

DIVERSIDAD Y PREFERENCIA DE HABITAT DE ODONATA (INSECTA) EN EL
BOSQUE ALTOANDINO ALEDAÑO A LA LAGUNA DE LA COCHA

TATYANA MARGARITA RUANO ARANDA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SAN JUAN DE PASTO

2019

DIVERSIDAD Y PREFERENCIA DE HABITAT DE ODONATA (INSECTA) EN EL
BOSQUE ALTOANDINO ALEDAÑO A LA LAGUNA DE LA COCHA

TATYANA MARGARITA RUANO ARANDA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de biólogo

Asesores:

Guillermo Castillo Belalcázar
Especialista en Ecología

Fredy Palacino Rodríguez
M Sc. Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SAN JUAN DE PASTO

2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidades exclusivas de su autor”.

Artículo 1 del Acuerdo N°. 32 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

Guillermo Castillo Belalcázar

Asesor

Fredy Palacino Rodríguez

Asesor

María del Carmen Zúñiga

Jurado

Víctor Solarte

Jurado

San Juan de Pasto, 29 de Agosto de 2019.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a la Universidad de Nariño por haberme abierto sus puertas y así haber permitido que me formara como una profesional integral. Igualmente a todos los docentes de la carrera de biología que compartieron sus vastos conocimientos de la manera más generosa.

En el desarrollo de mi proyecto de investigación, fueron indispensables los aportes, correcciones y sugerencias de los jurados Doctor Víctor Solarte y Doctora María del Carmen Zúñiga. Gracias también al Doctor Guillermo Castillo quien me asesoró en la construcción y culminación del proyecto, igualmente al asesor doctor Freddy Palacino, por su ayuda en la identificación de los insectos y que a pesar de no encontrarse en la ciudad y en medio de todas sus ocupaciones siempre estuvo muy pendiente y todos sus aportes siempre fueron importantes y muy valiosos.

También extendo mis agradecimientos a la señora Omaira Botina, Rubén Darío Jojoa, Jesús Burgos y Marino Jojoa y cada una de sus familias, por su hospitalidad al recibirme en sus hogares y de esta manera realizar los muestreos en cada vereda.

Quiero agradecer especialmente a Dios y a la vida por la bendición de haber coincidido con esta maravillosa carrera. Igualmente a mi familia, quienes son un pilar indispensable para mi vida, gracias por su apoyo, amor y comprensión en todo momento. A mis compañeros, con quienes compartí innumerables momentos tanto en laboratorio, como en campo, en el aula de clases y fuera de ella. Toda mi gratitud a mis amigos, las palabras se quedan cortas para agradecer su

incondicionalidad, sinceridad y apoyo siempre que lo necesite, no todas las personas tienen la fortuna de toparse con amigos de verdad, mil gracias Yenni Tumbaquí, Elizabeth Ortega, Johana Arévalo y David Guaitarilla.

RRESUMEN

Las libélulas y caballitos del diablo, cumplen funciones clave en los ecosistemas, pero a pesar de su importancia a nivel ecológico, su conocimiento en muchos ecosistemas es escaso o inexistente. El departamento de Nariño, por ejemplo, es uno de los menos estudiados en cuanto a la fauna de odonatos. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue estudiar la diversidad y preferencia de hábitat de Odonata con relación a variables estructurales, como tipo de vegetación y tipo de hábitat acuático en el bosque altoandino aledaño a la Laguna de La Cocha. Para esto, se trazaron dos transectos (total ocho transectos) de 100 m de longitud y 8 m en cuatro localidades. En cada transecto se realizó marca-recaptura y observaciones de comportamiento de 8 a 12 am y de 2 a 6 pm. Con los datos obtenidos se realizó una curva de acumulación de especies, para determinar si el esfuerzo de muestreo fue el adecuado; se calcularon los índices de diversidad Simpson y Shannon entre zonas (veredas), se calculó la abundancia relativa y absoluta de las familias y de las especies encontradas y se realizaron gráficos para comparar las abundancias según las variables estructurales. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para determinar el factor más influyente para el agrupamiento de las especies. Así mismo, un análisis para establecer el periodo de mayor actividad diaria en el programa Oriana. En el estudio se encontraron tres especies de tres géneros y dos familias: Aeshnidae 75,8% (*Rhionaeschna* sp) y Libellulidae 24,2% (*Pantala flavescens* y *Sympetrum gilvum*). El índice de Shannon y Simpson mostraron que Santa Lucia y Casapamba presentan una mayor riqueza y niveles de homogeneidad respecto a Motilón y Romerillo. Por otro lado el PCA mostró que la variable que mejor permite observar el agrupamiento de las especies, es la distancia recorrida por los individuos desde el hábitat acuático. Finalmente, el pico de abundancia diaria para las hembras de *Rhionaeshna* sp. fue a las 11 am,

