cabeza globular y ojos grandes que cubren casi toda la cabeza. B. Zigóptera, ojos pequeños a ambos lados de la cabeza que le dan forma de martillo al suborden. En ambas figuras puede apreciarse las mandíbulas características del orden (Imágenes tomadas de <http://hiveminer.com> y <http://zarfoubo.blogspot.com>).

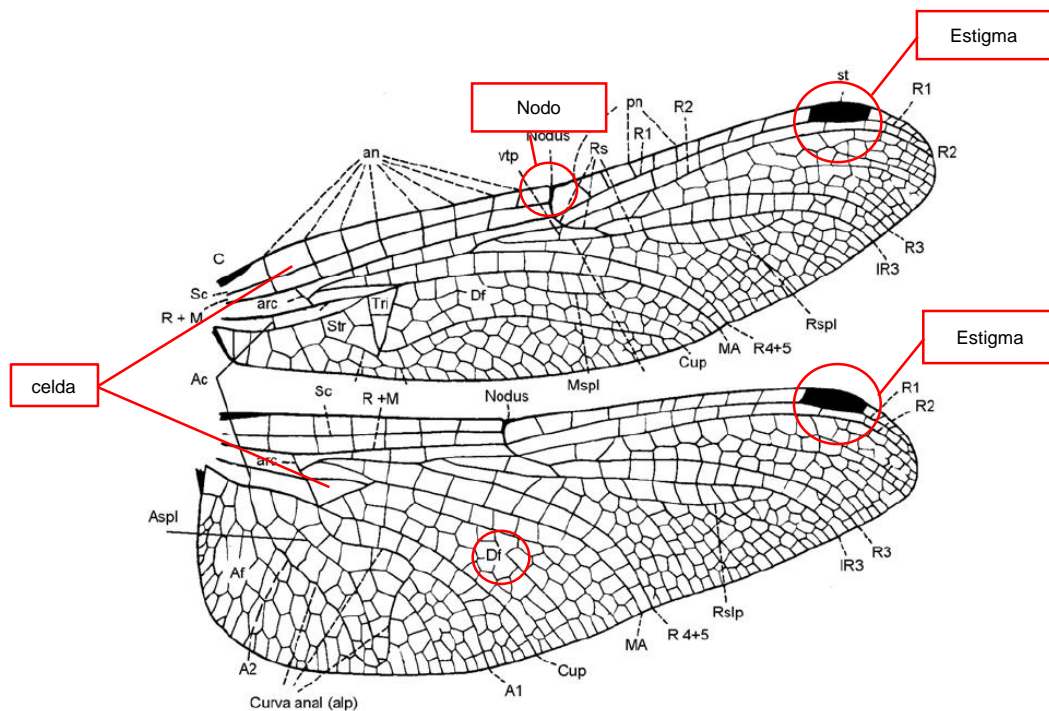
El tórax de los odonatos presenta un gran desarrollo pues alberga los músculos alares (Herrera et al. 2009). Las partes posteriores del tórax están inclinadas hacia atrás, lo que hace que las alas estén situadas después de un dorso corto y que las bases de las patas se concentren justo por debajo y detrás de la cabeza (Figura 2 B) (Esquivel 2006). Las patas no son aptas para caminar, pero le permiten al insecto capturar su presa y aferrarse a la superficie donde se pose (Herrera et al. 2009; Sánchez 2009). Las patas presentan vellosidades sensitivas que son responsables del tacto cuando se maneja una presa capturada (Sánchez 2009).



**Figura 2.** Postura de las alas. A. Anisóptera, el orden se caracteriza por doblar sus alas en forma perpendicular y horizontal al cuerpo. B. Zigóptera, cuya característica es doblar las alas en forma perpendicular y vertical al cuerpo; además puede identificarse la posición de las patas que se encuentran direccionadas a la parte delantera del cuerpo y las alas hacia atrás del mismo, debido a la forma del tórax (Imagen tomada de Gullan and Craston 2005).

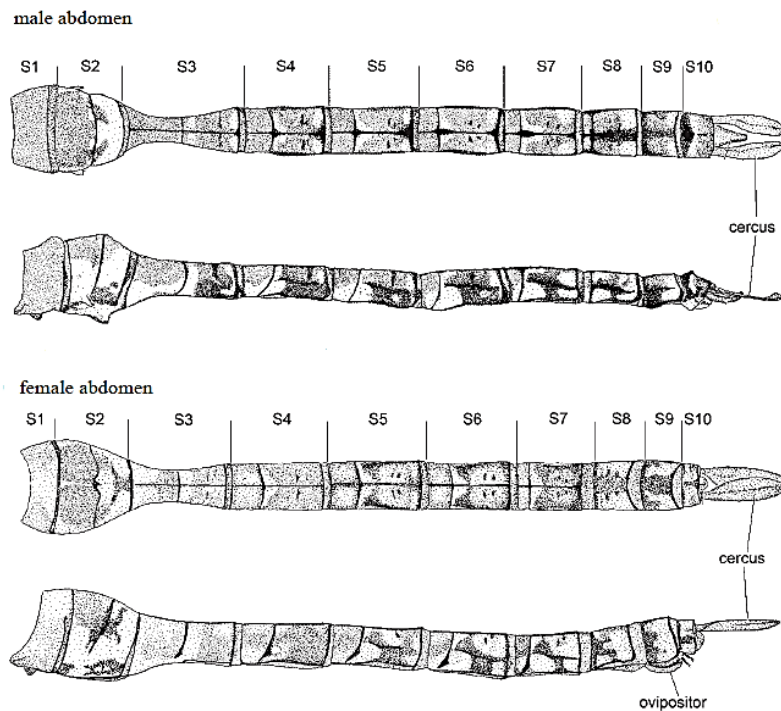
En el tórax se insertan las alas membranosas grandes muy reticuladas, las que no pueden plegar sobre su cuerpo como los grupos de insectos más

evolucionados, manteniéndolas en forma perpendicular horizontal o vertical (Figura 2). Las alas presentan venación que recorren el ala de forma transversal y otras en forma longitudinal dejando un espacio entre ellas que es llamado celdilla o celda (Figura 3) (Herrera et al 2009; Sánchez 2009). En el extremo del ala de varias especies hay una celdilla opaca o coloreada llamada pterostigma, o pseudopterostigma cuando no está bien desarrollada (Herrera et al 2009; Sánchez 2009), la cual tiene una función en las maniobras de vuelo del odonato (Esquivel 2006). Otra estructura importante del ala es el nodo, el que se sitúa en la parte media del ala o cerca de la base, la cual constituye un refuerzo del ala (Figura 3) (Herrera et al. 2009). En los anisópteros se encuentra una pequeña membrana opaca que no está encerrada por venas llamada membránula (Herrera et al. 2009; Sánchez 2009).



**Figura 3.** Morfología del ala de un odonato, donde se indica la posición del nodo que puede variar de lugar de acuerdo a la familia, y el estigma que está presente en diversas familias de odonatos (Imagen tomada de Bermúdez 2005; fuente original Borrór et al. 1954).

El abdomen en los odonatos es largo y cilíndrico constituido por 10 segmentos (Figura 4). Los machos tienen la abertura genital ubicada en el noveno segmento, mientras que el órgano copulador se sitúa en el segundo y tercer segmentos, a diferencia de los otros grupos de insectos que se ubica en la región terminal; presentan, además, en el décimo segmento unos apéndices que son utilizados para sujetar a la hembra durante la cópula (tándem), en el pronoto para los zigopteros y en los ojos u occipucio para los anisópteros (Figura 5) (Esquivel 2006; Herrera et al 2009; Sánchez 2009). El abdomen de la hembra es más corto y ancho que el del macho, presentando la abertura genital en el octavo y noveno segmento, con un órgano ovopositor algunas especies, el que facilita la inserción de huevos en el medio (Esquivel 2006; Herrera et al. 2009; Sánchez 2009).



**Figura 4.** Morfología del abdomen de un odonato macho y hembra, el que se aprecian los 10 segmentos que lo conforman y las genitalitas ubicados en el segmento 10 (Imagen tomada de Garrison et al. 2006).

Para reproducirse, el macho coloca su semen desde su abertura genital al órgano copulador del segundo y tercer segmento. Mientras se encuentran en tándem, la hembra debe doblar su abdomen hacia abajo y adelante y pone su orificio genital en contacto con el órgano copulador del macho (Figura 5) (Esquivel 2006). El tándem es un proceso complejo y delicado, pues puede verse afectado por variables como la velocidad del viento, otras parejas en tándem o machos de especies diferentes que rondan el cuerpo de agua (Trapero et al 2005).



**Figura 5.** Apareamiento de odonatos A. Zigoptera: el macho toma a la hembra por el pronoto, quien lleva su abdomen al órgano copulador del macho. B. Anisóptera: el macho toma a la hembra por los ojos o el occipucio, quien lleva su abdomen al órgano copulador del macho (Imágenes tomadas de <http://bichosyflores.ahoraque.org> y <http://marcheath.blogspot.com>).

#### 4.2.2. Taxonomía.

Se han identificado unas 5500 especies de odonatos, las cuales han sido agrupadas en 28 familias (Gullan and Craston 2005). Dentro de éste orden se han considerado tres subórdenes: Anisóptera, Zigóptera y Anisozigóptera, éste último

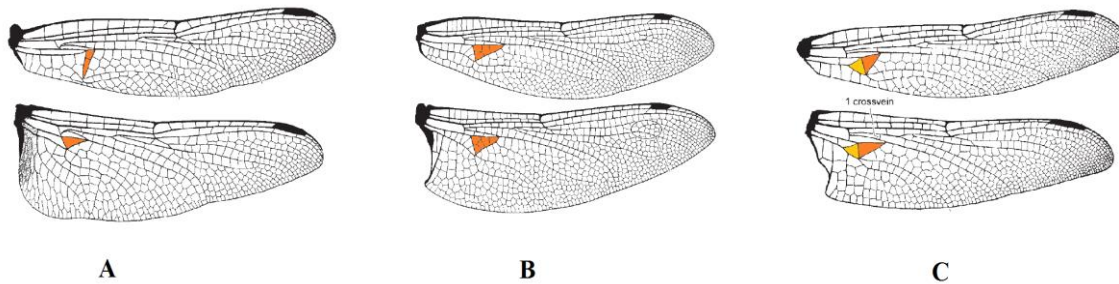
con características combinadas de los dos primeros (Herrera et al. 2009; Gullan and Craston 2005; Capinera 2008). Sin embargo, hay autores que sugieren que el suborden Anisozigóptera no es un grupo monofilético y todos sus representantes ya se extinguieron, considerándose la única familia viviente, EPIOPHLEBIIDAE, dentro del suborden Anisóptera (Resh and Cardé 2003). Por otro lado, otros textos señalan que los anisópteros y los Epiophlebiopteros son considerados infraórdenes del suborden Epiprocta (Herrera et al. 2009).

Los adultos del suborden Anisóptera se caracterizan por poseer una cabeza grande de forma globular y ojos que ocupan gran parte de la cabeza que llegan a tocarse en algún punto, a excepción de la familia GOMPHIDAE (Herrera et al. 2009; Sánchez 2009); este orden pliega las alas en sentido perpendicular y horizontal al cuerpo (Herrera et al. 2009; Sánchez 2009), siendo además las alas delanteras diferente en la morfología a las traseras que, además son más anchas que las primeras y con venación distinta. Esta robustez en las alas les permite adoptar vuelos más potentes (Sánchez 2009). Las familias más importantes de éste suborden se describen a continuación:

Dentro de los anisópteros, la familia AESHNIDAE se distingue por poseer un par de ojos de gran tamaño por encima de la cabeza y que se encuentran muy juntos, presentando triángulos similares alargados horizontalmente en las alas delanteras y traseras (Figura 6) (Esquivel 2006). Los aeshnidos son las libélulas más grandes entre los anisópteros (Gullan and Craston 2005).

La familia CORDULIIDAE se caracteriza por presentar ojos muy juntos en la parte superior de la cabeza. Los triángulos de las alas delanteras son alargados verticalmente (Figura 6) y las de las alas traseras alargadas horizontalmente. En las alas traseras presenta el asa anal en forma de saco (Figura. 7), presentando los machos un margen anal puntiagudo y el tórax brillante en la mayoría de los casos (Esquivel 2006).

Otra de las familias, GOMPHIDAE, presenta ojos por encima de la cabeza siendo más separados que las familias anteriores, las alas traseras son marcadamente mayores que las anteriores y presentan ambos pares un triángulo y un subtriángulo (Figura 6) (Esquivel 2006). Los adultos de esta especie tienden a posarse sobre el suelo (Gullan and Craston 2005).

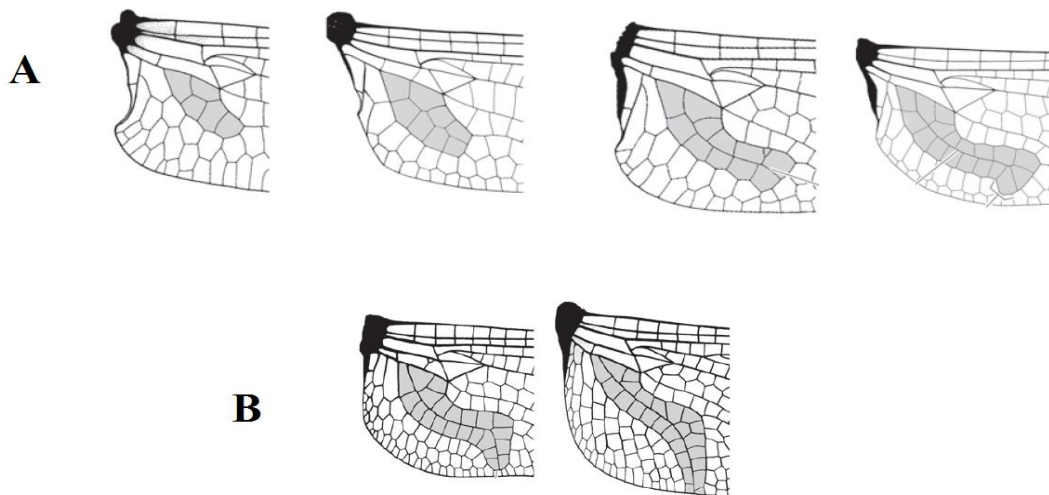


**Figura 6.** Detalle de triángulos alares. A. LIBELLULIDAE, triángulo de alas superiores alargados verticalmente y en alas posteriores alargados horizontalmente. B. AESHNIDAE, triángulos de alas superiores y posteriores similares alargados horizontalmente. C. GOMPHIDAE, triángulo y subtriángulo en alas superiores y posteriores (Imagen tomada y modificada de Garrison et al. 2006).

La familia LIBELLULIDAE es la que presenta las libélulas más abundantes y comunes. Los triángulos de las alas presentan una orientación vertical, mientras

los de las alas traseras son horizontales (Figura 6). El asa anal (Figura 7) tiene forma de pierna (Esquivel 2006). Por lo general, las libelulidos se posan en las puntas de las ramas circundantes (Gullan and Craston 2005).

El otro suborden de odonatos es el suborden Zigóptera, cuyas características son la presencia de ojos más pequeños que en los anisópteros ubicados a ambos lados de su cabeza, lo que le otorga una forma de martillo característica (Sánchez 2009). Las alas se pliegan al cuerpo en sentido vertical (Herrera et al 2009; Sánchez 2009) y presenta un estrechamiento en su base, siendo además el primer par de alas morfológicamente similar al segundo (Sánchez 2009). Por otro lado, las hembras de las familias pertenecientes a éste orden presentan una estructura perforadora que permite el ingreso de huevos en el sustrato, llamado oviscapto (Figura 8) (Esquivel 2006). Se describen a continuación las familias más importantes de este suborden:



**Figura 7.** Detalle de asa anal alar, en gris. A. CORDULIIDAE, en forma de saco o bolsa. B. LIBELLULIDAE, con forma de pie o pierna (Imagen tomada y modificada de Garrison et al. 2006).

Una de las familias más comunes de éste orden es la CALOPTERYGIDAE, la que se identifica por la presencia de hasta 20 venas antenodales (Figura 9) y cuadrado con lado anterior convexo. Poseen patas largas y finas y ojos abultados y brillantes. En Mesoamérica los machos presentan una mancha roja en la base de las alas, las cuales no están pecioladas. Tamaño varía entre 3.4 a 6 cm (Esquivel 2006).

Otra de las familias de zigópteros es LESTIDAE, cuya característica es la de posarse con las alas horizontales al cuerpo y el abdomen muy inclinado hacia abajo (Esquivel 2006; Gullan and Craston 2005). Presentan dos venas antenodales y el inicio de la vena  $M_3$  más cercano al árculo que al nodo; el lado delantero del cuadrángulo mide la mitad o menos que el lado trasero. Su tamaño oscila entre 3.3 a 7.5 cm. (Esquivel 2006).

La familia MEGAPODAGRIONIDAE con un tamaño entre 3.3 a 7.4 cm., también presenta dos venas antenodales, sin embargo, la Vena  $M_3$  está más cercana al nodo, el cual está muy cercano a la base del ala, alrededor de un tercio de la longitud total de la misma (Esquivel 2006).

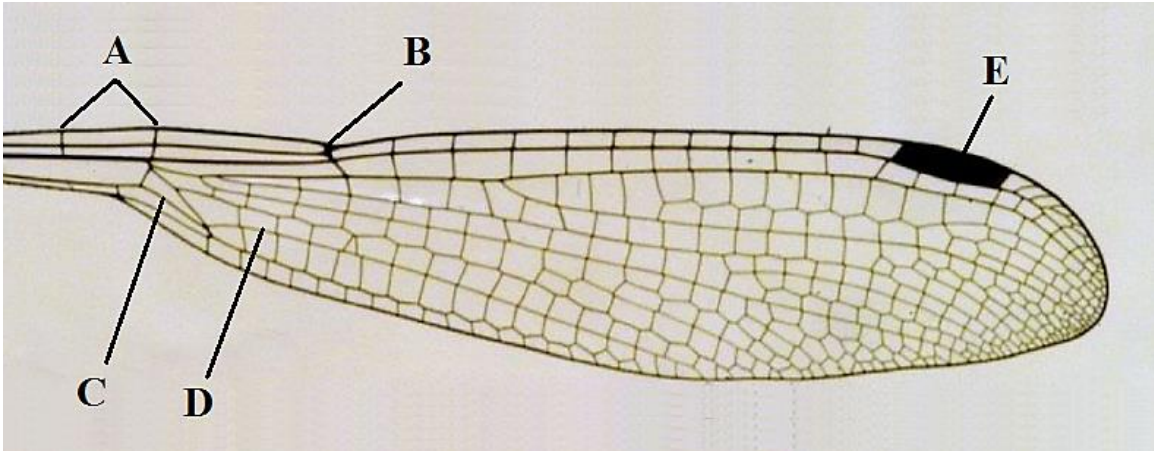
PSEUDOESTIGMATIDAE se caracteriza por poseer generalmente una mancha de color en la punta de las alas. Son odonatos de tamaño grande, entre 6.8 a 14.2 cm. Las alas presentan pecíolos largos con venación muy densa y un abdomen largo y fino. El tamaño que va desde 5 a 6.4 cm. Esta familia presenta dos venas antenodales y vena  $M_3$  cercana al nodo (Esquivel 2006).