mientras que el de los machos fue a las 3 pm. Los individuos de *Sympetrum gilvum* mostraron la mayor actividad diaria a las 10 am y 3 pm mientras que *Pantala flavescens* tuvo su pico de actividad diaria a las 11 am. Estas especies muestran comportamientos adaptados a los bosques altoandinos, a la gran disponibilidad de hábitat acuáticos y a la gran influencia de los depredadores.

Palabras clave:

Odonata, Anisoptera, Región Neotropical, preferencia de hábitat, comportamiento, bosque altoandino.

ABSTRACT

The dragonflies and damselflies fulfill key functions in ecosystems, but despite their importance at the ecological level, their knowledge in many ecosystems is scarce or non-existent. The department of Nariño, for example, is one of the least studied in terms of the odonata fauna. Therefore, the objective of this research was to study the diversity and preference of Odonata habitat in relation to structural variables, such as type of vegetation and type of aquatic habitat in the high Andean forest bordering the Laguna de La Cocha. For this, two transects (total eight transects) of 100 m long and 8 m in four locations were drawn. In each transect, mark-recapture and behavioral observations were made from 8 to 12 am and from 2 to 6 pm. With the data obtained, a species accumulation curve was made to determine if the sampling effort was adequate; The simpson and Shannon diversity indexes were calculated between zones (paths), the relative and absolute abundance of the families and the species found were calculated and graphs were made to compare the abundances according to the structural variables. Finally, a principal components analysis (PCA) was carried out to determine the most influential factor for the grouping of the species. Also, an analysis to establish the period of greatest daily activity in the Oriana program. In the study three species of three genera and two families were found: Aeshnidae 75.8% (*Rhionaeschna* sp) and Libellulidae 24.2% (*Pantala flavescens* and *Sympetrum gilvum*). The index of Shannon and Simpson showed that Santa Lucia and Casapamba have greater wealth and homogeneity levels than Motilón and Romerillo. On the other hand, the PCA showed that the variable that best allows to observe the grouping of the species, is the distance traveled by the individuals from the aquatic habitat. Finally, the peak of daily abundance for the females of

Rhionaeshna sp. It was at 11 am, while the one of the males was at 3 pm. Individuals of Sympetrum gilvum showed the highest daily activity at 10 am and 3 pm while Pantala flavescens had its peak of daily activity at 11 am. These species show behavior adapted to high Andean forests, to the great availability of aquatic habitats and to the great influence of predators.

Keywords:

Odonata, Anisoptera, habitat preference, behavior, high Andean forest.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1.1 Pregunta de investigación | 19 |
| 1.2 Objetivos | 20 |
| 1.2.1 Objetivo general | 20 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 20 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1 Características generales | 21 |
| 2.2 Clasificación taxonómica | 21 |
| 2.3 Distribución | 22 |
| 2.4 Comportamiento | 22 |
| 2.4.1 Ovoposición | 24 |
| 2.4.2. Alimentación | 24 |
| 2.4.3 Reproducción | 25 |
| 2.4.4 Territorialidad | 26 |
| 2.5 Hábitats | 26 |
| 2.5.1 Selección de hábitat | 27 |
| 2.5.2 Hábitat de algunas familias del orden Odonata | 29 |
| 2.6 Importancia ecológica | 30 |
| 2.6.1 Indicadores de cambio climático | 31 |
| 2.6.2 Bioindicadores de calidad de hábitat | 31 |
| 2.7 Estado del conocimiento del grupo en el país | 32 |
| 3 METODOLOGÍA | 35 |
| 3.1. Área de estudio y ubicación de transectos | 35 |
| 3.2. Características ambientales | 37 |
| 3.3 Observaciones de comportamiento | 38 |
| 3.4 Captura-recaptura de individuos | 40 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.5 | Preservación de los ejemplares | 40 |
| 3.6 | Identificación taxonómica | 41 |
| 3.7 | Análisis de datos | 41 |
| 3.7.1 | Organización de datos | 41 |
| 3.7.2 | Comunidad de Odonata en cada variable de estudio | 41 |
| 3.7.3 | Índices de diversidad | 42 |
| 3.7.4 | Curva de acumulación de especies | 42 |
| 3.7.5 | Preferencia de hábitat | 42 |
| 3.7.6 | Horario de mayor actividad | 43 |
| 4 | RESULTADOS | 44 |
| 4.1 | Índices de diversidad | 44 |
| 4.2 | Curva de acumulación de especies | 45 |
| 4.3 | Comparación de abundancias por variables. | 47 |
| 4.4 | Comportamiento | 50 |
| 4.5 | Actividad diaria | 54 |
| 5 | DISCUSIÓN | 56 |
| | CONCLUSIONES | 66 |
| | RECOMENDACIONES | 67 |
| | LITERATURA CITADA | 68 |
| | ANEXOS | 75 |
| 11.1 | Anexo A | 75 |
| 11.2 | Anexo B | 80 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Mapa de la ubicación del área de estudio: Los triángulos indican la ubicación de las veredas Casapamba, Motilón, Romerillo y Santa Lucía en el corregimiento del Encano, departamento de Nariño, Colombia. | 36 |
| <i>Figura 2.</i> Ubicación de transecto en el área de muestreo. | 36 |
| <i>Figura 3.</i> A. Hábitat léntico vereda Romerillo. B. Zona arbustiva. C. Zona de juncos a la orilla de la laguna en vereda Santa Lucia. D. Zona de pastizal en vereda Casapamba..... | 38 |
| <i>Figura 4.</i> Individuo marcado. | 40 |
| <i>Figura 5.</i> Resultado índice de Jaccard. | 46 |
| <i>Figura 6.</i> Curva de acumulación de especies por días de muestreo. | 47 |
| <i>Figura 7.</i> Abundancia de individuos de cada especie en cada tipo de vegetación. | 48 |
| <i>Figura 8.</i> Relación de abundancia de odonatos en cada hábitat acuático. | 49 |
| <i>Figura 9.</i> Abundancia de odonatos según la distancia al hábitat acuático. | 50 |
| <i>Figura 10.</i> Comportamiento <i>Rhionaeshna</i> sp. A. Macho posado sobre pastizal. B Hembra ovopositando en agua estancada. C. Macho posado en vegetación. | 51 |
| <i>Figura 11.</i> <i>Pantala flavescens</i> | 52 |
| <i>Figura 12.</i> A y B <i>Sympetrum gilvum</i> posada sobre la vegetación ribereña. C pareja de <i>Sympetrum gilvum</i> en cópula. | 53 |
| <i>Figura 13.</i> Abundancia diaria de <i>Rhionaeshna</i> sp. (A) Hembras (B) Machos | 54 |
| <i>Figura 14.</i> Abundancia diaria de individuos macho y hembra de <i>Sympetrum gilvum</i> | 54 |
| <i>Figura 15.</i> Abundancia diaria de individuos macho y hembra de <i>Pantala flavescens</i> | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas geográficas de las zonas de muestreo..... | 35 |
| Tabla 2. Descripción de sitios de muestreo..... | 37 |
| Tabla 3. Riqueza y abundancia de las familias de Odonata encontradas en este estudio..... | 44 |
| Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de las especies encontradas en este estudio..... | 44 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Datos de comportamiento obtenidos siguiendo la técnica de muestreo de animal focal.....79

ANEXO B. Datos de los horarios de actividad y sexo de los odonatos.....84

1 INTRODUCCIÓN

El orden Odonata incluye insectos conocidos como libélulas y caballitos del diablo, que se distinguen por tener un abdomen largo y delgado, ojos grandes que ocupan gran parte de la cabeza, antenas setáceas y generalmente colores llamativos. Sin embargo, los dos subórdenes más comunes que lo conforman presentan rasgos diferenciales. Generalmente en zigópteros, los ojos se encuentran muy separados, el tamaño y forma de las alas es similar y en reposo por lo general permanecen cerradas. Por el contrario, los anisópteros presentan un mayor tamaño corporal, y en la mayoría de especies, los ojos se unen en la parte superior de la cabeza, las alas posteriores son más anchas en la base que las anteriores y al posarse permanecen abiertas (Kalkman *et al.*, 2008).