**Figura. 8.** Oviscapto de ejemplar zigóptero hembra, cuya función es la de insertar los huevos en el sustrato (Imagen tomada de <https://es.wikipedia.org>).

La familia COENAGRIONIDAE muestra la base de la vena Cu con un escaso doblez hacia adelante y un cuadrángulo separado del margen de las alas, siendo el lado delantero la mitad de la longitud del lado trasero (Esquivel 2006). Es la familia más abundante y con mayor éxito de los zigópteros (Gullan and Craston 2005).

La familia MEGAPODAGRIONIDAE presenta la vena  $A_1$  bien desarrollada y extendida a lo largo de más de 10 celdas de tamaño mediano o grande. Presenta un cuadrángulo separado del margen del ala con el lado delantero más largo que el lado trasero. Tamaño entre 2 a 4.5 cm. Vena Cu con un escaso doblez hacia adelante (Esquivel 2006).



**Figura 9.** Otros criterios taxonómicos para determinar familias de zigopteros. A. venas antenodales. B. nodo. C. cuadrángulo. D. vena Cu. E. Estigma (Imagen tomada de <https://commons.wikimedia.org>).

Por otro lado, la familia PROTONEURIDAE presenta una vena  $A_1$  extendida a lo largo de una sola celda o bien, no la presenta. Al igual que los megapodagrionidos, presenta un cuadrángulo separado del margen del ala con el lado delantero más largo que el lado trasero. Presentan una longitud de entre 3 a 5 cm (Esquivel 2006).

#### 4.2.3. Distribución y diversidad.

La presencia de odonatos la encontramos desde el nivel del mar hasta alturas de 4 mil metros, sin embargo, presentan mayor abundancia entre 0 y 1500 msnm (Esquivel 2006). La mayor diversidad de especies se halla en zonas tropicales continentales del planeta (Esquivel 2006; Resh and Cardé 2003), dentro de bosques, aunque puede haber gran abundancia en áreas abiertas como potreros, lagunas o en las orillas de los caminos, aunque estas libélulas pertenezcan a pocas especies (Esquivel 2006). Cerca del 75% de las especies estarán en las zonas cálidas, sin embargo, algunos géneros como *Aeshna* han logrado

diversificarse en climas más fríos (Resh and Cardé 2003). En Centroamérica se observan más especies en la vertiente del Atlántico que en la zona del Pacífico, lo que se explicaría por la mayor diversidad de ambientes acuáticos que se encuentran en dicha zona (Esquivel 2006).

#### 4.2.4. Hábitat.

La mayor parte del ciclo de vida de un odonato se lleva a cabo dentro del agua o cerca de ella, lo que deriva en su dependencia a hábitats acuáticos (Sánchez 2009). Por lo que encontramos a los imagos (adultos) en zonas cercanas a cuerpos de agua como pantanos, riachuelos y lagunas. También pueden hallarse cerca de charcos temporales que se forman durante las lluvias y estanques artificiales (Esquivel 2006).

#### 4.2.5. Estacionalidad.

En Mesoamérica se encuentra una mayor abundancia de odonatos durante la época lluviosa. Inclusive, algunas de las especies se vuelven más comunes durante ciertos meses, o llegan a desaparecer por completo. Lo anterior podría deberse a la desaparición estacional de sus hábitats durante la época seca, lo que las hace trasladarse a lugares diferentes al interior del bosque. Durante éste tiempo, los odonatos muestran poca actividad y sus órganos sexuales se adormecen. Luego que da comienzo nuevamente la época lluviosa, los odonatos vuelven a su actividad reproductiva. (Esquivel 2006).

#### 4.2.6. Importancia ecológica.

Dentro de la complejidad de las redes tróficas de los ecosistemas, los odonatos realizan funciones importantes. Por sus hábitos depredadores, las libélulas se alimentan de otras especies de insectos que podrían llegar a ser perjudiciales para el ser humano, llevando a cabo un papel como “insecticida natural” (Sánchez 2009). Por otro lado, éstas también sirven como alimento a otras especies, entre ellas los arácnidos hasta aves insectívoras (Sánchez 2009).

En el área de la bioindicación, los odonatos son excelentes ejemplares, pues presentan características que los vuelven idóneos para poder caracterizar un área. Entre estas características destacan la dependencia a los medios acuáticos, pues su larva se desarrolla en ella; el relativo sedentarismo que presentan y la respuesta rápida que muestra a las perturbaciones antrópicas (Sánchez 2009).

Algunas especies de anisópteros han sido utilizadas para simular contaminaciones con plomo (Pb) en laboratorios (Nering et al 1979).

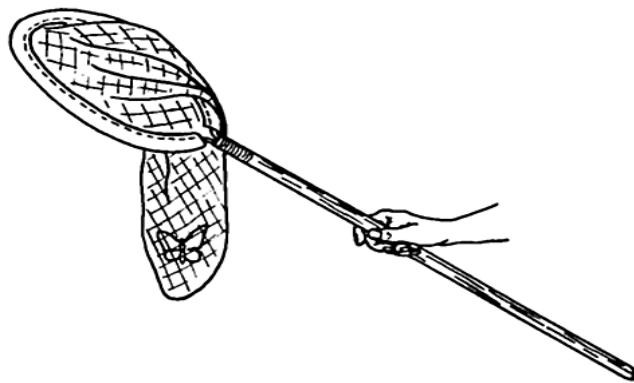
#### 4.2.7. Métodos de captura y preservación.

Debido a los hábitos de vuelo que presentan este orden, para la captura se utiliza la red o malla entomológica (Sánchez 2009). La red entomológica consiste en un aro de unos 30 a 38 cm de diámetro, sin embargo, el diámetro dependerá del requerimiento del colector; una malla de unos 50 cm, que en algunos casos puede ser intercambiable; y una vara de al menos 1 metro de largo, que incluso puede ser mangos telescópicos y extensibles en algunos casos, lo que permiten un mejor

alcance (Schauff sa; Millar et al. 2000). La red entomológica puede adquirirse en tiendas especializadas en entomología o bien, pueden construirse de forma casera (Medina 1977).

La técnica de uso de red para insectos consiste en agitar lo más rápido posible la red e introducir al insecto dentro de ésta (Márquez 2005), volteando la bolsa de la red una vez este atrapado para evitar que éste escape (Figura 10). (Millar et al 2000; Márquez 2005, Medina 1977). La técnica con red requiere de práctica y tiempo para poder aumentar la eficiencia al atrapar los especímenes (Márquez 2005).

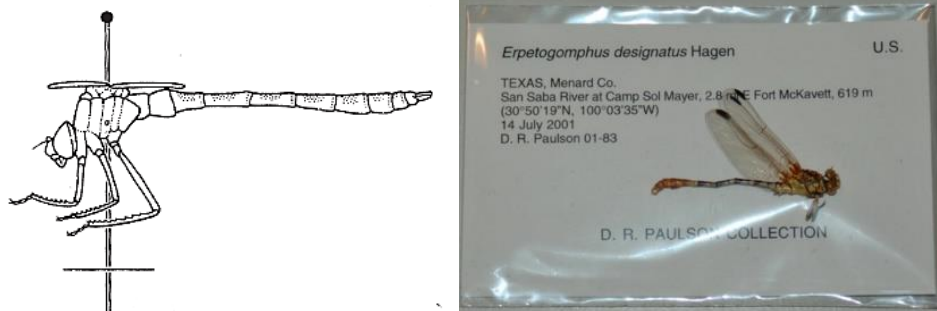
Los especímenes capturados es recomendable colocarlos en sobres de papel para que no se dañen durante el tiempo que esperarán para su sacrificio y fijación (Márquez 2005).



**Figura 10.** Técnica empleada para evitar el escape de los insectos cuando ya han sido capturados con la red entomológica (Imagen tomada de Medina 1977).

Una de las formas que pueden utilizarse para sacrificar los especímenes es la cámara letal (Márquez 2005) a la cual se le coloca un compuesto volátil tóxico como acetato de etilo o cianuro de potasio, el cual se encargaría de matar al espécimen. Otros compuestos a utilizar pueden ser cloroformo y éter, los cuales son más fácilmente detectables por el olor y no perjudican los colores como lo haría el cianuro. Se debe tener precaución en el empleo de estos métodos.

Una de las formas tradicionales de preservación de odonatos es a través del secado de los especímenes y la fijación de los mismos con alfileres entomológicos (Gullan and Craston 2005) para exhibirlos en cajas adecuadas. Sin embargo, debido a que se debe procurar mantener los colores de los especímenes lo mejor posible para la identificación, puede inyectárseles acetona comercial en el abdomen y sumergirlos en ésta por 24 horas (Márquez 2005); posteriormente se secan y se introducen en sobres transparentes para exhibirlos (Figura 11).

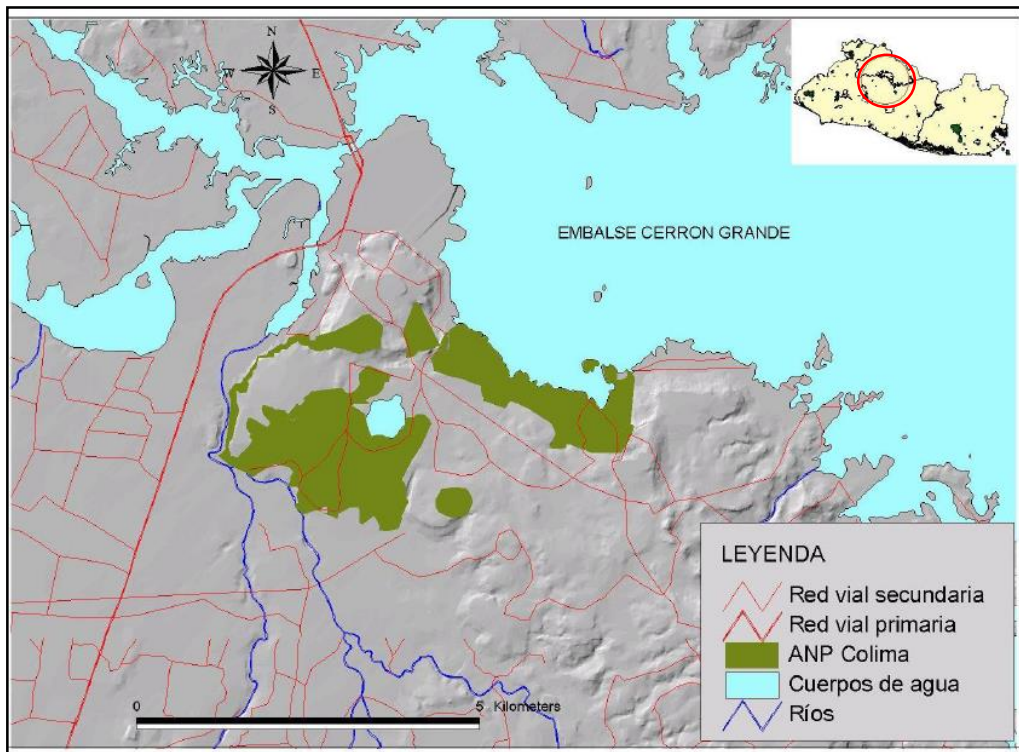


**Figura 11.** Fijación y exhibición de odonatos: a la izquierda método de pinchado con alfiler entomológico; a la derecha, sobre entomológico que es el método de exhibición empleado con la técnica de secado en acetona (Imagen tomada de Gullan and Craston 2005 y <https://www.pugetsound.edu>).

## V. METODOLOGÍA.

### 5.1. Descripción del área de estudio.

El Área Natural Protegida de Colima se encuentra en el municipio de Suchitoto en el departamento de Cuscatlán a los 46 Km sobre la carretera troncal del norte, entre los meridianos 89°,06' y 89°,08' y los paralelos 14°02' y 14°08' (Figura 12). Posee una extensión de 653.57 ha y una elevación que oscila entre los 244 msnm en el embalse del Cerrón Grande hasta los 424 msnm en el Cerro Colima (Herrera 2006).



**Figura 12.** Ubicación del Área Natural Protegida Colima municipio de Suchitoto en el departamento de Cuscatlán (Imagen tomada de Herrera 2006).

Las tierras del ANP Colima son un área que fue entregada del Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA) al Gobierno con el objetivo de asegurar su fin como área natural protegida, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Herrera 2006).

El área no es continua, se encuentra fragmentada en seis porciones separadas entre sí por zonas de cultivos, calles y asentamientos humanos. Las porciones son: Parte baja del Cerro Colima, Quebrada El Ahorcado, El Cabralón-Monte Grueso, Península El Cabralón, El Hular y Colimita. Una séptima porción es la isla Chacalingo que se encuentra en las tierras fluctuantes de CEL, conformada por dos pequeños fragmentos de tierra que durante los meses de octubre a enero permanecen aislados del ANP Colima, pero en los meses de febrero a mayo se puede transitar por las tierras fluctuantes entre Colima y la isla (Herrera 2006).

## **5.2. Clima.**

El clima de la zona corresponde a la clasificación de Sabana Tropical Caliente con precipitaciones anual media que varía de 1600 mm en el centro de la zona a 1800 mm en los extremos. La distribución de las lluvias durante el año es irregular, con seis meses de lluvia y seis de sequía. La humedad relativa es de 3.6%, con temperaturas mínimas de 19 °C y máxima de 33 °C (Herrera 2006).

## **5.3. Hidrografía.**

El ANP Colima se encuentra entre los ríos Lempa, Acelhuate y Los Limones, además de unos 20 nacimientos de agua que surgen durante la época lluviosa,

permaneciendo algunos incluso en la época seca y las quebradas El Resbaladero, El Jute, La Pitaya, Las Iguanas, Chalchigua y Agua Tibia. Cabe destacar que el río Los Limones es alimentado por la Quebrada Chanucho o Resbaladero y Los Cadetes que nacen en el ANP Colima (Herrera 2006).

#### **5.4. Uso de suelo.**

El uso de suelo en el ANP Colima es variado, gracias al potencial agrícola que parte de los suelos poseen, permitiendo actividades agrícolas intensivas como caña de azúcar, granos básicos, etc.; un pequeño porcentaje de suelo es utilizado en actividad minera, sin embargo, la mayoría de sus suelos carecen de potencial agrícola o forestal.

El 70% del área corresponde a sistemas productivos, granos básicos y ganadería; 28% bosques subcaducifolios y 2% son cuerpos de agua (Herrera 2006).

#### **5.5. Formación vegetal.**

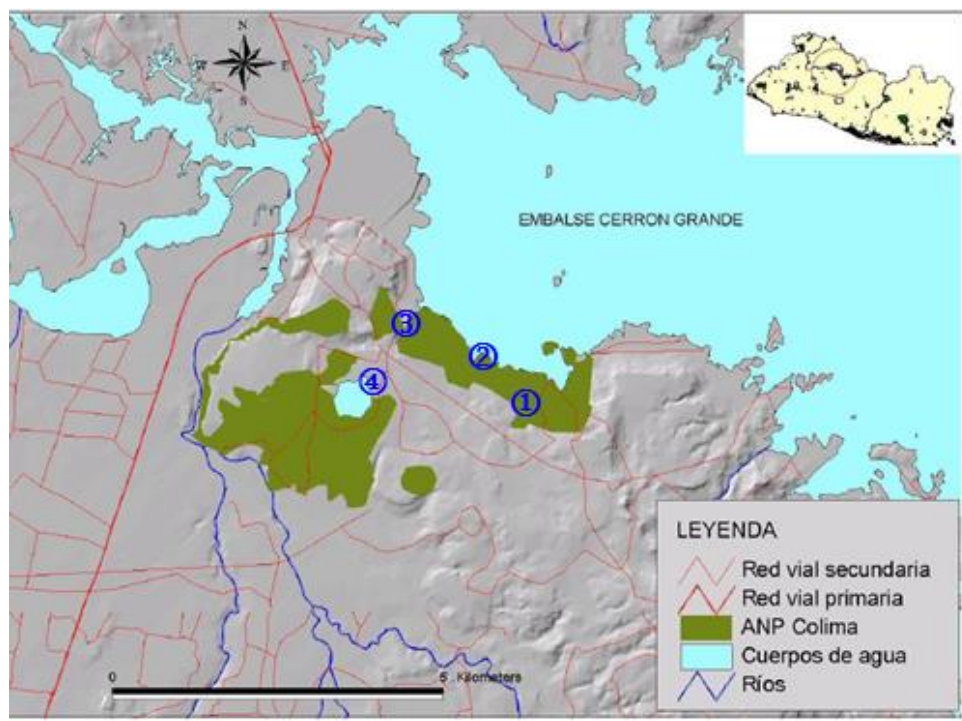
Con respecto a las especies arbóreas que están presentes y su carácter deciduo en estación seca, el ANP Colima se clasifica como Selva Baja Caducifolia, siendo la mayor parte de los bosques del área de éste tipo; y Selva Mediana Subcaducifolia, distribuido en su mayoría a lo largo de los ríos y quebradas de la zona. Aunque toda el ANP en sí, se incluye dentro de Bosque Seco Tropical (Herrera 2006).

## 5.6. Diseño de muestreo.

### 5.6.1. Número de muestreos.

Se visitó la zona de estudio por 6 meses, efectuando una visita por mes, cada una de dos días, entre diciembre de 2015 a mayo de 2016; donde cada punto de muestreo se trabajó durante 2 horas por visita, haciendo un total de 12 horas por punto y 48 horas de esfuerzo de muestreo para todo el estudio, en las que se registraron las especies observadas en cada uno de los puntos muestreados.

Los puntos de muestreo fueron ubicados de la siguiente forma: el punto No 1 se situó en la Quebrada “La Pitaya”; El punto No 2, en las Tierras Fluctuantes del embalse; el punto No 3, en la Quebrada “Los Pocitos” y el Punto No 4, en La Laguna de Colima (Figura 12b).



**Figura 12b.** Ubicación de los cuatro puntos de muestreo (Imagen tomada de Herrera 2006).

### 5.6.2. Descripción de puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Presencia de un cuerpo de agua que permitiera la permanencia de odonatos durante el estudio.
- Cercanía de los puntos entre sí, de modo que la distancia recorrida entre ellos no requiriera tiempo que pudiera emplearse en el muestro.
- Diferente grado de perturbación debido a actividades antropogénicas.

**Punto 1: Quebrada “La Pitaya”**, se encuentra en la región de El Cabralón. La quebrada recorre el área de sur a norte. El punto se encuentra a unos 500 metros de su desembocadura en el embalse Cerrón Grande a 14° 2'8.73" LN y 89° 6'53.70" LO y 257 msnm (Figura 13). Las formaciones vegetales esta constituido por Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana y Subcaducifolia (Herrera 2006); con especies como “Conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*), “Salamo” (*Calycophyllum canddissimum*), “Membre” (*Poeppigia procera*), “Jiote” (*Bursera simouruba*), “Contamal” (*Luehea candida*), “Cabo de hacha” (*Loea candida*), “Almendro de río” (*Andira inermis*), “Conacaste negro” (*Enterolobium cyclocarpum*), “Conacaste blanco” (*Albizia caribaea*), “Roble” (*Quercus costaricensis*), “Izcanal” (*Acacia hindsii*), “Pie de venado” (*Bauhinia unguolata*), “Ceiba” (*Ceiba pentandra*), “Guarumo” (*Cecropia peltata*), “Tecomasucho” (*Coclospermum vitifolium*), enredaderas y vegetación arbustiva.