Además de su forma y colorido que los hace tan llamativos y visibles, cumplen papeles muy importantes dentro de los ecosistemas (Footitt & Adler, 2009). Por ejemplo, su capacidad depredadora generalista, hace del grupo un eslabón importante dentro de las cadenas tróficas, manteniendo el equilibrio de las mismas (Alarcón & Iannacone, 2014), pues se alimentan de muchos organismos incluso más grandes que ellos (Corbet, 1999) y que pueden ser perjudiciales para el ser humano (por ejemplo, larvas de dípteros), o de interés económico por los daños que ocasionan en cultivos (por ejemplo, hemípteros) (Escoto, Escoto, & Delgado, 2006; Garzón & Realpe, 2009)

Los odonatos requieren de una temperatura y concentración de oxígeno específicas en la fase larvaria (Moreno, 2011), y dependen de una cobertura vegetal heterogénea para realizar sus funciones vitales cuando son adultos (Garzón & Realpe, 2009), características que han permitido su uso como bioindicadores de confianza de calidad ecológica. Por otro lado, la sensibilidad a

cambios de temperatura también demuestra su posible potencial como bioindicadores del cambio climático (Oertli, Indermuehle, Angélibert, Hinden & Stoll, 2008; García, Pérez, Jiménez & Tobar, 2009; Li *et al.*, 2014; Oliveira-Junior *et al.*, 2015).

El conjunto de factores ambientales es el que influye en la selección de hábitat y no solo uno de ellos (Clark & Samways, 1996). Sin embargo, trabajos recientes han mostrado que el cambio en un solo factor como la cantidad de vegetación riparia puede afectar diferencialmente la riqueza y el comportamiento de las especies, particularmente zigópteros, que están adaptados a condiciones ambientales particulares (Oliveira-Junior *et al.*, 2017; Barros, Oliveira-Junior, Ligeiro, & Juen, 2017). Algunas de las variables más determinantes en la distribución de Odonata son la permanencia de un hábitat acuático y la estructura y el aspecto de la comunidad de vegetación terrestre y acuática asociada que proporciona la cubierta de sombra (Balzan & May, 2012) y facilita actividades como alimentación, reproducción y protección (Clark & Samways, 1996; Hornung & Rice, 2003; Balzan, 2012).

Aunque los odonatos en general dependen de los factores antes mencionados para su supervivencia, responden de manera diferencial frente a ellos, por ejemplo, los anisópteros se ven afectados negativamente por el incremento en la sombra, dado que dependen en gran medida del calor para termorregular, forrajear y reproducirse (Corbet , 1999; Clark & Samways, 1996). Por el contrario, la riqueza de Zygoptera se ve favorecida por micro-hábitat sombreados, debido a que la energía de activación para las diferentes actividades es menor que en Anisoptera y la forma de termorregular no les permite estar tan expuestos a la radiación solar (Corbet , 1999; De marco, Latini, & Resende, 2005; Watanabe, Matsuoka, Susa, & Taguchi, 2005).

Las diferencias en los requerimientos de hábitat ha conducido a que varias especies presenten una elevada plasticidad morfológica (Palacino-Rodríguez, Sarmiento , & Soriano, 2015) y ecológica (Chovanec, Waringer, Wimmer, & Schindler, 2014). Otras especies por el contrario, muestran rangos de distribución reducidos, y se han especializado en hábitat específicos, lo que las hace más vulnerables a las alteraciones del micro-hábitat (Kalkman *et al.*, 2008). Esta situación es más evidente en algunos bosques tropicales, donde la relativa estabilidad ambiental, favorece la presencia de una mayor diversidad, incluyendo muchas especies especialistas (Kalkman *et al.*, 2008).

A pesar de que el conocimiento de algunos aspectos es amplio (por ejemplo taxonomía de algunos grupos), aspectos como los antes mencionados no tienen mucha información. En Colombia el departamento de Nariño se encuentra dentro de los menos estudiados en cuanto a diversidad y ecología de odonatos (Palacino-Rodríguez, 2016). Desde luego, este contexto es el mismo en zonas como el bosque altoandino aledaño a la Laguna de la Cocha (humedal RAMSAR) (Gobernación de Nariño, 2015) que son ricas en biodiversidad, endemismos y recursos hídricos, pero siguen siendo áreas inexploradas, en cuanto a la diversidad y auto ecología de las comunidades de organismos tan importantes como los insectos.