**Figura 13.** Punto No 1, Quebrada La Pitaya en la región de El Cabralón a 14° 2'8.73" LN y 89° 6'53.70" LO y 257 msnm.

**Punto 2: Tierras Fluctuantes del embalse.** En este sitio, los niveles de las aguas del embalse se ven incrementadas en los meses de octubre a enero. El punto se ubica a los 14° 2'23.45" LN y 89° 6'58.28" LO y una elevación de 237 msnm. Contiene árboles deciduos y semi-deciduos alterados por la extracción de leña. (Herrera 2006). El área está rodeada en su límite sur por zonas de cultivos, potreros y arbolados dispersos de especies como “Caulote” (*Guazuma ulmifolia*), “Volador” (*Terminalia oblonga*), “Ceiba” (*Ceiba pentandra*), “Jocote Jobo” (*Spondias mombin*), “Mora” (*Maclura tinctoria*), “Almendro de río” (*Andira inermis*), “Morro” (*Crescentia alata*), “Conacaste negro” (*Enterolobium cyclocarpum*), “Conacaste blanco” (*Albizia caribaea*), “Higuerillo” (*Ricinus communis*), “Altamisa” (*Ambrosia cumanensis*), “Flor amarilla” (*Baltimora recta*), “Carao” (*Cassia grandis*), “Izcanal” (*Acacia hindsii*), “Flor de fuego” (*Delonix regia*) y “Jacinto o lirio de agua” (*Eichhornia crassipes*).



**Figura 14.** Punto No 2, tierras fluctuantes del Cerrón Grande. El punto se ubica a los  $14^{\circ} 2'23.45''$  LN y  $89^{\circ} 6'58.28''$  LO y una elevación de 237 msnm. En las imágenes se aprecia el nivel del agua en el mes de diciembre 2015 superior izquierdo, mes de febrero 2016 superior derecha y mes de abril 2016 abajo.

**Punto 3: Quebrada “Los Pocitos”** ubicada a  $14^{\circ} 2'23.00''$  LN y  $89^{\circ} 7'21.00''$  LO, con una altitud de 267 msnm. Esta quebrada se encuentra próxima a la comunidad “Patricia Puertas”. En los paredones de roca que rodean la quebrada, se han

cavado agujeros para obtener agua filtrada por el talpetate. Según Herrera (2006) La formación predominante es Selva Baja Caducifolia. En la zona se pueden encontrar especies vegetales, tales como “Chilamate” (*Ficus glabrata*), “Jocote jobo” (*Spondias mombin*), “Salamo” (*Calycophyllum canddissimum*), “Guarumo” (*Cecropia peltata*), “Ojushte” (*Brosimum alicastrum*), “Uña de gato” (*Celtis iguanaea*), “Roble” (*Quercus costaricensis*), “Izcanal” (*Acacia hindsii*), “Conacaste blanco” (*Albizia caribaea*), “Contamal” (*Luehea candida*), “Mulato” (*Triplaris americana*), “Papatirro” (*Coccoloba caracasana*), “Irayol” (*Genipa americana*) y “Jiote” (*Bursera simouruba*).



**Figura 15.** Punto No 3 quebrada “Los Pocitos”. ubicada a  $14^{\circ} 2'23.00''$  LN y  $89^{\circ} 7'21.00''$  LO, con una altitud de 264 msnm

**Punto 4: Laguna de Colima.** La laguna es ahora un pequeño cuerpo de agua que ha sido utilizado en su mayoría para el cultivo de arroz o caña de azúcar, se encuentra a unos  $14^{\circ} 1'48.00''$  LN y  $89^{\circ} 7'52.65''$  LO y una altitud de 310 msnm. Se pueden observar árboles dispersos en los alrededores, por ejemplo, “Laurel”

(*Cordia alliodora*), “Jocote de iguana” (*Spondia spp*), “Tecomasucho” (*Coclospermum vitifolium*), “Cincho” (*Lonchocarpus salvadorensis*), “Caoba” (*Swietenia humilis*), “Conacaste blanco” (*Albizia caribaea*), “Mora” (*Maclura tinctoria*), “Carao” (*Cassia grandis*), “Caulote” (*Guazuma ulmifolia*) y “Teca” (*Tectona grandis*).



**Figura 16.** Punto No 4, Laguna de Colima, a unos 14° 1'48.00" LN y 89° 7'52.65" LO y una altitud de 310 msnm.

### 5.7. Método de captura

El método empleado para la captura de ejemplares fue el de jameo, que se llevó a cabo con dos jamas (redes entomológicas); una de ellas, de 1.2 m de largo con un aro de 35 cm, se empleó para la captura de los odonatos en vuelo, y para los que estaban posados a baja altura; la segunda red, con un largo de 1.50 m. extensible hasta 2.40 m. y con un aro de 35 cm, se utilizó para la captura de odonatos posados a distancias mayores. Ambas redes tienen una bolsa de malla

elaborada con hilo sintético color verde, de un metro de profundidad con refuerzo de lona en la sección que rodea el aro de metal.

Los especímenes capturados se colocaron en sobres triangulares de papel kraft para ser transportados e identificados. Fueron preservados colocándolos en acetona comercial por 24 horas, luego se secaron al aire libre por otras 24 horas; posteriormente, fueron identificados y colocados en bolsas plásticas de papel celofán transparente junto a una tarjeta con datos del ejemplar y de su captura: especie, colector, lugar y fecha de colecta, además del código de la colección de referencia de la sección de entomología de la escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador.

#### **5.8. Identificación de especies.**

La identificación de las especies muestreadas se efectuó en campo, con ayuda de la guía para odonatos “Libélulas de Mesoamérica y el Caribe” de Carlos Esquivel y “The dragonflies of Central America exclusive of Mexico and the west Indies” de Steffen Förester y una lupa de campo con aumento de 20x. Los individuos que no lograron identificarse en campo se llevaron al laboratorio de entomología de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de La Universidad de El Salvador para ser observados más a fondo e identificarlos utilizando microscopios estereoscópicos y aplicación de claves taxonómicas para el grupo.

## 5.9. Toma de datos en campo.

La toma de datos daba inicio a las 9:30 am y se llevaba a cabo mediante recorridos a la orilla del cuerpo de agua, hasta 20 metros fuera del mismo, con una duración de una hora; iniciando el primer día desde el punto 1 y finalizando en el 4, mientras el segundo día se comenzaba por el último.

Los datos obtenidos fueron ingresados en una matriz donde se documentó el nombre de la especie, la familia a la que pertenece y el número de especímenes por especie observados en cada punto de muestreo (Anexo 2).

Luego de cada visita al campo los datos obtenidos se ingresaron en otra matriz para poder llevar un registro por muestreo, ésta tabla incluye especie, familia, el número de ejemplares por especie encontrado (Anexo 3).

### 1.1.1. Análisis de datos

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó con los programas de biodiversidad Past versión 3.08 y Estimate S\_910 y Species Diversity and Richness.

La estimación de la diversidad de la odonatofauna en la zona de estudio se realizó con el Índice de Chao 2, que se obtiene de la siguiente manera:

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

donde:

$L$  = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies "únicas")

$M$  = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

La riqueza se analizó con base al índice de Diversidad de Margalef, y de Rarefacción. En el caso del índice de diversidad de Margalef, este se calculó con la siguiente ecuación:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

donde:

$S$  = número de especies

$N$  = número total de individuos

El índice de Rarefacción es obtenido utilizando la fórmula siguiente:

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$$

donde:

$E(S)$  = número esperado de especies

$N$  = número total de individuos en la muestra

$N_i$  = número de individuos de la  $i$ ésima especie

$n$  = tamaño de la muestra estandarizado

La estructura de la población de odonatos en el ANP Colima se demostró utilizando índices que revelen la dominancia y la equidad en las especies.

La dominancia de especies se analizó con el índice de Simpson, el cual se determina de la siguiente forma:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir el número de individuos de la especie  $i$  divididos entre el total de individuos de la muestra.

Respecto al análisis de la equidad en la comunidad de los odonatos, ésta se calculó haciendo uso del índice de Shannon-Wiener, cuya fórmula se expresa de la forma siguiente:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

$H$  = Índice de Shannon-Wiener

$P_i$  = Abundancia relativa

$\ln$  = Logaritmo natural

La comparación entre sitios de muestreo se llevará a cabo utilizando el índice de similitud de Jacard, el cual se obtiene de la siguiente forma:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde

$a$  = número de especies presentes en el sitio A

$b$  = número de especies presentes en el sitio B

$c$  = número de especies presentes en ambos sitios A y B

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Diversidad por puntos de muestreo.

#### 6.1.1. Punto No. 1 “Quebrada La Pitaya”

En el punto 1 se capturaron 38 individuos, distribuidos en 14 especies (Tabla 1).

En la figura 17 se observa que la especie más abundante fue *Miathyria marcella*, con una captura de 6 individuos, seguida por *Arguia oculata*, *Orthemis discolor* y *Pantala flavescens* con 5 individuos cada una. La especie *Perithemis mooma* presentó 4 ejemplares capturados, mientras las especies restantes presentaron abundancias desde un individuo hasta 3.

**Tabla 1.** Capturas por muestreo (M) en el Punto 1.

No	Especies	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
1	<i>Arguia oculata</i>	0	2	0	1	2	0	5
2	<i>Arguia pulla</i>	0	1	0	0	0	0	1
3	<i>Erythrodiplax funera</i>	0	0	0	0	1	0	1
4	<i>Gynacantha nervosa</i>	1	0	0	0	0	0	1
5	<i>Ischnura ramburii</i>	0	1	0	0	0	0	1
6	<i>Mecistogaster ornata</i>	0	0	0	0	1	0	1
7	<i>Miathyria marcella</i>	0	3	0	0	3	0	6
8	<i>Micrathyria didima</i>	0	0	0	0	0	1	1
9	<i>Orthemis discolor</i>	2	0	2	0	1	0	5
10	<i>Orthemis ferruginea</i>	0	0	0	0	2	0	2
11	<i>Pantala flavescens</i>	0	0	4	0	1	0	5
12	<i>Perithemis mooma</i>	0	2	0	0	2	0	4
13	<i>Triacanthagyna septima</i>	2	0	0	0	0	0	2
14	<i>Uracis imbuta</i>	0	1	0	0	0	2	3
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>38</b>

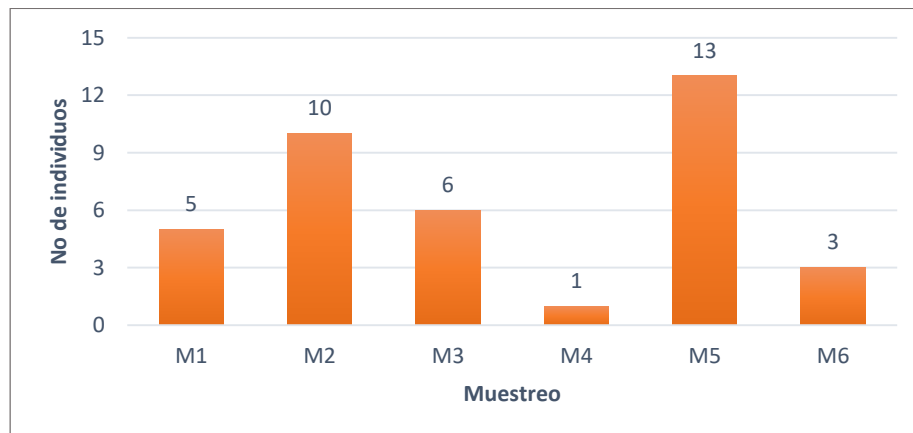
#### Abundancia por muestreos.

El comportamiento de la abundancia en el punto 1, se evidencia en la figura 18, donde puede observarse que el 5º muestreo reportó la mayor abundancia de

especies, pues se capturaron 13 individuos; seguida del muestreo 2 con 10 capturas, mientras los muestreos restantes, capturas entre uno a 6 ejemplares.



**Figura 17.** Especies observadas en punto 1, en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie.

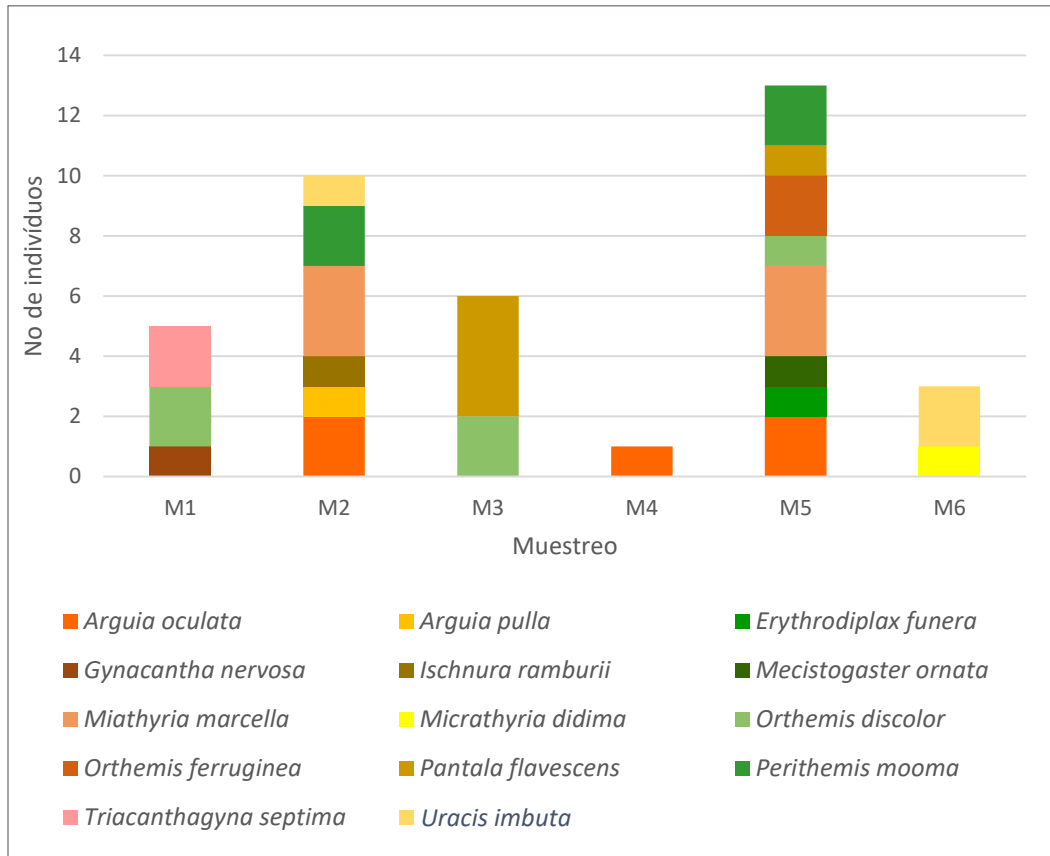


**Figura 18.** Abundancia de individuos en punto 1, a lo largo de los 6 muestreos.

### Riqueza de especies.

El comportamiento de la riqueza de especies por muestreo, reveló en el muestreo 5 una riqueza mayor, pues se capturaron 8 especies; seguido de muestreo 2 con

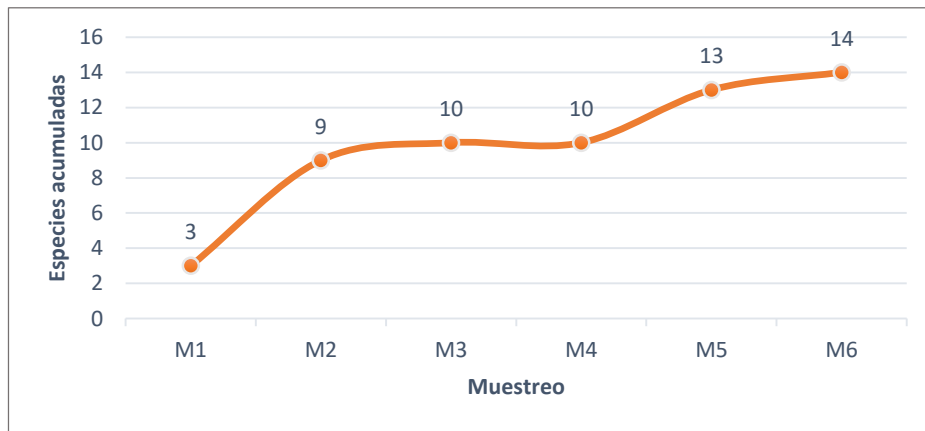
6 especies colectadas y el muestreo 1 con 3 especies. Los muestreos 1, 4 y 6 presentaron 1 a 2 especies (Figura 19).



**Figura 19.** Especies observadas en cada muestreo en el punto 1 y número de individuos por especie.

Acumulación de especies.

La figura 20 muestra el comportamiento que presentó la riqueza de especies en punto 1, evidenciándose en el muestreo 1, 3 especies capturadas, reportándose en muestreo 2, 6 especies nuevas; para el muestreo 3, 1 especie diferente, manteniéndose igual en muestreo 4. En los muestreos 5 se capturan 3 especies nuevas, y una en el muestreo 6, llegando a 14 especies en total.



**Figura 20.** Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en punto 1.

### 6.1.2. Punto No. 2 “Tierras fluctuantes del Embalse”

En el punto 2, se tuvo una captura de 99 individuos, pertenecientes a 10 especies (Tabla 2), de las que se mostró más abundante *Perithemis mooma* con 25 individuos capturados, seguida por *Ischnura rambirii* y *Miathyria marcella* con 18 y 19 ejemplares, respectivamente. Las especies *Orthemis ferruginea* y *Perithemis mooma* ambas con 13 capturas; las demás especies presentaron entre 2 y 3 capturas (Figura 21).

#### Abundancia por muestreos.

La abundancia en el punto 2, se muestra en la figura 22, donde se observa un mayor número de individuos en el primer muestreo, habiéndose colectado 27 ejemplares, seguida por el muestreo 2 con 24 capturas. Los muestreos 3 y muestreo 6 con 16 y 13 ejemplares, respectivamente; los restantes con de 8 a 11 individuos.