La notable escasez de información en algunas regiones, se debe a la falta de muestreo, un gran número de especies recolectadas con datos insuficientes o aún sin describir, listas de especies no actualizadas y estudios de impacto ambiental donde la resolución taxonómica llega en la mayoría de los casos a nivel de familia (Bota-sierra *et al.*, 2016). Sumado a esto, a partir de 2010 cuando se dio el mayor progreso de investigación en Odonata, el mayor porcentaje (83,7%) de publicaciones se han enfocado en taxonomía del grupo, mientras que la Ecología y Biología de

especies del país, sigue siendo uno de los principales vacíos en información del orden (Palacino-Rodríguez, 2016).

Cabe destacar la importancia de investigaciones como la presente, en la cual se trabaja con marcaje-recaptura de odonatos en una zona alta como es el bosque altoandino, ya que estudios de estas características son prácticamente inexistentes. Esto se debe a la dificultad de trabajar en zonas altas donde la abundancia de individuos suele ser baja y por tanto, la obtención de datos suele ser tediosa, sin mencionar que los odonatos especialmente del suborden Anisoptera tienen un vuelo rápido y por lo general se refugian en las copas de los árboles donde es difícil observarlos, capturarlos y hacerles un seguimiento de comportamiento.

Ahora bien, si se tiene en cuenta que muchas de estas zonas están siendo amenazadas por causas naturales o antropogénicas (Paulson, 2004; Bota-sierra *et al.*, 2016), es urgente definir el estado de conservación de los hábitats y sus especies, proponer otras áreas de conservación (Torralba, 2007; Palacino-Rodríguez, 2016) y generar información base para estudios ecológicos, evolutivos o evaluaciones del riesgo de extinción de especies (Bota-sierra *et al.*, 2016). Sumado a esto, es importante conocer los factores de autoecología que limitan la distribución de especies a los hábitats particulares (McPeck, 2008; Kalkman *et al.*, 2008), como el del presente estudio, como herramienta esencial para concentrar los esfuerzos en proyectos de conservación y determinación de grupos indicadores de la salud de los ecosistemas (Torralba, 2007).

1.1 Pregunta de investigación

- ¿Cuál es la composición de especies (riqueza y abundancia) de odonatos en el bosque altoandino aledaño a la Laguna de la Cocha en el departamento de Nariño?

- ¿Cuál es la preferencia de hábitat de las especies de odonatos considerando formaciones de bosque, cercanía a fuentes hídricas y tipo de hábitat acuático en el bosque altoandino aledaño a Laguna de la Cocha en el departamento de Nariño?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estimar la composición y preferencia de hábitat de especies de odonatos con relación a variables estructurales como tipo de hábitat acuático y de vegetación en un bosque altoandino aledaño a la Laguna de la Cocha en el departamento de Nariño.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar la composición (riqueza y abundancia) del orden Odonata en un bosque altoandino al sur-este del departamento de Nariño.
- Determinar cuáles variables estructurales (tipo y densidad de vegetación y tipo de hábitat acuático) son determinantes en la permanencia de las especies en cada hábitat.
- Determinar la preferencia de hábitat de las especies de Odonata encontradas en el bosque altoandino aledaño a la Laguna de la Cocha.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Características generales

Los odonatos son insectos hemimetábolos. La fase larvaria es acuática, y en la fase adulta su estructura corporal única, les permite realizar un vuelo muy elaborado en comparación con otros insectos, siendo capaces de mantenerse fijos en un punto (cernido), volar hacia atrás o acelerar en muy pocos segundos (García *et al.*, 2009; Torralba, 2015). Además, son los únicos insectos que presentan una estructura genital secundaria, lo que obliga al macho a transferir el esperma previamente de forma externa, adoptando una postura peculiar durante la cópula. Es importante mencionar la presencia de unas piezas bucales modificadas, tanto en estado larvario como adulto, estructura que los convierte en eficaces depredadores del reino animal (Corbet , 1999; García *et al.*, 2009).

2.2 Clasificación taxonómica

El orden Odonata está conformado por los subórdenes Anisoptera y Zygoptera distribuidos en todo el planeta, y un tercer suborden Anisozygoptera que está restringido a Japón y los Himalayas (Saux, Simon, & Spicer, 2003), considerado por algunos autores dentro del orden Anisoptera (Corbet, 1999), sin embargo actualmente solo Anisoptera y Zygoptera son reconocidos dentro del orden (Paulson, 2018). Este orden cuenta con alrededor de 5.827 especies en todo el mundo, de las cuales se reportan 386 especies para Colombia (Paulson, 2018), alcanzando más de 400 especies actualmente (Com. pers. Palacino-Rodríguez, 2017).