**Tabla 2.** Capturas por muestreo en el punto 2.

No	Especies	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
1	<i>Erythemis attala</i>	0	0	0	0	0	3	3
2	<i>Erythemis vesiculosa</i>	0	0	0	0	2	0	2
3	<i>Erythrodiplax funera</i>	0	0	0	0	2	1	3
4	<i>Ischnura rambirii</i>	8	8	2	0	0	0	18
5	<i>Mecistogaster ornata</i>	1	0	0	0	0	0	1
6	<i>Miathyria marcella</i>	9	6	0	0	2	2	19
7	<i>Orthemis discolor</i>	0	0	1	1	0	0	2
8	<i>Orthemis ferruginea</i>	0	5	2	3	1	2	13
9	<i>Pantala flavescens</i>	0	2	5	3	1	2	13
10	<i>Perithemis mooma</i>	9	3	6	4	0	3	25
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>99</b>

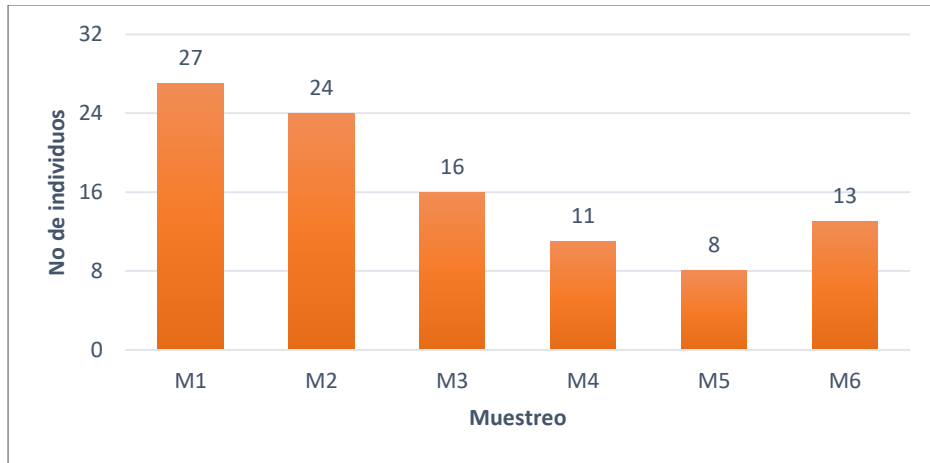


**Figura 21.** Especies observadas en el punto 2, en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie.

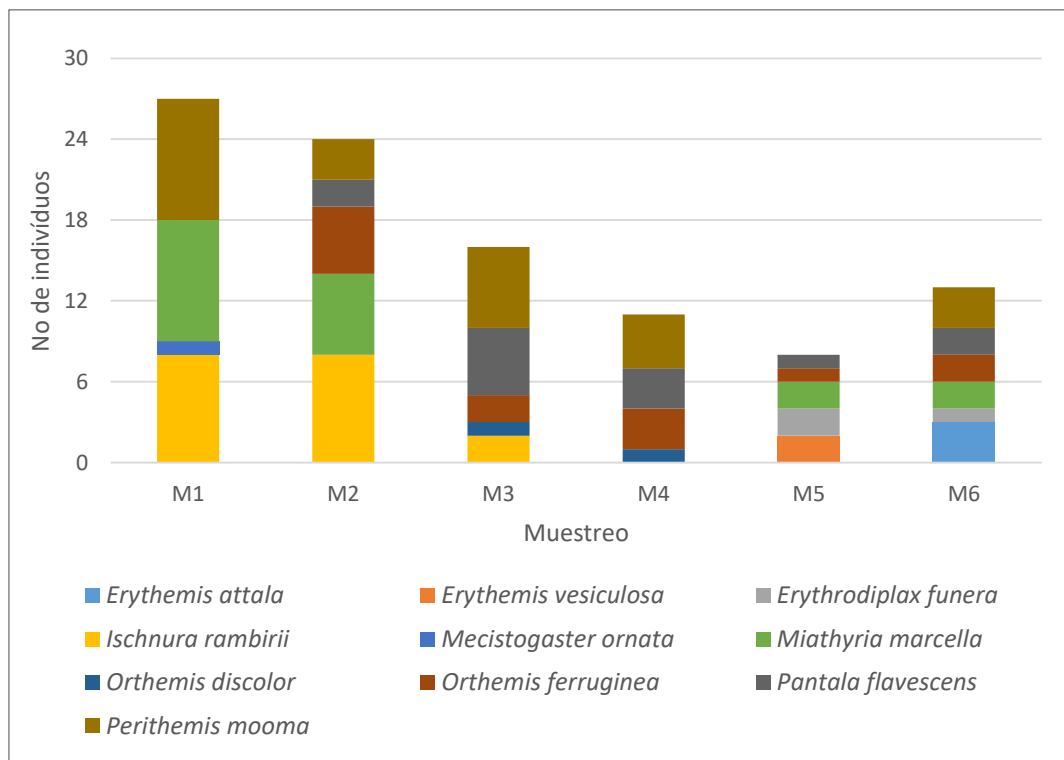
### Riqueza de especies.

La riqueza de especies por muestreo indica en el muestreo 6 una mayor riqueza, en el que se capturaron 6 especies; seguido de muestreo 2, muestreo 3 y

muestreo 5 con 5 especies cada una. El muestreo 1 y 4 con 4 especies cada una (Figura 23).



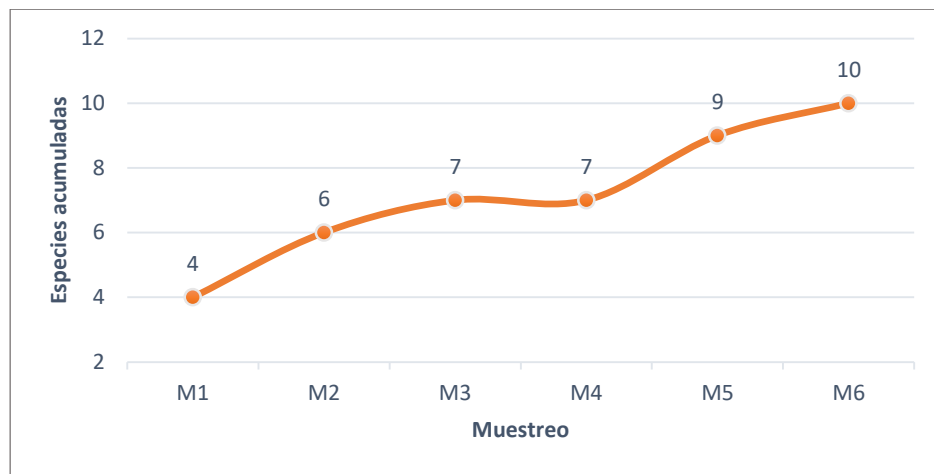
**Figura 22.** Abundancia de individuos en el punto 2, a lo largo de los 6 muestreos.



**Figura 23.** Especies observadas en cada muestreo del punto 2 y número de individuos por especie.

### Acumulación de especies.

La figura 24 muestra el comportamiento que presentó la riqueza de especies en el punto 2, evidenciándose en el muestreo 1, 4 especies capturadas, reportándose en muestreo 2, 2 especies nuevas; para el muestreo 3, 1 especie diferente, manteniéndose igual en el muestreo 4. En el muestreo 5 se capturan 2 especies nuevas, y una en muestreo 6, llegando a 10 especies en total.



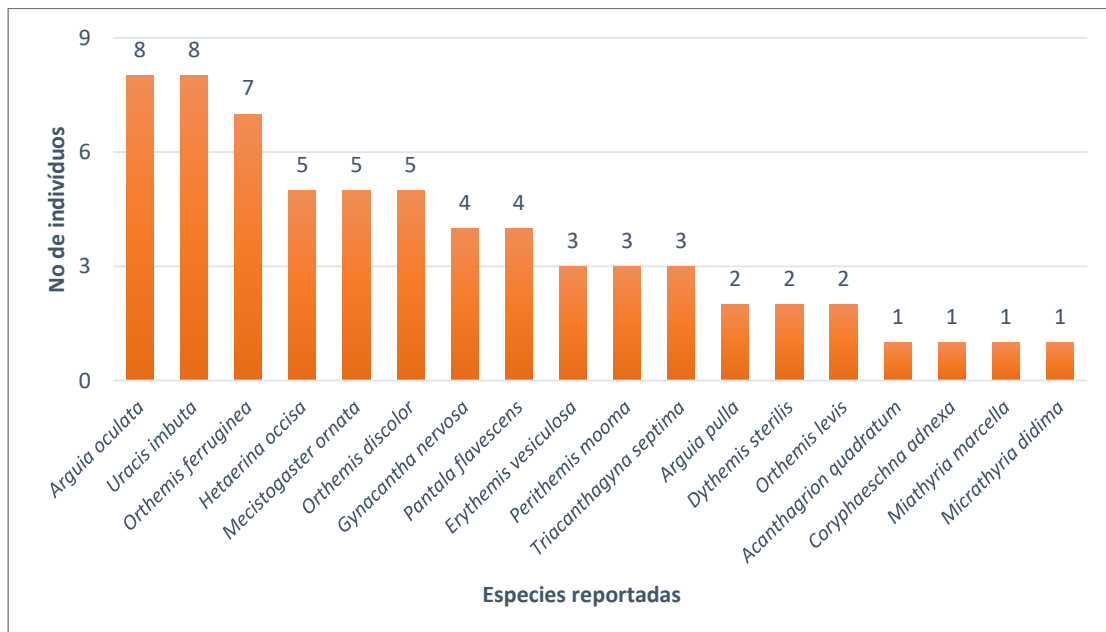
**Figura 24.** Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los seis muestreos en el punto 2.

### 6.1.3. Punto No. 3 “Los Pocitos”

En el punto 3, se tuvo una captura de 65 especímenes, pertenecientes a 18 especies (Tabla 3), de las que se mostró más abundante *Arguia oculata* y *Uracis imbuta* con 8 individuos capturados para cada especie, seguida por *Orthemis ferruginea* con 7 ejemplares. Las especies *Hetaerina occisa*, *Mecistogaster ornata* y *Orthemis discolor* con 5 capturas; las demás especies presentaron entre 1 y 4 capturas (Figura 25).

**Tabla 3.** Capturas por muestreo en el punto 3.

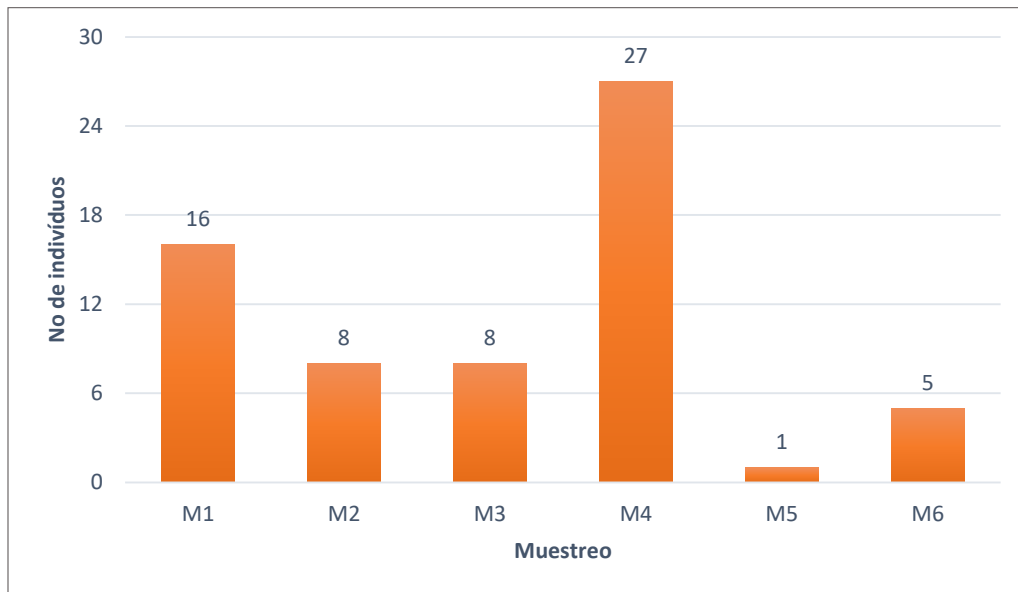
No	Especies	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
1	<i>Acanthagrion quadratum</i>	0	1	0	0	0	0	1
2	<i>Arguia oculata</i>	0	2	0	3	1	2	8
3	<i>Arguia pulla</i>	0	1	1	0	0	0	2
4	<i>Coryphaeschna adnexa</i>	0	0	0	0	0	1	1
5	<i>Dythemis sterilis</i>	0	0	1	1	0	0	2
6	<i>Erythemis vesiculosa</i>	3	0	0	0	0	0	3
7	<i>Gynacantha nervosa</i>	0	0	0	4	0	0	4
8	<i>Hetaerina occisa</i>	5	0	0	0	0	0	5
9	<i>Mecistogaster ornata</i>	1	1	0	3	0	0	5
10	<i>Miathyria marcella</i>	0	0	0	1	0	0	1
11	<i>Micrathyria didima</i>	0	0	0	0	0	1	1
12	<i>Orthemis discolor</i>	2	0	1	2	0	0	5
13	<i>Orthemis levis</i>	0	0	2	0	0	0	2
14	<i>Orthemis ferruginea</i>	0	1	3	3	0	0	7
15	<i>Pantala flavescens</i>	0	0	0	4	0	0	4
16	<i>Perithemis mooma</i>	0	0	0	3	0	0	3
17	<i>Triacanthagyna septima</i>	0	0	0	3	0	0	3
18	<i>Uracis imbuta</i>	5	2	0	0	0	1	8
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>65</b>



**Figura 25.** Especies observadas en el punto 3, en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie.

### Abundancia por muestreos.

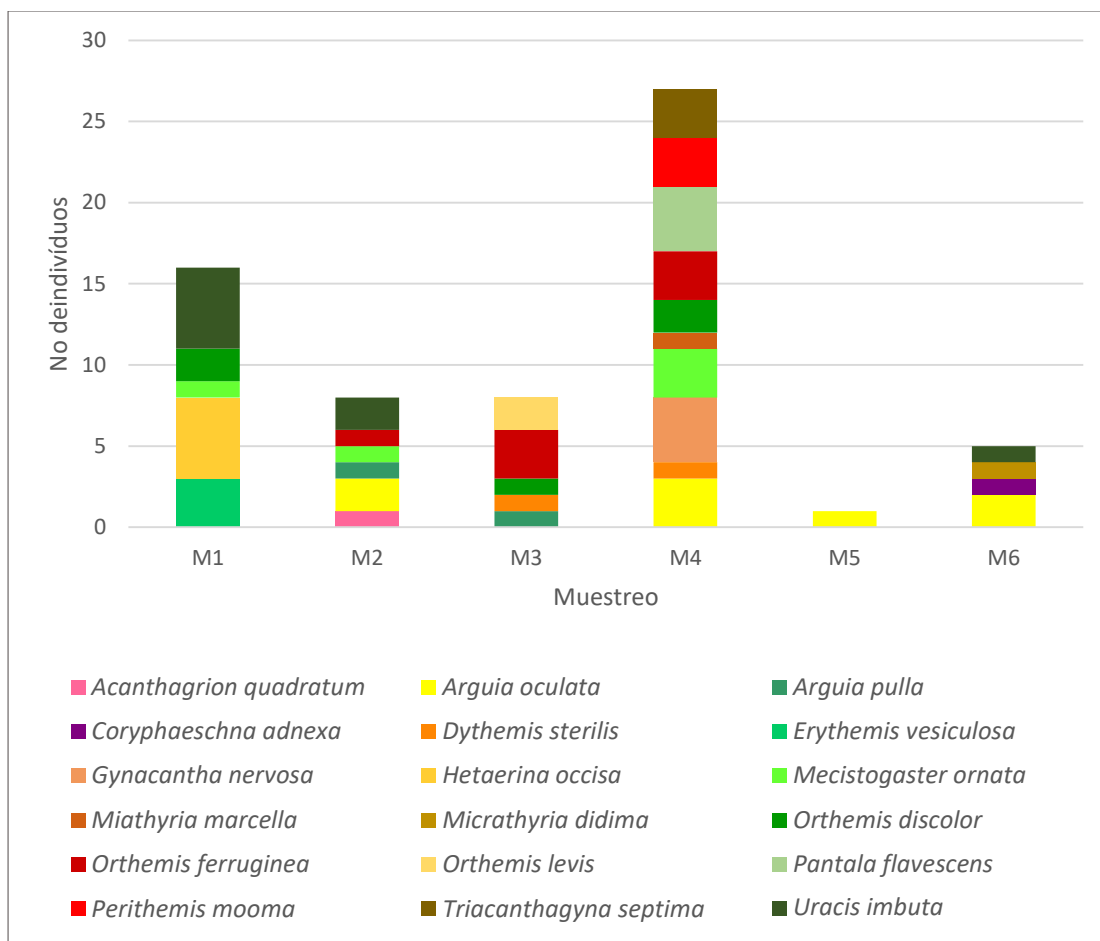
Respecto a la abundancia en el punto 3 (figura 26), se observa un mayor número de individuos en el muestreo 4, habiéndose colectado 27 ejemplares, seguida por el muestreo 1 con 16 capturas. Los muestreos 2 y 3 con 8 ejemplares; los muestreos 5 y 6 con 1 y 5 individuos, respectivamente.



**Figura 26.** Abundancia de individuos en el punto 3, a lo largo de los 6 muestreos.

### Riqueza de especies.

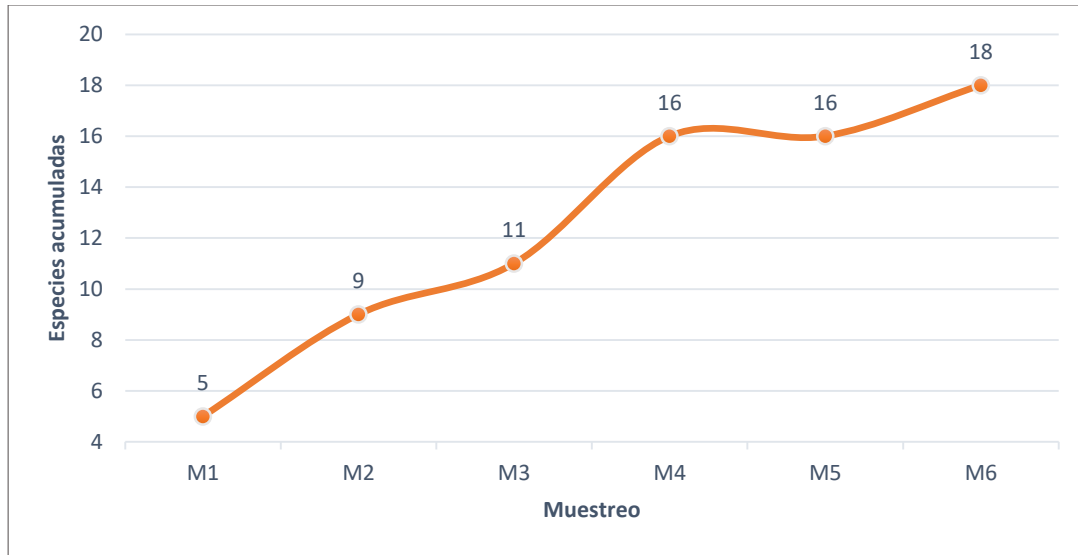
La riqueza de especies en el punto 3, revela en el muestreo 4 una mayor riqueza, en el que se colectaron 10 especies; seguido de muestreos 2 con 6 especies. Los muestreos 1 y 3 con 5 especies cada una; muestreos 5 y 6 con una y 4 especies, respectivamente (Figura 27).



**Figura 27.** Especies observadas en cada muestreo del punto 3 y número de individuos por especie.

### Acumulación de especies.

La figura 28 muestra el comportamiento que presentó la riqueza de especies en el punto 3, en la que se observa en el muestreo 1, 5 especies capturadas, reportándose en muestreo 2, 4 especies nuevas; para el muestreo 3, 2 especie diferentes, en muestreo 4, 5 especies distintas más, manteniéndose en el muestreo 5 y finalizando con 2 especies más en el muestreo 6, llegando a 18 especies.