Esta falta de conocimiento se atribuye a la escasez de taxónomos especialistas en el grupo (Palacino-Rodríguez, 2016), acceso restringido a varias regiones del país por problemas de orden público (Pérez-Gutiérrez & Palacino-Rodríguez, 2011), un sistema legal que exige demasiados documentos, obstaculizando la investigación de la biodiversidad (Fernández, 2011), escasos recursos destinados a la conservación de insectos, e incluso la dificultad en la obtención de acetona para preservar especímenes, por ser una sustancia utilizada para la síntesis de drogas ilícitas (Paulson, 2018; Palacino-Rodríguez, 2016).

2.3 Distribución

Los odonatos se distribuyen en casi todas las regiones, excepto en la Antártida y el polo norte, encontrándose especies y familias propias de altas altitudes, sin embargo, se ha considerado a estos insectos principalmente tropicales, que predominan en bajas latitudes (Corbet, 1999). Las regiones biogeográficas que presentan una mayor riqueza odonológica son la Oriental y la Neotropical, seguidas de Afrotropical y Australasia y por último la Paleártica (Kalkman *et al.*, 2008; Torralba, 2015).

2.4 Comportamiento

El comportamiento de los odonatos depende de factores como la etapa de desarrollo, sexo, tiempo y la hora del día, entre otros, y la variación en la estructura y comportamiento de estas especies surge de adaptaciones a las exigencias ecológicas principales, como son, alimentación,

reproducción, dispersión, protección contra temperatura desfavorable y protección contra la depredación (Corbet, 1999).

Por un lado, en el momento de pasar de larva a adulto influye la temperatura, concentración de oxígeno, movimiento del agua, desecación, hacinamiento y la exposición a la depredación, mientras que en la etapa de adulto la fluctuación diaria de la temperatura es el factor más importante que determina su patrón de actividad, puesto que el vuelo, alimentación, reproducción y la selección de sitios para el descanso, están bajo el fuerte control exógeno de la temperatura (Corbet, 1999).

Para regular su temperatura, los odonatos, al igual que otros insectos, pueden aumentar la vibración de las alas y seleccionar su sitio de descanso y postura, teniendo en cuenta la temperatura óptima. En general, tienen dos mecanismos de autorregulación térmica: permanecen en vuelo constante o pasan la mayor parte de tiempo en una percha y hacen vuelos cortos. Los primeros son llamados "voladores" y los segundos "perchadores" (Corbet, 1999).

Los voladores mantienen su temperatura corporal en un nivel alto, por ello, reducen su temperatura al buscar un lugar fresco o volando en momentos menos calurosos del día. La mayoría de los miembros de las familias Aeshnidae Corduliidae, Libellulidae y Gomphidae son voladores y por lo general crepusculares, las dos primeras familias también pueden ser nocturnas. Los odonatos de distribución tropical son principalmente crepusculares o eocrepusculares, estos últimos regularmente vuelan tanto en amanecer como en atardecer, siendo menos tolerantes a altas temperaturas y baja humedad, eligiendo sitios de descanso con sombra durante el día, en la mayoría bosques (Corbet, 1999).

Por otro lado, las especies perchadoras tienen mayor capacidad de regulación de temperatura que los voladores, y por lo tanto su actividad diaria no es tan dependiente del tiempo. La mayoría son del orden Zygoptera, pero también pueden ser de familias de Anisoptera como Petaluridae, Gomphidae y Libellulidae. Para regular la temperatura corporal estos individuos ajustan su postura y orientación en una posición llamada obelisco, que varía con respecto a la ubicación del sol (Corbet, 1999). La luz es un factor que influye en su comportamiento, puesto que varias especies se han observado cerca de las copas de los árboles y las otras prefieren el sotobosque o parches sombreados dentro de bosque (Corbet, 1999). La temperatura también regula la actividad sexual, ya que las actividades de cortejo y reproducción en general, ocurren en el momento más caluroso del día.

2.4.1 Ovoposición

Dependiendo del lugar donde se realice la puesta de los huevos, pueden ser puestas endofíticas, cuando los huevos se insertan en el interior del tejido vegetal de las plantas; exofíticas, cuando la puesta se realiza directamente en el agua o tierra, y epifítica, en la que los huevos se disponen adheridos a la superficie de la vegetación acuática (Corbet, 1999; Corbet, Suhling, & Soenderath, 2006; García, *et al.*, 2009; Torralba, 2015). El tipo endofítico, se observa en la mayoría de los Zygoptera y los aéschnidos (Corbet *et al.*, 2006; García *et al.*, 2009).