**Figura 28.** Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en el punto 3.

#### 6.1.4. Punto No. 4 “Laguna Colima”

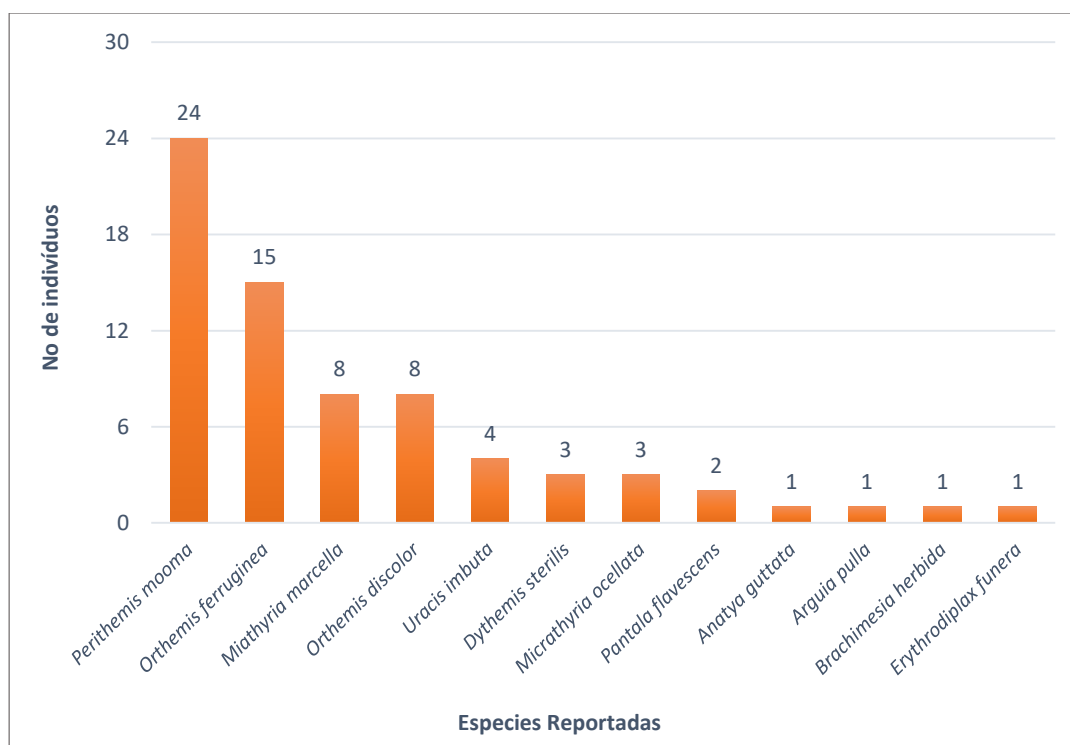
En el punto 4, se capturaron 71 especímenes, pertenecientes a 12 especies (Tabla 4), de las que se les observó mayor abundancia *Perithemis mooma* con 24 individuos capturados, seguida por *Orthemis ferruginea* con 15 ejemplares. Las especies *Miathyria marcella* y *Orthemis discolor* con 8 capturas; las demás especies presentaron entre 1 y 4 capturas (Figura 29).

#### Abundancia por muestreos.

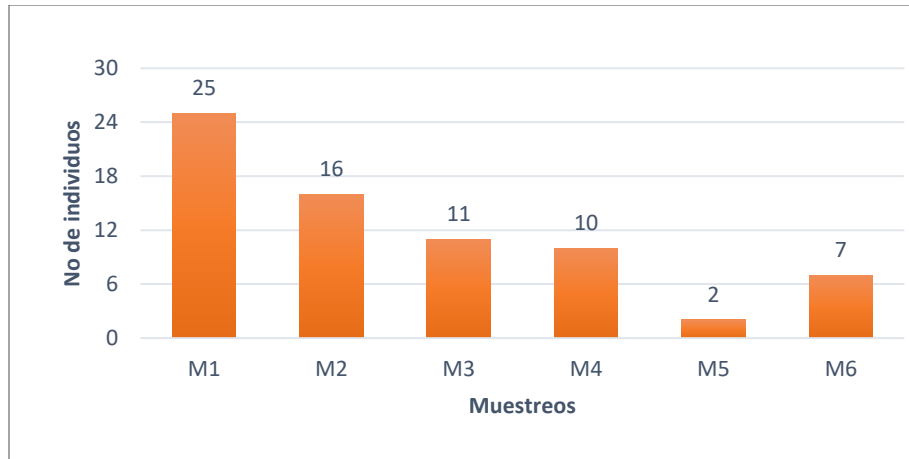
La abundancia en el punto 4, en la figura 30, se observa un mayor número de individuos en el muestreo 4, habiéndose colectado 27 ejemplares, seguida por el muestreo 1 con 16 capturas. Los muestreos 2 y 3 con 8 ejemplares; los muestreos 5 y 6 con 1 y 5 individuos, respectivamente.

**Tabla 4.** Capturas por muestreo en el punto 4.

No	Especies	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total
1	<i>Anatya guttata</i>	0	0	0	0	0	1	1
2	<i>Arguia pulla</i>	0	1	0	0	0	0	1
3	<i>Brachimesia herbida</i>	1	0	0	0	0	0	1
4	<i>Dythemis sterilis</i>	3	0	0	0	0	0	3
5	<i>Erythrodiplax funera</i>	0	0	0	0	0	1	1
6	<i>Miathyria marcella</i>	5	3	0	0	0	0	8
7	<i>Micrathyria ocellata</i>	0	3	0	0	0	0	3
8	<i>Orthemis discolor</i>	3	0	2	2	1	0	8
9	<i>Orthemis ferruginea</i>	3	2	3	3	1	3	15
10	<i>Pantala flavescens</i>	0	0	0	1	0	1	2
11	<i>Perithemis mooma</i>	7	6	6	4	0	1	24
12	<i>Uracis imbuta</i>	3	1	0	0	0	0	4
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>71</b>



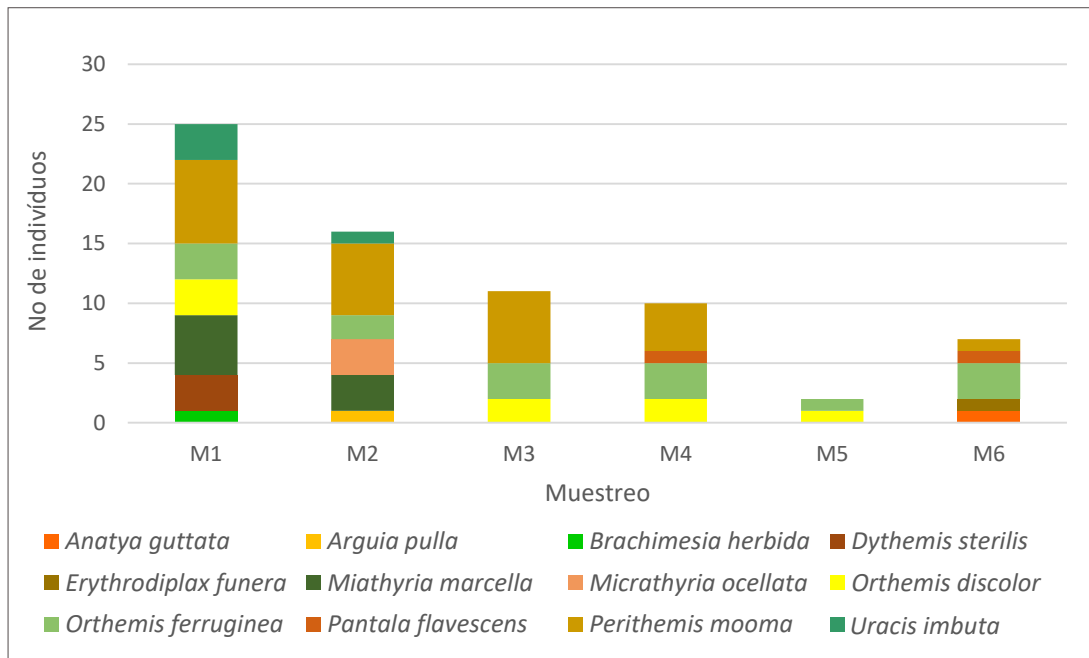
**Figura 29.** Especies observadas en el punto 4, en la que puede apreciarse los individuos colectados por especie.



**Figura 30.** Abundancia de individuos el punto 4, a lo largo de los 6 muestreos.

Riqueza de especies.

La riqueza de especies en el punto 4, presenta en el muestreo 1, una mayor riqueza, en el que se colectaron 7 especies; seguido de muestreo 2 con 6 especies. Los muestreos 4 y 5 con 4 y 5 especies, respectivamente; y muestreos 3 y 5 con 3 y 2 especies, en ese orden (Figura 31).



**Figura 31.** Especies observadas en cada muestreo del punto 4 y número de individuos por especie.

### Acumulación de especies.

La figura 32 muestra el comportamiento observado en la riqueza de especies de el punto 4, en la que se puede apreciar en el muestreo 1, 7 especies capturadas, reportándose en muestreo 2, 2 especies nuevas; para el muestreo 3 no se reportaron nuevas especies colectadas, en muestreo 4 una especie distinta, manteniéndose en muestreo 5 y finalizando con 2 especies más en muestreo 6, llegando a 12 especies.



**Figura 32.** Comportamiento de la acumulación de especies a lo largo de los 6 muestreos en el punto 4.

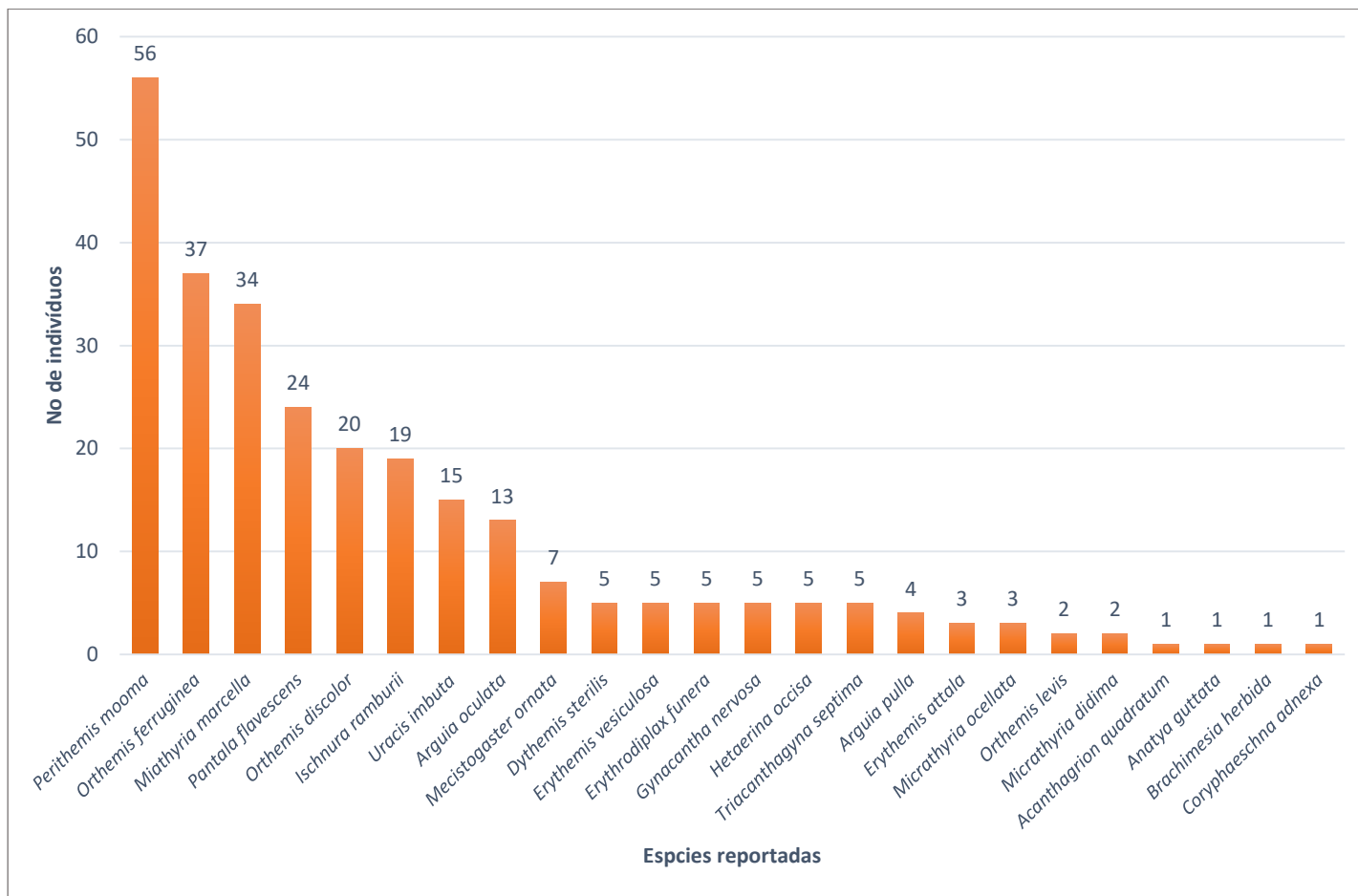
### **6.2. Análisis y Comparación de la diversidad entre puntos de muestreo.**

Durante el estudio se reportaron un total de 273 individuos en los cuatro puntos, pertenecientes a 24 especies, siendo el punto 2 (P2) el que presentó mayor número de individuos, con 99 registrados, seguido por el punto 4 (P4) con 71, el punto 3 (P3) con 65 y el punto 1 (P1) con 38 ejemplares (Tabla 5).

De las especies registradas, la más abundante fue *Perithemis mooma* con 56 ejemplares; seguido por *Orthemis ferruginea* y *Miathyria marcella* con 37 y 34 individuos, respectivamente (Figura 33); especies como *Pantala flavescens* con 24 individuos; *Orthemis discolor* con 20 e *Ischnura ramburii* con 19. Se puede observar dos especies con una abundancia media, *Uracis imbuta* y *Arguia oculata*. Las especies restantes presentan una abundancia que oscila entre 1 a 7 registros.

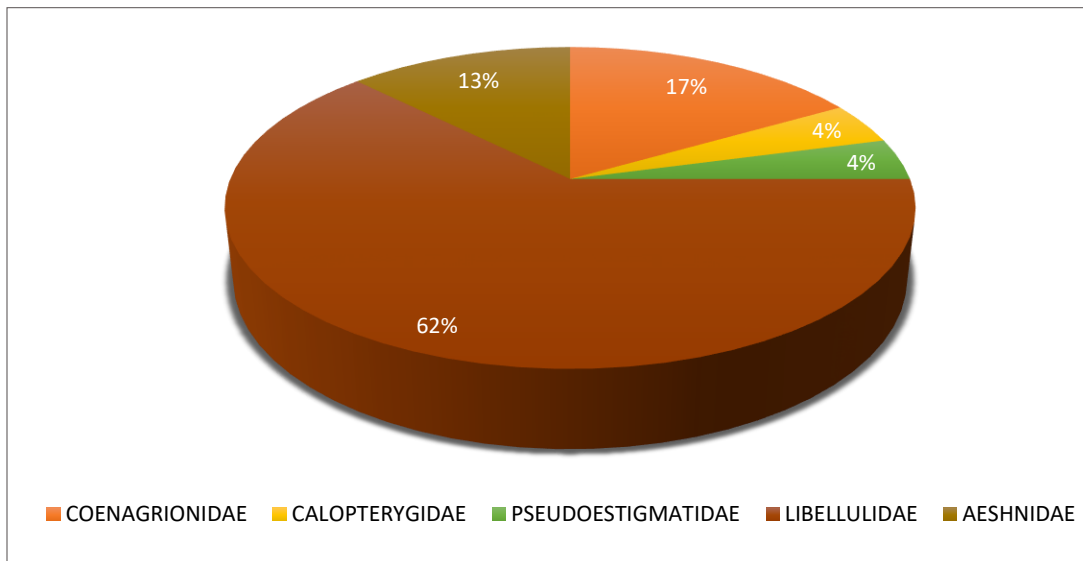
**Tabla 5.** Número de especies reportadas por punto de muestreo (P) en el ANP Colima.

No.	Especies reportadas	P1	P2	P3	P4	Total
1	<i>Acanthagrion quadratum</i>	0	0	1	0	1
2	<i>Anatya guttata</i>	0	0	0	1	1
3	<i>Arguia oculata</i>	5	0	8	0	13
4	<i>Arguia pulla</i>	1	0	2	1	4
5	<i>Brachimesia herbida</i>	0	0	0	1	1
6	<i>Coryphaeschna adnexa</i>	0	0	1	0	1
7	<i>Dythemis sterilis</i>	0	0	2	3	5
8	<i>Erythemis attala</i>	0	3	0	0	3
9	<i>Erythemis vesiculosa</i>	0	2	3	0	5
10	<i>Erythrodiplax funera</i>	1	3	0	1	5
11	<i>Gynacantha nervosa</i>	1	0	4	0	5
12	<i>Hetaerina occisa</i>	0	0	5	0	5
13	<i>Ischnura ramburii</i>	1	18	0	0	19
14	<i>Mecistogaster ornata</i>	1	1	5	0	7
15	<i>Miathyria marcella</i>	6	19	1	8	34
16	<i>Micrathyria didima</i>	1	0	1	0	2
17	<i>Micrathyria ocellata</i>	0	0	0	3	3
18	<i>Orthemis discolor</i>	5	2	5	8	20
19	<i>Orthemis ferruginea</i>	2	13	7	15	37
20	<i>Orthemis levis</i>	0	0	2	0	2
21	<i>Pantala flavescens</i>	5	13	4	2	24
22	<i>Perithemis mooma</i>	4	25	3	24	56
23	<i>Triacanthagyna septima</i>	2	0	3	0	5
24	<i>Uracis imbuta</i>	3	0	8	4	15
<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>99</b>	<b>65</b>	<b>71</b>	<b>273</b>



**Figura 33.** Especies observadas durante los cuatro muestreos en la que puede apreciarse los individuos reportados por especie.

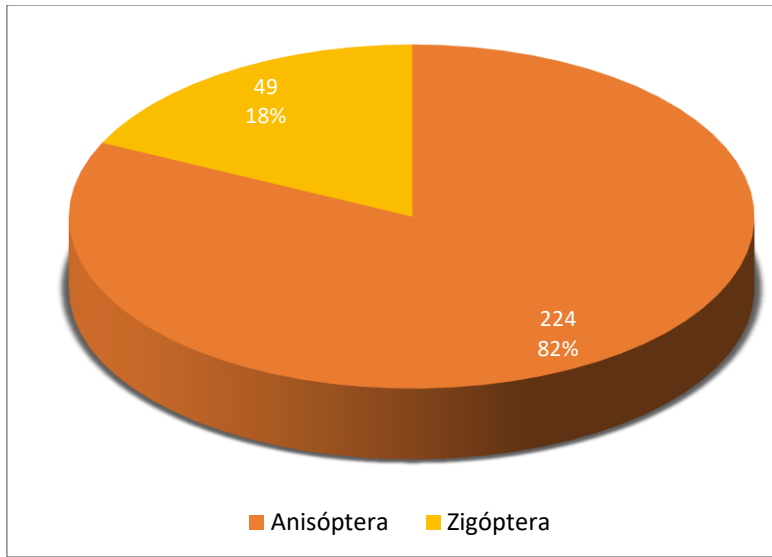
Las especies registradas pertenecen a 5 familias, que pueden verse en la figura 34, donde se observa la comparación de la presencia de cada una de ellas en el estudio. Se destaca la presencia de la familia LIBELLULIDAE con el 62% de los registros, familia COENAGRIONIDAE el 17%, AESHNIDAE 13% y las familias PSEUDOESTIGMATIDAE Y CALOPTERYGIDAE 4% cada una.