2.4.2. Alimentación

Los odonatos son especies depredadoras generalistas en el momento de alimentarse, ya que la dieta no es selectiva respecto a la especificidad de las presas, sino que las selecciona por su tamaño (Corbet, 1999). En estado larvario se alimentan de otros invertebrados acuáticos, y en especies de mayor tamaño como las de la familia Aeshnidae y Cordulegastridae, también de pequeños vertebrados y larvas de otros odonatos (Torralba, 2015). Para la captura de presas, las larvas suelen esperar quietas en el detritus, o camufladas en el fondo, esperando para atacar cuando las presas pasen por allí cerca. Otra alternativa de caza es el forrajeo, en el cual la larva camina buscando alimento hasta encontrar alguna presa (Corbet, 1999; García *et al.*, 2009).

Por su parte, los adultos depredan insectos de cuerpo blando como dípteros, lepidópteros e incluso otros odonatos (Corbet, 1999; García *et al.*, 2009; Torralba, 2015), consumiendo por lo general el 30% de su peso diariamente (García *et al.*, 2009). Los odonatos adultos a menudo se agregan donde se concentran las presas, a veces rápidamente (Young, 1980) y a diferentes distancias (Baird, J & May, 1997).

2.4.3 Reproducción

Aunque existen variados comportamientos de reproducción en las especies de odonatos, por lo general, primero ocurre el reconocimiento a través de la vista, donde el macho reconoce a la hembra teniendo en cuenta los patrones y la intensidad del color, la transparencia de las alas, el tamaño del cuerpo o los movimientos que realiza durante el vuelo. Cuando detecta que la hembra se encuentra receptiva, se dirige hacia ella para realizar la transferencia externa previa del esperma entre el poro genital del macho y su aparato copulador, no conectados internamente (Torralba, 2015), para después doblando su abdomen, agarrarla con los cerci por el protórax (zigópteros) o

por la cabeza (anisópteros), dando lugar a un tándem previo a la cópula (García *et al.*, 2009), y finalmente se da la transferencia del esperma del macho a la hembra. En los zigópteros la cópula se realiza en estado de reposo, a diferencia de algunos anisópteros que lo realizan en el vuelo (Corbet, 1999; García *et al.*, 2009).

2.4.4 Territorialidad

Cuando los individuos maduran sexualmente y adquieren su coloración final, se alejan del agua en busca de hábitats que presenten alimento y refugio, la duración y distancia a la que se alejan del agua varía dependiendo de la afinidad de los individuos con el cuerpo de agua y de la capacidad de vuelo. Después de la maduración, los individuos buscan un territorio adecuado para reproducirse (Corbet, 1999; García *et al.*, 2009), estos lugares suelen ser áreas con vegetación acuática sumergida, macrófitas o zonas con corrientes de agua que permitan la oxigenación de los huevos (García *et al.*, 2009).

En el territorio de una especie de gran tamaño se encuentra un gran número de micro territorios de otras especies de menor tamaño, dentro de los cuales se encuentran machos que actúan como satélite, esperando que el macho dominante abandone el territorio en una disputa o muera, y otros que se encuentran volando sin rumbo sobre las masas de agua sin defender ningún territorio, sin embargo, un macho puede adoptar todos los comportamientos antes mencionados a lo largo de su ciclo de vida (García *et al.*, 2009).

2.5 Hábitats

En todas las regiones geográficas, representantes del orden Odonata habitan variedad de entornos de agua dulce, siendo el hábitat lótico, el medio ambiente con el mayor número de familias de este orden (Corbet, 1962). El bosque de galería o de la vegetación de ribera, es un componente importante de los hábitat lóticos, ya que este tipo de vegetación sirve como corredor para la dispersión de muchas especies de animales, contribuyendo al mantenimiento de la cantidad de especies (Ferreira & De Marco, 2002).

2.5.1 Selección de hábitat

Los odonatos están adaptados y dependen de los medios acuáticos, ya que la mayor parte de su ciclo vital se da en el interior de sus aguas o bien en áreas cercanas a estas. Las diferentes características que presentan estos hábitats, ya sean aguas lóaticas o lénticas, como la profundidad, velocidad, condiciones físico-químicas, estacionalidad, ubicación geográfica, vegetación dentro y fuera del agua y climatología, van a determinar la presencia de algunas especies en este hábitat (Garzón & Realpe, 2009; García *et al.*, 2009; Herrera, Gaviria, & Blanco, 2009), por este motivo, condiciones como presencia y tamaño de los cuerpos de agua, influyen sobre la diversidad de odonatos presentes (Acquah, Kyerematen, & Oduro , 2013a).