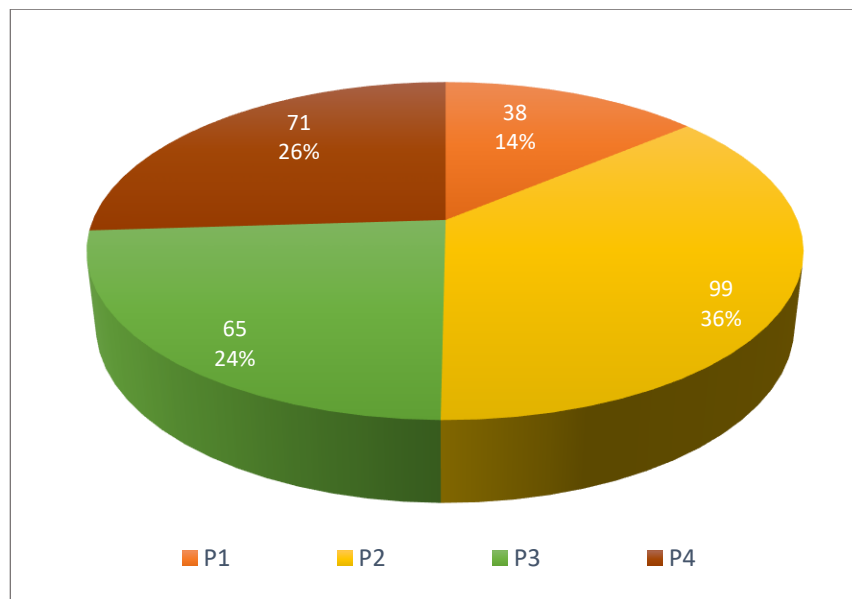
**Figura 34.** Porcentaje de la presencia de las 5 familias observadas durante el estudio, de las que destaca la familia LIBELLULIDAE.

El 82% de los datos obtenidos pertenecen a especies del suborden Anisóptera, mientras los 49 registros de zigópteros corresponden al 18% observado (Figura 35).

El mayor número de registros se realizó en el punto 2 con 99 observaciones, que comprende el 36% del total. Le sigue el punto 4, con 71 observaciones que contiene el 26%; Luego el punto 3, con 65 registros y el 24% del total, y por último el punto 1, con 38 observaciones y el 14% (Figura 36).



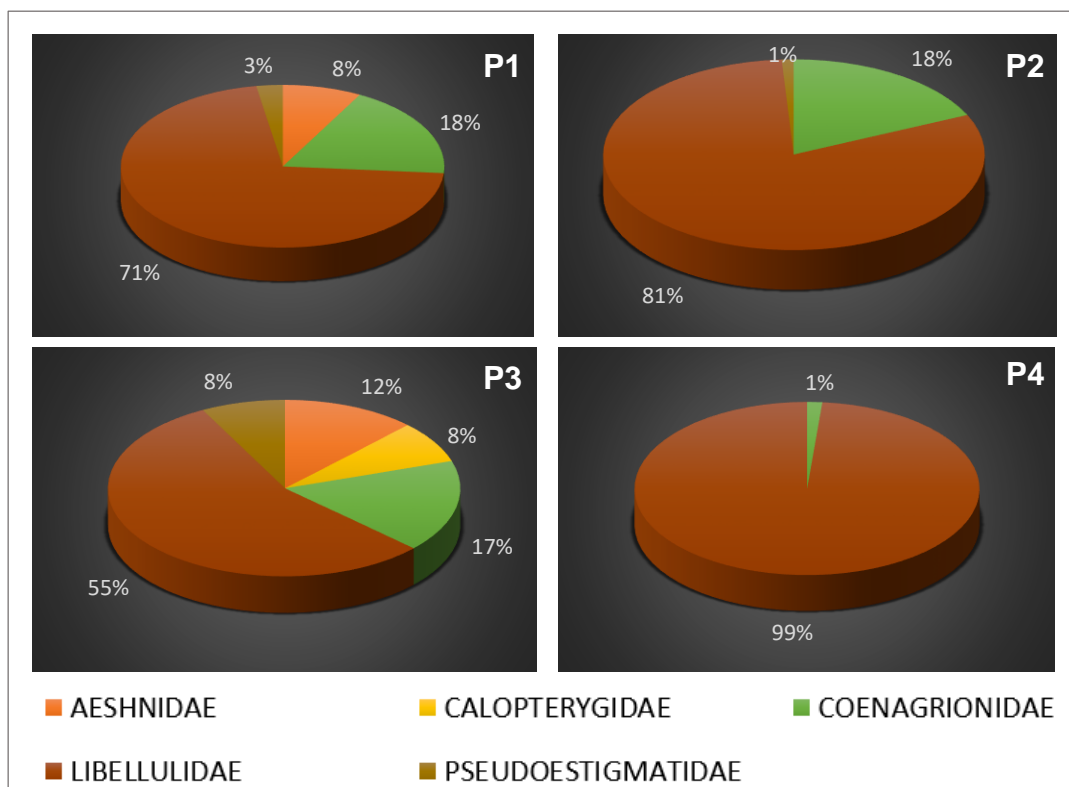
**Figura 35.** Porcentaje en la observación de subórdenes de odonatos en todo el estudio.



**Figura 36.** Porcentaje en la observación de odonatos en cada punto (P) de muestreo.

La presencia de las familias en cada punto de muestreo se observó de la siguiente forma: En el punto 1, la familia LIBELLULIDAE representó el 71%, la familia COENAGRIONIDAE el 18%, la familia AESHNIDAE con un 8% y 3% la familia PSEUDOESTIGMATIDAE; en el caso del punto 2, el 81% perteneció a la familia

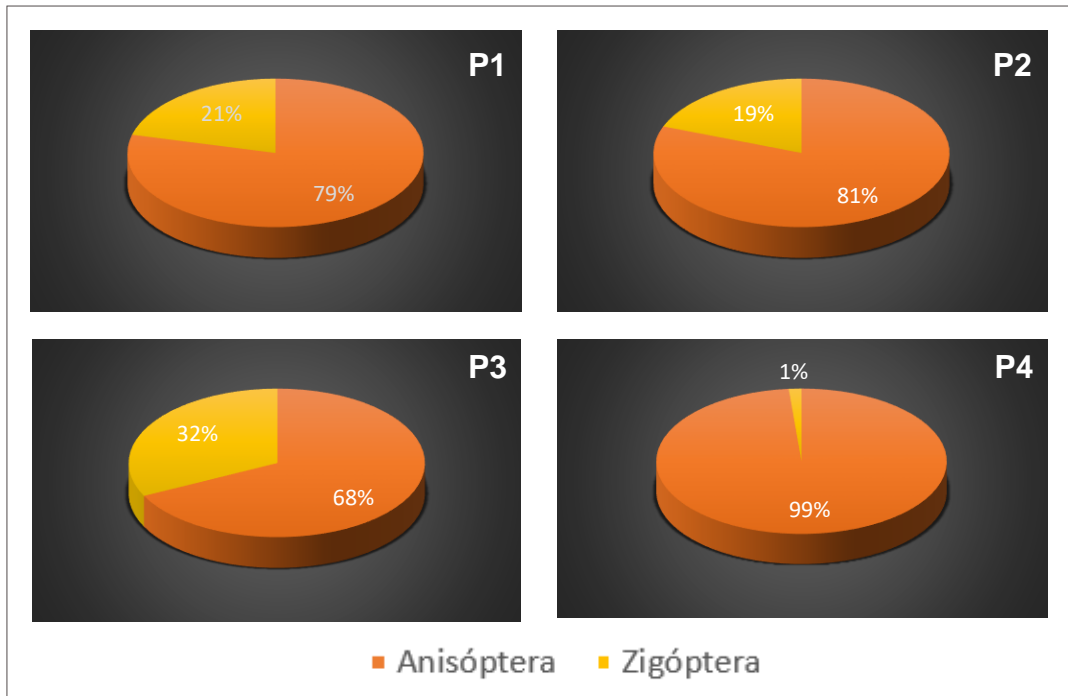
LIBELLULIDAE, 18% la familia COENAGRIONIDAE y el 1% la familia LIBELLULIDAE; En el punto 3, el 55% fue de la familia LIBELLULIDAE, el 17% la familia COENAGRIONIDAE, un 12% la familia AESHNIDAE y las familias CALOPTERYGIDAE y PSEUDOESTIGMATIDAE un 8% cada una; En el punto 4, por el contrario el 99% perteneció a la familia LIBELLULIDAE, mientras el 1% restante fue para la familia COENAGRIONIDAE (Figura 37).



**Figura 37.** Porcentaje en la observación de familias de odonatos en cada punto de muestreo. P1: La Pitaya; P2: Tierras Fluctuantes; P3: Los Pocitos; P4: Laguna Colima.

Los dos subórdenes de odonatos se presentaron de la siguiente forma en los puntos de muestreo: En el punto1, el 79% fue para el suborden Anisóptera y el 21% del suborden Zigóptera; en el punto 2, el 81% corresponde al suborden

Anisóptera y el 19% del suborden Zigóptera; en el punto 3, el 68% fue para el suborden Anisóptera y el 32% del suborden Zigóptera, mientras en el punto 4, el suborden Anisóptera presentó el 99% y el 1% restante corresponde al suborden Zigóptera (Figura 38).



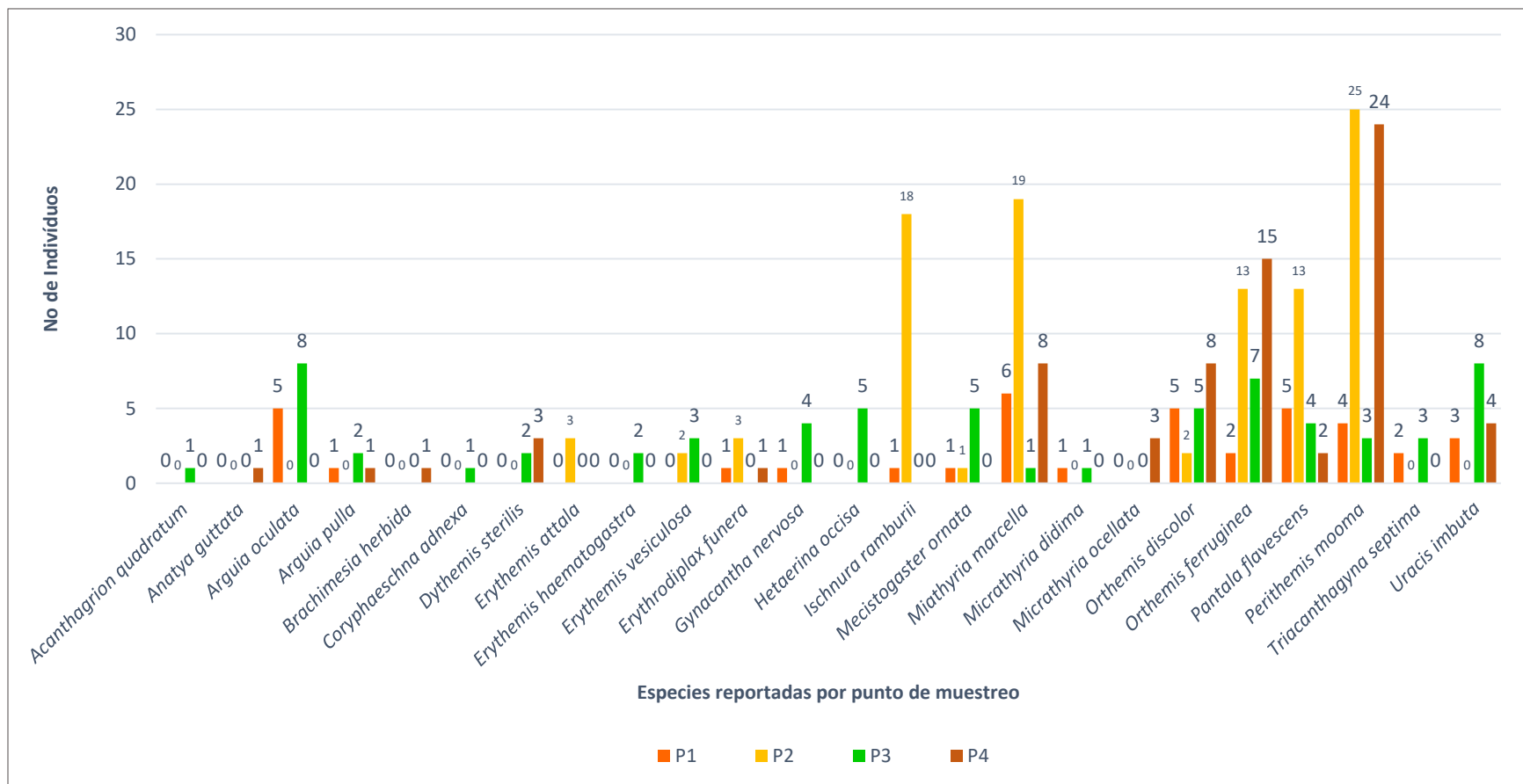
**Figura 38.** Porcentaje en la observación de subórdenes de odonatos en cada punto de muestreo. P1: La Pitaya; 2: Tierras Fluctuantes; P3: Los Pocitos; P4: Laguna Colima.

La mayor abundancia en el punto 1 fue presentada por la especie *Miathyria marcella* con 6 individuos, seguida por *Arguia oculata*, *Orthemis discolor* y *Pantala flavescens*, en cuanto a las otras especies se observaron entre 1 y 4 individuos. En el punto 2 las especies más abundantes fueron *Perithemis mooma*, con 25 individuos; *Miathyria marcella* con 19 e *Ischnura ramburii* con 18 ejemplares; Cabe mencionar que las especies *Orthemis ferruginea* y *Pantala flavescens* reportan 13

individuos cada una, el resto de las especies entre 1 y 3 registros. En el punto 3 las especies que presentaron un mayor número de individuos fueron *Arguia oculata* y *Uracis imbuta* con 8 registros cada una; en segundo lugar, se encuentra *Orthemis ferruginea* con 7 registros y las demás entre 1 y 5 especies. En el punto 4 la especie *Perithemis mooma* se identificó 24 veces, seguida por *Orthemis ferruginea* con 15 ejemplares; *Miathyria marcella* con 8, así como *Orthemis discolor*, las demás especies con 1 a 3 ejemplares. En la figura 38 se observan el número de registros que cada especie mostró por cada uno de los puntos de muestreo (Figura 39).

La figura 40 muestra la abundancia relativa de cada especie observada en el estudio, en la que puede apreciarse que *Perithemis mooma* es la que posee el valor más alto, seguida de *O. ferruginea* y *Miathyria marcella* en 3er lugar.

En cuanto a la riqueza que presentaron los puntos de muestreo, en la figura 41 se puede observar que el punto 3 presentó una mayor riqueza, observándose 18 especies distintas, seguido por el punto 1 con 14 especies, el punto 4 con 12 especies y por último el punto 2 con 10 especies.



**Figura 39.** Número de individuos reportados por especie en cada uno de los puntos muestreados. 1: La Pitaya; 2: Tierras Fluctuantes; 3: Los Pocitos; 4: Laguna Colima.

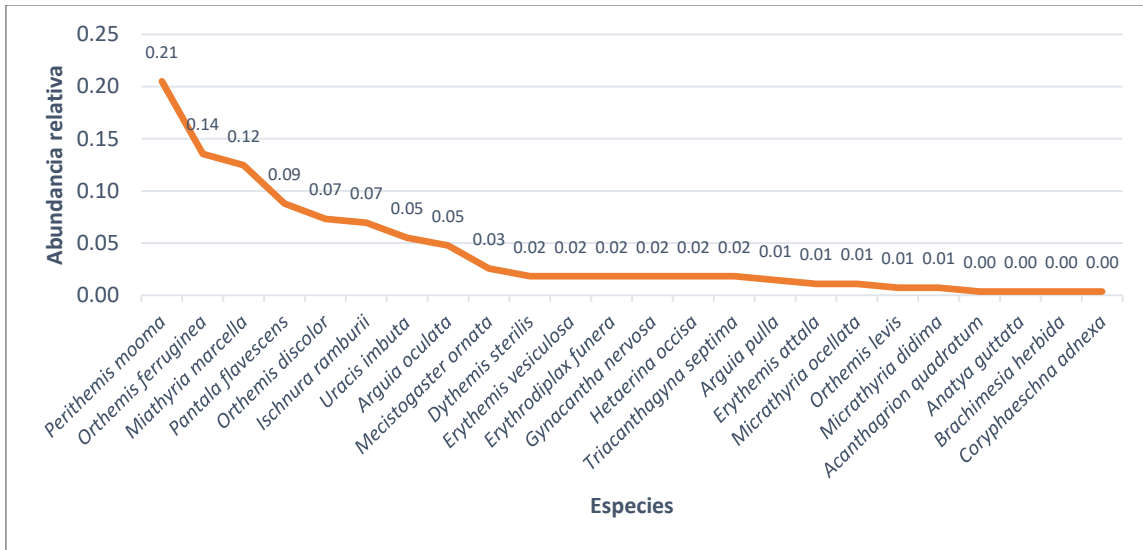


Figura 40. Abundancia relativa para cada especie observada durante el estudio.

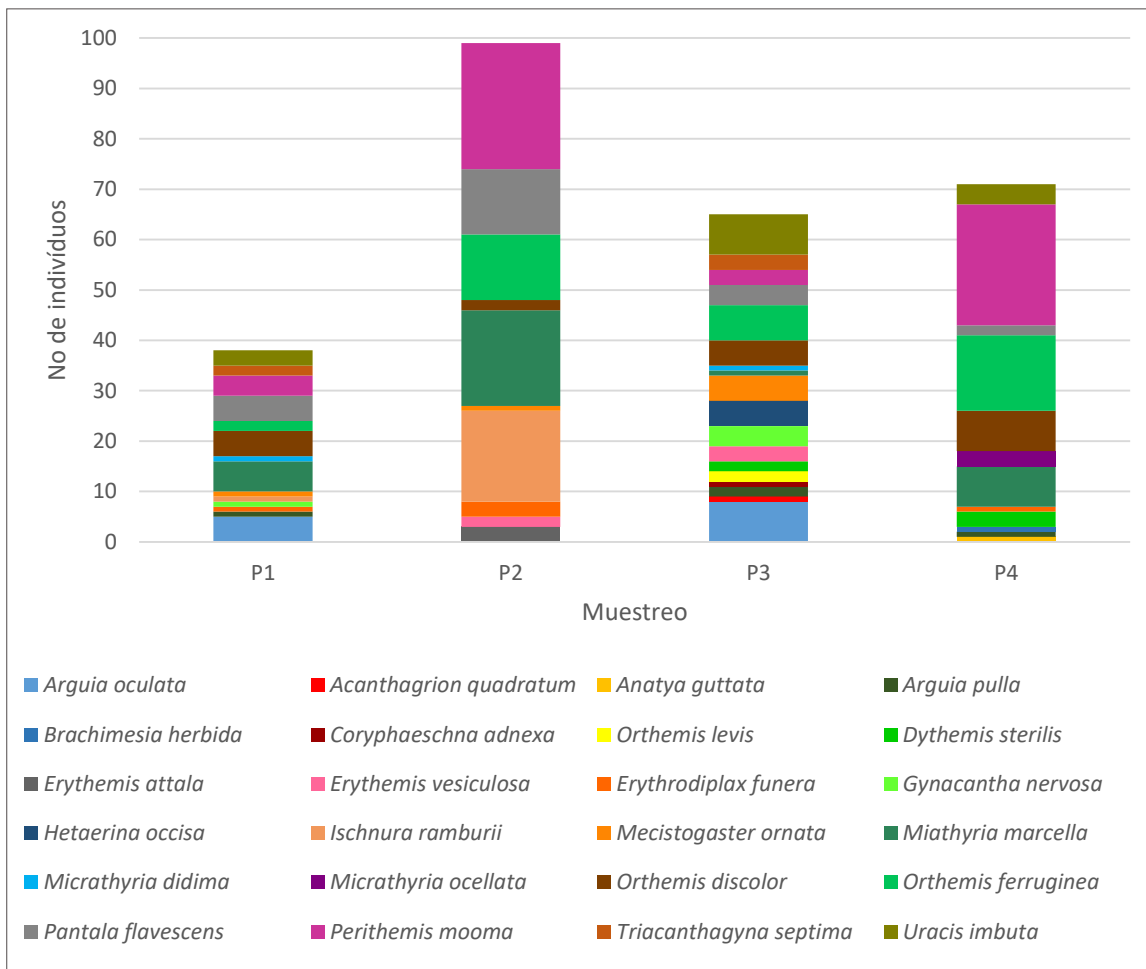
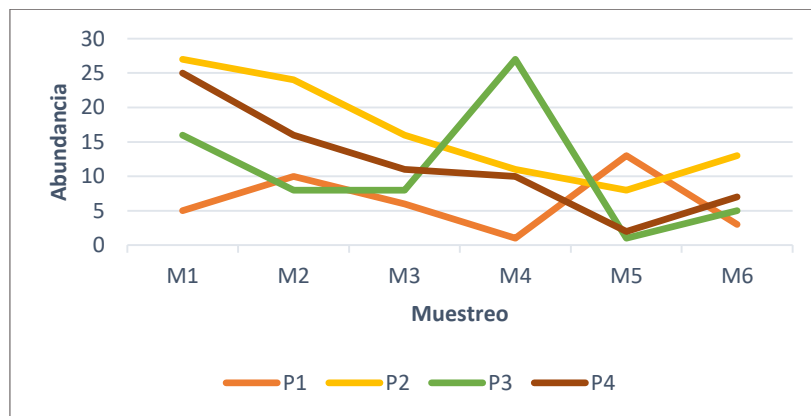


Figura 41. Especies observadas en cada punto de muestreo.

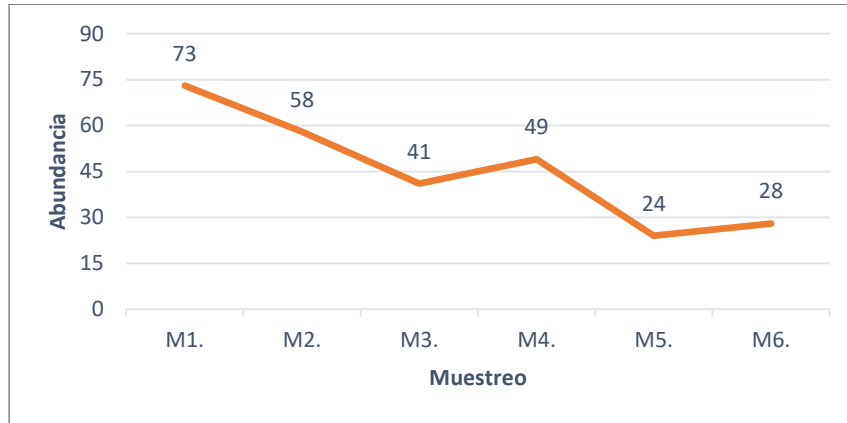
A lo largo de los seis muestreos, se evidenció como la abundancia de especies decrecía en cada punto de muestreo: En el punto 1, se obtuvo en el muestreo 1, 5 registros; en el muestreo 2 se lograron 10; en el muestreo 3 se alcanzaron 6; en el 4 un registro; en el 5 se obtuvieron 13 y el 6, 3 ejemplares. En el punto 2, se consiguieron en el muestreo 1, 27 registros; en el muestreo 2 se recabaron 24; en el muestreo 3 se alcanzaron 16; en el 4, 11 registros, en el 5 se obtuvieron 8 y el 6, 13 ejemplares. En el punto 3, se obtuvo en el muestreo 1, 16 registros; en el muestreo 2 se registraron 8; en el muestreo 3 se alcanzaron 8; en el 4, 27 registros; en el 5 se obtuvo uno y el 6, 5 ejemplares; en el punto 4, se consiguieron durante el muestreo 1, 25 registros; en el muestreo 2 se recabaron 16; en el muestreo 3 se alcanzaron 11; en el 4, 10 registros; en el 5 se obtuvieron 2 y el 6, 7 ejemplares (Figura 42).



**Figura 42.** Comportamiento de la abundancia de especies por punto, a lo largo de los 4 muestreos.

La forma en que se comportó la abundancia de los odonatos durante el estudio en cada punto de muestreo nos indica que en el primer muestreo se obtuvo un total de 73 registros, en el segundo muestreo 58, el tercero 41, en el cuarto se

registró un total de 49 ejemplares, en el muestreo 5 se observaron 24 y el sexto se contabilizaron 28 (Figura 43).



**Figura 43.** Comportamiento de la abundancia de especies a lo largo de los 4 muestreos.

En la tabla 6 se observa las especies esperadas para cada punto, según el índice de estimación de Chao 2, y pueden ser comparadas con las especies registradas; los valores obtenidos son 15.88 especies en el punto 1, en el punto 2, un valor de 15.349, en el punto 3, se estimaron 20.214 y en el punto 4, un total de 23.359

En el caso del Índice de Margalef, que permite estimar la riqueza específica, se obtuvo 3.574 en el punto 1, 1.959 en el punto 2, 4.072 en el punto 3 y 2.581 en el punto 4. (tabla 6).

La dominancia, calculada a través del índice de Simpson (D), resultó en 0.1039 para el punto 1, 0.1709 en el punto 2, 0.0774 en el punto 3 y 0.1926 en el punto 4 (tabla 6).

Los valores calculados por el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que nos permite evaluar la equitatividad en la diversidad, mostró en el punto 1, 2.41, para el punto 2, de 1.92; en el punto 3, se obtuvo 2.695 y el punto 4, presentó 2.581. A su vez, el índice de Simpson (1-D), que permite conocer la equitatividad, dio como resultado 0.8961 en el punto 1, 0.8291 en el punto 2, 0.9226 en el punto 3 y 0.8074 para el punto 4 (tabla 6).

**Tabla 6.** Índices de Diversidad, Dominancia y Equitatividad para los 4 puntos de muestreo.

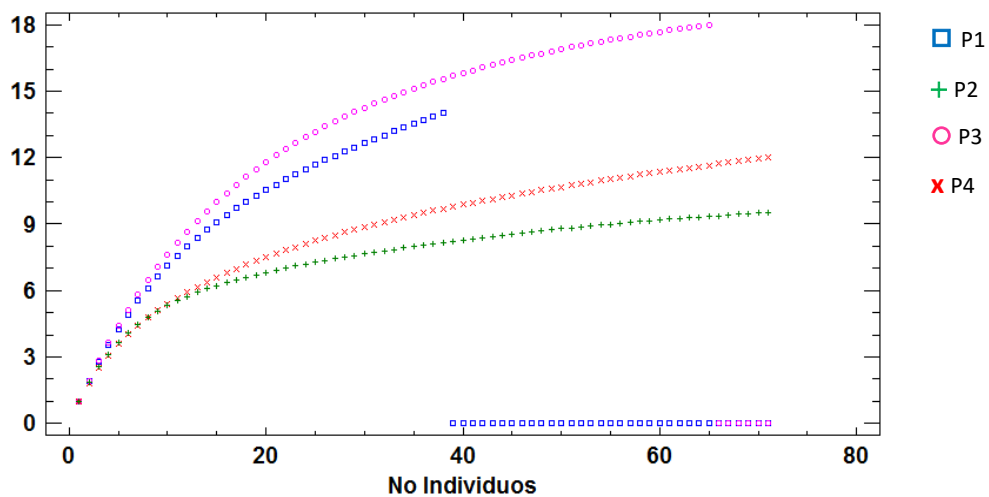
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>Especies reg.</b>	14	10	18	12
<b>Individuos reg.</b>	38	99	65	71
<b>Chao-2</b>	15.889	15.349	20.214	23.359
<b>Margalef</b>	3.574	1.959	4.072	2.581
<b>Dominance_D</b>	0.1039	0.1709	0.0774	0.1926
<b>Simpson_1-D</b>	0.8961	0.8291	0.9226	0.8074
<b>Shannon_H</b>	2.414	1.923	2.695	1.957

De acuerdo a los datos sugeridos por el estimador de riqueza Chao 2 y las especies que se observaron en el campo, el porcentaje del inventario alcanzado para el punto 1 fue de 84.21%, en el punto 2 el 98.99%, en el punto 3, 93.85% y en el punto 4, el 94.37% de especies (Tabla 7).

La curva de rarefacción para el estudio se muestra en la Figura 44, la cual nos permite estimar la riqueza que se espera para los puntos de muestreo.

**Tabla 7.** Inventario alcanzado para los 4 puntos de muestreo, según índice de Chao 2.

Punto de muestreo	Estimador de riqueza (Chao 2)	Especies reportadas	Porcentaje de inventario alcanzado
Punto 1	15.889	14	88.11 %
Punto 2	15.349	10	65.15%
Punto 3	20.214	18	89.05%
Punto 4	23.359	12	51.37%



**Figura 44.** Curva de rarefacción para los 4 puntos de muestreo. Azul: punto 1; Verde: punto 2; Rosa: punto 3; Rojo: punto 4.

En la Tabla 8 pueden observarse las especies registradas durante el estudio, estructuradas de forma taxonómica.

La comparación de biodiversidad, estimada con el índice de Jaccard, puede observarse en la tabla 9. Los datos estimados revelan la semejanza que hay entre cada uno de los puntos de muestreo, respecto a los demás. El índice revela que el punto el punto 1 presenta una similitud con el punto 2, de 0.5; mientras el punto 1, respecto al punto 3, en un 0.6; el punto 1 con el punto 4, son parecidos en un

0.44; mientras que el punto 2, guardan una similitud e 0.33 con el punto 3 y de 0.38 con el punto 4, y este último de 0.36 con respecto al apunto 3.

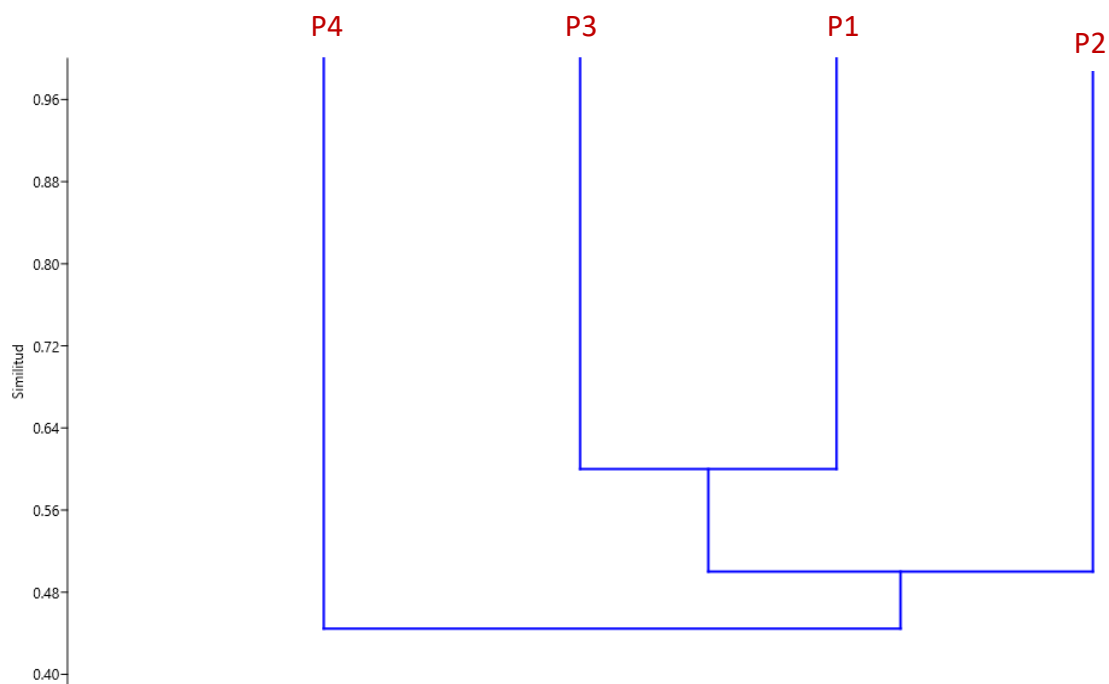
**Tabla 8.** Estructura taxonómica de los odonatos registradas en el ANP Colima.

Suborden	Familia	Género	Especie
Anisoptera	AESHNIDAE	<i>Coryphaeschna</i>	<i>adnexa</i>
		<i>Gynacantha</i>	<i>nervosa</i>
		<i>Triacanthagyna</i>	<i>septima</i>
	LIBELLULIDAE	<i>Anatya</i>	<i>guttata</i>
		<i>Brachimesia</i>	<i>herbida</i>
		<i>Dythemis</i>	<i>sterilis</i>
		<i>Erythemis</i>	<i>attala</i>
			<i>vesiculosa</i>
		<i>Erythrodiplax</i>	<i>funera</i>
		<i>Miathyria</i>	<i>marcella</i>
		<i>Micrathyria</i>	<i>didima</i>
			<i>ocellata</i>
		<i>Orthemis</i>	<i>discolor</i>
			<i>ferruginea</i>
			<i>levis</i>
		<i>Pantala</i>	<i>flavescens</i>
		<i>Perithemis</i>	<i>mooma</i>
<i>Uracis</i>	<i>imbuta</i>		
Zigoptera	CALOPTERYGIDAE	<i>Hetaerina</i>	<i>occisa</i>
	COENAGRIONIDAE	<i>Acanthagrion</i>	<i>quadratum</i>
		<i>Arguia oculata</i>	<i>oculata</i>
			<i>pulla</i>
	<i>Ischnura</i>	<i>ramburii</i>	
PSEUDOESTIGMATIDAE	<i>Mecistogaster</i>	<i>ornata</i>	

**Tabla 9.** Similitud entre puntos de muestreo, según el índice de Jaccard.

	P1	P2	P3	P4
P1	-	0.50	0.60	0.44
P2		-	0.33	0.38
P3			-	0.36
P4				-

En la figura 45 se visualiza el grado de similitud entre los puntos de muestreo, siendo más parecidos los puntos 1 y 3, estos dos en menor grado presentan similitud con el punto 2. El punto más disímil entre ellos es el 4.



**Figura 45.** Similitud entre puntos de muestreo, según el índice de Jaccard.

## VII. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos señalan como más abundantes, a la familia LIBELLULIDAE del suborden Anisóptera y la familia COENAGRIONIDAE del suborden de los Zigópteros. La primera que presentó el 62% por ciento de registros en el área de estudio; comprendiendo el mayor porcentaje de las especies observadas en los cuatro puntos, como el caso del punto 4, que registró un 99% de libelulidos, mientras los coenagriónidos conformaron el 17% total de los registros, siendo el 2º lugar en presencia en cada punto muestreado (Figura 34 y 37). Los individuos que pertenecen a estas familias se caracterizan por ser, en su mayoría, especies generalistas lo que les permite una amplia gama de hábitats para desarrollarse y tener mucho éxito (Gullan and Craston 2005, Esquivel 2006). Los resultados concuerdan con otros estudios realizados, tal es el caso de Altamiranda (2009), que en una investigación en el Centro Agropecuario Cotové de la Universidad Nacional de Colombia comparó dos usos de suelo distintos (bosque secundario y cultivo de mango) e identificó a la familia LIBELLULIDAE como la más abundante. A su vez González et al. (2009) en un estudio realizado en un bosque tropical caducifolio en México reconoció a las familias LIBELLULIDAE y COENAGRIONIDAE como las que poseen mayor abundancia. Por otro lado, Esquivel (2012) en El Rodeo-Costa Rica, observó con una mayor abundancia a las familias LIBELLULIDAE Y COENAGRIONIDAE.

La especie *Perithemis mooma* fue la más abundante, pues presentó 56 registros en los cuatro puntos del estudio y registró el 21% de las observaciones. En

segundo lugar, las especies con mayor abundancia fueron *Orthemis ferruginea* y *Miathyria marcella* con 37 y 34 individuos, respectivamente (Tabla 5; Figura 33 y 39). Al respecto, Esquivel (2016), afirma que dichas especies pueden deber su abundancia al grado de tolerancia que presentan, pues sus hábitats se encuentran en áreas abiertas e incluso en zonas urbanas con un grado considerable de alteración. Debido a la falta de estudios científicos sobre odonatos en El Salvador, es difícil comparar la abundancia obtenida en este estudio con antecedentes de las especies registradas.

En el punto 2, es donde se observó la mayor abundancia de odonatos (Tabla 5; Figura 36 y 41), lo que puede ser resultado de la poca cobertura vegetal de la zona, teniendo en cuenta que todas las especies registradas en dicho punto tienen predilección por las áreas abiertas (Esquivel, 2016). Lo anterior también puede demostrarse en el punto 4, pues fue el segundo punto en presentar mayor abundancia (Tabla 5; Figura 36 y 41) y es un área relativamente despejada, en cuanto a vegetación. No obstante, los resultados obtenidos por Cuevas (2007), no coinciden con los que se obtuvieron en éste estudio, ya que identificó una mayor abundancia en las zonas boscosas, mientras en los lugares más abiertos la abundancia fue menor, proponiéndose la homogeneidad de los microhábitats para éste último, como el posible factor de influencia.

Durante el estudio se observó que 5 especies estuvieron presentes en los cuatro puntos de muestreo, estas fueron *Miathyria marcella*, *Orthemis discolor*, *O. ferruginea*, *Pantala flavescens* y *Perithemis mooma*, especies que también fueron

las más abundantes en el estudio (Tabla 5 y Figura 39), lo anterior sugiere que sus requerimientos no son tan específicos, es decir que son generalistas, lo que les permite una mayor distribución.

Por otro lado, seis especies registraron uno o dos individuos durante todo el muestreo: *Acanthagrion quadratum*, *Anatya guttata*, *Brachimesia hervida*, *Coryphaeschna adnexa*, *Micrathyria didima* y *Orthemis levis* (Tabla 5 y Figura 39). La escasa presencia de estas especies apunta a que tienen exigencias más específicas con respecto a su medio y por ellos su distribución se ve restringida a aquellos sitios que cumplen con dichas exigencias, lo que nos indica la importancia de los puntos en que podemos encontrarlas y es un dato a tomar en cuenta en planes de manejo.

En cuanto a la riqueza de especies, el índice de estimación Chao 2, nos sugiere que en el punto 1, se encontró un 88.11% de las especies esperadas, mientras en el punto 3, se registró el 89.05% de las especies que se esperaban. En el caso del punto 2, las especies que se registraron fueron el 65.15% y en el punto 4, el 51.37% (Tabla 6 y 7). Pese a lo anterior, los puntos en los que se tuvo baja observación de especies y por ende menor riqueza, las especies registradas fueron más abundantes, lo que sugiere, con base a los estimadores de riqueza, que se requiere de mayor esfuerzo de muestreo para poder tomar en cuenta a las especies que no se registraron por haber quedado “enmascaradas” por las más abundantes. Además, los índices de Margalef y Shannon confirman la baja

riqueza que se observó en los puntos 2 y 4 (Tabla 6). Aún con lo anterior, la curva de rarefacción nos señala que estos dos puntos, se estuvo muy cerca de llegar a la observación total esperada, tomando como referencia el comportamiento asintótico que muestra sus curvas en la gráfica (Figura 44).

Durante el estudio se observó un mayor número de especies que pertenecen al suborden Anisóptera, abarcando el 82% de los registros (Figura 35 y 38). Además, se evidenció una mayor preferencia a la zona abiertas en el suborden Anisóptera que en el Zigóptera, teniendo en el punto 2 un 81% y en el punto 4, el 99% de los registros (Figura 38). La poca abundancia que presentaron los zigópteros en estas zonas, puede explicarse en el hecho que son especies con un comportamiento ectotermo más marcado que en los anisópteros y al ser más pequeños, no pueden exponerse tanto tiempo al sol (Garzón Sanabria and Realpe 2009) y al no poseer las complejas conductas termorreguladoras de los anisópteros, como en el caso de las posiciones de obelisco, empleadas por los libelulidos, requieren de la cobertura vegetal para mantener su temperatura (Garzón 2006).

*Miathyria marcella* fue una de las especies que más se observó en los puntos 2 y 4 (Tabla 2 y 4; figura 21 y 29), formando enjambres con otros individuos de su especie, machos y hembras; incluso fueron observadas especímenes en apareamiento. Esta especie planeadora incluso forma enjambres con otras especies (Esquivel 2016; Ellenrieder and Garrison 2007) y cuando se forman

cerca de áreas cercanas a lagunas puede observarseles en cópula (Esquivel 2016). *Pantala flavescens* también fue observada en enjambres de cacería, pero en menor grado que *M. marcella*.

La estructura en la comunidad de odonatos en los cuatro puntos, con base al índice de Shannon, nos señala una baja diversidad para los puntos 2 y 4, que fue de 1.923 y 1.957, respectivamente. Por otro lado, pese al bajo número de especies encontradas, en éstos dos puntos se registraron algunas especies con abundancia de individuos considerables, pero no basta para poder indicar que una de ellas presenta un marcado dominio sobre las demás especies del entorno, pues se observa una dominancia de 0.1709 y una equitatividad de 0.8291 en el punto 2 y una dominancia de 0.1926 más una equitatividad de 0.8074 en el punto 4 (Tabla 6). Los 1 y 3 mostraron una diversidad de especies mayor a los puntos anteriores, de 2.414 y 2.695, respectivamente, donde se puede observar que no hay especies dominantes, calculándose un valor de 0.8961 en la equitatividad en el punto 1 y de 0.9226 en el punto 3; así como una dominancia de 0.1039 para la primera y de 0.0774 para la segunda (Tabla 6).

A lo largo de los seis muestreos realizados, la abundancia de especies decrecía por la acentuación de la época seca, siendo el mes de abril donde se obtuvo el menor registro, con 24 ejemplares. Sin embargo, un dato importante fue el resultado registrado durante el muestreo 4, realizado el 01 de marzo, donde se registró una mayor abundancia y riqueza de especies en Los Pocitos, en

comparación de los demás puntos de muestreo (Figura 42 y 43). Este hecho puede deberse a que el cuerpo de agua ubicado en éste punto, mantenía el caudal de agua con un nivel mayor que en los demás, donde se obtuvieron menos registros durante ese muestreo, lo que permitió la permanencia de un mayor número de individuos, así como la posible llegada de especies que encontraron un ambiente húmedo, teniendo en cuenta que se estaba en plena época seca, y la dependencia que los odonatos presentan del agua (Sánchez 2009).

Es destacable la presencia de *Erythemis attala* cuyo registro aparece hasta el 6º muestreo (Tabla 2; figura 23), siendo una de las 18 especies que son reportadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en el tomo 409 de Diario Oficial publicado el 05 de octubre del 2015, como una especie amenazada, siendo importante mencionar que se registraron únicamente 3 ejemplares durante todo el estudio.

Al comparar la riqueza de especies por cada uno de los puntos de muestreo, se evidencia que el punto 3 posee una riqueza mayor; con un valor, según el índice de Margalef de 4.072, este punto presentó 18 especies diferentes, lo que equivale al 72% de la riqueza registrada en el área de estudio, y con 65 individuos totales registrados y sin embargo, fue el punto 2 el que presentó la mayor abundancia de organismos, con 99 individuos que corresponde al 36% de las observaciones totales, aunque sólo con 10 especies diferentes reconocidas. El punto 1, por el contrario, fue el punto que registró menor abundancia, con 38 especímenes que

comprende el 14% de los registros, sin embargo, pertenecen a 14 especies diferentes (Figura 41).

Según los datos obtenidos por los índices, que señalan la similitud que presenta el punto 1 con el punto 3, el bajo número de observaciones se podría explicar por las particularidades del terreno, siendo una quebrada con un cauce mayor al del punto 3, lo que dificultaba la captura de especímenes.

Las dos especies dominantes fueron *Perithemis mooma* y *Orthemis ferruginea*, las cuales compartían las mismas áreas (Tabla 5; Figura 33 y 39), sin embargo, se observó que *O. ferruginea* volaba a alturas mayores que *P. mooma*, entre un metro del suelo a alturas mayores a los 5 metros, en comparación a los vuelos muy cercanos a la superficie del suelo o el agua que *P. mooma* realizaba; lo que sugiere una adaptación entre ambas especies para evitar la competencia interespecífica.

La especie *Mecistogaster ornata* presentó únicamente siete registros durante el estudio (Tabla 5), no obstante, fuera de los puntos de muestreo se avistaron varios ejemplares en vuelo, probablemente la baja observación en los puntos se deba a que esta especie no ovoposita en cuerpos de agua, sino que se vale de huecos en los árboles que se han llenado con agua que proviene de las lluvias para poner sus huevos, además de tener menos actividad en época seca, concordando con lo expuesto por Esquivel (2006), quien indica que éstas especies son muy

territoriales y se suele ver a los ejemplares machos siempre en las mismas puntos, vigilando su territorio.

Con base a los datos generados por el índice de similitud de Jacard (Tabla 9), se muestra la semejanza y diferencia entre los puntos de muestreo, siendo los puntos más similares entre sí, el punto 1 con respecto al punto 3, con un 60% de similitud (Figura 45), la cual puede deberse a las características del entorno que comparten ambos puntos, como la cobertura vegetal abundante, poca intensidad lumínica a razón de la cobertura vegetal cerrada, cuerpo de agua lótico. Luego el punto 2 y el punto 1, que comparten un 50 % de similitud (Figura 45), probablemente por ser los puntos cercanos entre sí, lo que también se evidencia por la presencia especies comunes de anisópteros; no así, con especies de zigópteros, pues comparte únicamente a *Ischnura ramburii* y *Mecistogaster ornata*. Por otro lado, se obtuvo como dato más bajo en similitud al punto 3 respecto a al punto 2, con un valor de 33 % (Figura 45), cifra que no sorprende, teniendo en cuenta la diferencias en la cobertura vegetal y las características del entorno que dependen de ella.

## VIII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio, representan un valioso aporte para el conocimiento de la entomofauna salvadoreña, sobre todo para el orden de los odonatos, que es un grupo poco estudiado, careciendo hasta la fecha de investigaciones formales en el país.

Durante el estudio se identificó un total de 24 especies diferentes, de las que *Perithemis mooma* fue la más abundante, seguida por *Orthemis ferruginea* y *Miathyria marcella*, además de un nuevo registro para El Salvador (*Micrathyria ocellata*) y la observación de la especie *Erythemis attala*. registrada como una especie amenazada, según reportes del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la que presentó una abundancia muy baja durante el estudio que se llevó a cabo, reiterando con ello, su categoría como una especie amenazada en El Salvador.

Las especies registradas pertenecen a 5 familias distintas, de las que LIBELLULIDAE y AESHNIDAE corresponden al suborden Anisóptera y las familias COENAGRIONIDAE, PSEUDOESTIGMATIDAE Y CALOPTERYGIDAE al suborden Zigóptera. En cuanto a la preferencia de hábitats, el suborden Zigóptera presenta especies con una mayor inclinación a las zonas con vegetación, mientras los representantes del suborden Anisóptera prefieren las zonas abiertas.

Pese a la abundancia que tres especies presentaron, no se identificó una especie dominante en las zonas muestreadas, más bien los datos sugieren una equitatividad de hasta 0.83 muy cercana a la unidad, límite en el índice de Simpson.

*Miathyria marcella* al igual que *Pantala flavescens* son especies que forman enjambres de cacería con sus congéneres que facilitan la obtención de alimento.

*Mecistogaster ornata* es una especie que pone sus huevos en agua que es atrapada en huecos de los árboles, adaptación que le permite desarrollarse lejos de un cuerpo de agua (léntico o lótico) y adentrarse más en el bosque.

La abundancia de especies de odonatos disminuye a medida que la época seca se vuelve más drástica, sin embargo, la prevalencia de un cuerpo de agua que mantiene su afluente durante la misma, permite su desarrollo e incluso, especímenes de otras áreas pueden migrar a ella.

Las diferencias altitudinales entre el vuelo que presenta *P. mooma*, respecto a la de *O. ferruginea*, les permite compartir las mismas zonas sin entrar en competencia por recursos.

Los registros indican que cada punto de muestreo posee una odonatofauna característica de esa zona, y que comparten pocas especies comunes, siendo el

punto con mayor similitud el punto 1 y el punto 3. A su vez existen especies con pocos registros, debido a sus requerimientos medioambientales, que pueden catalogarse como especies raras en la zona, lo que otorga a la zona mayor importancia.

## IX. RECOMENDACIONES

El Área Natural Protegida Colima, posee numerosos cuerpos de agua estacionales y perennes, por lo que se recomienda realizar estudios en aquellos que quedaron fuera de este trabajo.

Realizar investigaciones sobre técnicas de captura para odonatos, sobre todo métodos de trampeo, pues el uso del jameo ofrece desventajas en su uso.

Algunas especies de odonatos presentan comportamientos crepusculares, por lo que se recomienda la ejecución de estudios en horas que permita conocer la actividad de estas especies.

Llevar a cabo investigaciones sobre métodos de preservación de odonatos, pues el método de inyección e inmersión en acetona comercial, pese a mantener los colores por más tiempo, siempre hay una decoloración y el color es una variable importante para identificación.

Efectuar mayor número de muestreos a lo largo de todo el año, para poder observar el comportamiento que presentan los odonatos entre las estación seca y lluviosa.

Especies como *Miatyria marcella* y *Pantala flavescens* tienen comportamientos migratorios, para lo que se reúnen en enjambres, que es un fenómeno, hasta

ahora, muy poco estudiado; por ello se recomienda la realización de estudios que arrojen más datos para conocer mejor este comportamiento.

Los odonatos no presentan el mismo patrón de coloración cuando son jóvenes con respecto a su coloración como adulto pleno; por tanto, se recomienda realizar estudios para conocer las variantes de color que presentan.

Elaborar guías taxonómicas ilustradas de las especies de odonatos salvadoreños, de manera que pueda facilitarse la identificación de las mismas.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Altamiranda M, Ortega O. 2012. Estructura poblacional de *Polythore gigantea* (Odonata: Polythoridae) en sistemas lóticos con diferentes estados de conservación en Antioquia, Colombia. Int. J. Trop. Biol. Conserv. 60. [accessed 2015 Apr 20]. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/1772>
- Bailowitz R. Behrstock R. Danforth D. 2012. Odonata of the Municipality of Metapán, Department of Santa Ana, El Salvador. Argia. The News Journal of the Dragonfly Society of the Americas. 24 (1): 7-11.
- Bermudez C. 2005. CLAVE PARA LOS IMAGOS DE LOS GÉNEROS DE LIBELLULIDAE (ODONATA: ANISOPTERA) DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA. 6(1):7-22.
- Capinera JL. 2008. Encyclopedia of entomology. 2ª ed. Florida. Editorial Broad.
- Cuevas K. 2007. Los odonatos (Insecta: Odonata) de la Hidroeléctrica de Patla (El Pozo) y del Río Tecpatlán, Zihuateutla, Puebla, México. Dugesiana 14(2): 83-91.
- De la Cruz J. 2005. Entomología morfología y fisiología de los insectos. Colombia.
- Diario Oficial de la República de El Salvador. 5 de octubre de 2015. Acuerdo No 74, No 181, Tomo 409.
- Ellenrieder N von, Garrison RW. 2007. Libélulas de las Yungas (Odonata): una guía de campo para las especies de Argentina = Dragonflies of the Yungas (Odonata): a field guide to the species from Argentina. Sofia: Pensoft (Pensoft series faunistica). [accessed 2015 Apr 15]. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=217895&lang=es&site=ehost-live>
- Escoto J. Márquez J. Novelo R. 2014. Los odonatos (Insecta: Odonata) del estado de Hidalgo, México: situación actual y perspectivas. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 1043-1053.
- Esquivel C. 2006. Libélulas de Mesoamérica y el Caribe. Costa Rica. Editorial INBio.

- Esquivel C. 2012. Las libélulas de la zona de El Rodeo, cantón de Mora, San José, Costa Rica. *BRENESIA* 77:329-342.
- Ferreras M. 2005. Sobre la situación actual de *Lestes macrostigma* (Eversmann, 1836) (Insecta: Odonata) en el área de Doñana (Andalucía, sur de España).
- Garrison R, Ellenrieder N, Louton J. 2006. Dragonfly Genera of the New World. Baltimore, Maryland: acid-free paper.
- Garzón C. 2006. Caracterización de la fauna de Odonata (Insecta) en el área metropolitana de Bucaramanga-Santander. Colombia
- Garzón C, Realpe E. 2009. Dragonfly diversity (Insecta) in the natural reserve Cabildo-Verde (Sabana de torres-Santander, Colombia), an conservation approach. *Caldasia* 31:459–470. [accessed 2015 Apr 20]
- Gullan PJ, Cranston PS. 2005. The Insects an outline of entomology. 3ra ed. United Kingdom. The Bath Press.
- Hellebuyck V. 2002. PALTOTHEMIS NICOLAE, SPEC. NOV., A NEW DRAGONFLY FROM EL SALVADOR (ODONATA: LIBELLULIDAE). *Revista Nicaragüense de Entomología*. 59/62 :5-15
- Herrera T, Gávira O, Blanco F. 2009. Odonatos. Habitantes del agua. Junta Andalucía.
- Herrera N, Murcia L, Vásquez M. 2006. Plan de Manejo del Área Natural Protegida Colima, departamento de Cuscatlán, El Salvador. Informe de consultoría para Tragsatec. San Salvador.
- Márquez J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. (37): 385-408.
- Medina S. 1977. Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos. Puerto Rico.
- Millar MI, Uys VM, Urban RP. 2000. Collecting and Preserving Insects and Arachnids. Sur Africa. *Ultra Litho*.
- Nehring R, Nisson R, & Minasian G. 1979. Reliability of aquatic insects versus water samples as measures of aquatic lead pollution. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 22:103-8.

- Ocharan FJ, Torralba A. 2004. La Relación Entre Los Odonatos y la Altitud: El Caso de Asturias (Norte De España) y la Península Ibérica (Odonata). 35 (2004): 103–116.
- Paredes D, Campos M, Cayuela L. 2013. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. Ecosistemas 22(1):56-61. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.10
- Ramos J, Pino J. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. Revista de la Sociedad Química de México. 45 (2): 66-76.
- Resh VH, Cardé RT, 2003. Encyclopedia of Insects. California, Academic Press.
- Sánchez García A, Perez Gordillo J, Jiménez Díaz E, Tobar Breña D. 2009. Los Odonatos de Extremadura, Clase. Consejería de Industria Energía y Medio Ambiente, 344 pp.
- Schauff ME. Collecting and Preserving Insects and Mites. Techniques & Tools. Washington D.C.
- Sendra I, Marin G, López A. 2012. ODONATOS DEL PARQUE NATURAL “HOCES DEL CABRIEL” (VALENCIA, ESPAÑA) (ODONATA). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 50 (30/06/2012): 317–320.
- Sermeño JM. Serrano L. Pérez D. López R. Zepeda A. Castillo A. 2014. Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. El Salvador. Mexico.
- Torralba A. y Alonso M. 2009. LAS COMUNIDADES DE LIBÉLULAS (ODONATA) DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA DE CEBOLLERA (LA RIOJA, N ESPAÑA). Zobia. 27 (14/12/2009): 7-52
- Trapero AD, Torres Y, González E. 2005. Estudio del comportamiento de ovoposición de *Protoneura capillares* (Rambur, 1842) Odonata: Protoneuridae). Folia Entomológica Mejcana. 44(22): 225-231.
- Vega F, Garcia F, Miguelez D, Valladares LF. 2005. Diversidad de odonatos en los humedales rehabilitados del parque naturas Salburua (Alava). Est. Mus.Cienc. Nat. De Álava. 20: 107-114.

## XI. ANEXOS

Familia	Especie	Categoría
AESHNIDAE	<i>Coryphaeschna secreta</i>	Amenazada
	<i>Coryphaeschna viriditas</i>	Amenazada
	<i>Gynacantha elenga</i>	Amenazada
	<i>Gynacantha mexicana</i>	Amenazada
GOMPHIDAE	<i>Aphylla obscura</i>	Amenazada
	<i>Aphylla protracta</i>	Amenazada
	<i>Erpetogomphus botrops</i>	Amenazada
	<i>Erpetogomphus constrictos</i>	Amenazada
	<i>Erpetogomphus eutania</i>	Amenazada
LIBELLULIDAE	<i>Paltothelmis nicolae</i>	Amenazada
	<i>Brechmorhoga nubecula</i>	Amenazada
	<i>Micrathyria laevigata</i>	Amenazada
	<i>Tramea onusta</i>	Amenazada
	<i>Erythemis attala</i>	Amenazada

**Anexo 1.** Listado de especies del orden Odonata amenazadas, según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), publicado el 5 de octubre de 2015 en el Diario Oficial, Tomo 409, No 181.

Punto de colecta:	Fecha:	Muestreos						
ESPECIES	Familia	M1	M2	M3	M4	M5	M6	TOTAL

**Anexo 2.** Tabla en la que se registraron los datos de cada espécimen observado en cada muestreo efectuado durante el estudio

		Puntos de Muestreo				
ESPECIE	Familia	P1	P2	P3	P4	TOTAL

**Anexo 3.** Tabla en la que se registraron los datos de cada espécimen observado en cada punto de muestreo durante el estudio



**Anexo 4.** Odonatos capturados en el ANP Colima: A. hembra de *Erytrodiplox funerea*, B. macho de *Erytrodiplox funerea*, C. macho de *Orthemis ferruginea*, D. hembra de *Orthemis ferruginea*, E. *Coryphaeschna adnexa*, F. *Mecistogaster ornata*, G. *Triacanthagyna séptima*, H. *Argia oculata*, I. *Hetaerina occisa*, J. *Erythemis vesiculosa*, K. *Orthemis levis*, L. *Perithemis mooma*, M. *Miatyria marcella*, N. *Pantala flavescens*, O. *Dythemis sterilis*.