Según McPeck (2008) todas las especies tienen la capacidad de viajar algunos kilómetros para desplazarse entre los cuerpos de agua, pero que cada tipo de cuerpo de agua, tiene un conjunto de especies características que normalmente se encuentran allí.

Igualmente, la heterogeneidad del hábitat, expresada entre otras cosas por la calidad y cantidad de comunidades de plantas acuáticas y semi-acuáticas, estructuras litorales y la exposición al sol

(Lenz, 1991; Corbet, 1999; Schindler, Fesl, & Chovanec, 2003) determinan la presencia de especies o asociaciones de especies de odonatos.

En este contexto, los bosques son hábitats críticos para muchas especies de odonatos, por lo que algunas especies se han denominado especies forestales especialistas de dosel, sotobosque y áreas abiertas, entre otros (Bota-sierra *et al.*, 2016). En los trópicos son más las especies especializadas en el bosque, esto se debe a la variedad de temperaturas y tipos de agua disponibles en estos ecosistemas, por lo que también, predominan en ríos, lagos o agua estancada para la reproducción (Sahlén, 2006).

A pesar de ser insectos acuáticos no fitófagos, el ambiente de bosque en el que se desarrollan, se constituye en el hábitat indispensable para la supervivencia de la mayoría de odonatos, puesto que estos insectos endotermos facultativos, al ser sensibles a la variación en microclimas producido por la vegetación, la mayoría evitan áreas sombreadas (Corbet, 1999; Remsburg, Olson, & Samways, 2008).

En concordancia, Sahlén (2006) encontró que las comunidades de odonatos en humedales construidos, consistieron principalmente de especies generalistas, mientras que una proporción mayor de especialistas ocurrió en estanques y lagos, al igual que (Orr, 2005) quien concluye que pocas especies euritípicas no requieren del bosque como hábitat esencial, mientras que el 73,2% de las especies son completamente dependientes de los bosques y todas están asociadas con el agua a alguna distancia de éste. Por su parte, Samways & Steytler (1996), Corbet (1999) y Remsburg *et al.* (2008) relacionan el tipo de vegetación de sotobosque ribereño con la intercepción de luz, la cual influye en el comportamiento de estos insectos y la composición de presas, ya que como lo

demuestra Dijkstra & Lempert (2003), el grado de sombra es clave para seleccionar un hábitat dentro del bosque.

Por otro lado, Ferreira & De Marco (2002) determinaron que en la época de lluvia, los puntos sin bosque ribereño mostraron mayor riqueza de odonatos adultos que en la estación seca, debido a que las áreas deforestadas son más productivas (con más alimento), en comparación con las zonas de bosque (Vannote, Minshall, Cummins, Sedell, & Cushing, 1980). Sin embargo, los entornos con exceso de recursos alimenticios pueden promover la reducción del número de especies por exclusión competitiva. Esto concuerda con el trabajo de Moore (1990) y Clark & Samways (1996), quienes concluyen que la cubierta de vegetación, puede conducir a una disminución de población o causar un aumento en la diversidad de especies (Acquah, Kyerematen, & Owusu, 2013b).

2.5.2 Hábitat de algunas familias del orden Odonata

Clark & Samways (1996) encontraron que el orden Anisoptera es más abundante en la mayoría de los cuerpos de agua, debido a su alta capacidad de dispersión y su adaptabilidad a la amplia gama de hábitats, mientras que la menor abundancia de representantes del orden Zygoptera se debe a su dispersión limitada frente a las condiciones cambiantes que los cuerpos de agua temporales ofrecen, y a la ausencia de cobertura de sombra. Samways & Steyler (1996) afirman que aunque las variables ambientales son igualmente determinantes tanto para Anisoptera como para Zygoptera, cada uno responde de manera diferente a las variables; razón por la que especies de Zygoptera se encontraron en extremos de la cubierta expuesta de macrófitos, sombra y diferentes gradientes de temperatura del agua, lo que refleja una mayor diversidad ecológica en este taxón, mientras que la mayoría de biotopos de las especies de Anisoptera ocurrieron en áreas soleadas

con un alto porcentaje de macrófitos expuestos, concluyendo que la vegetación acuática y la sombra favorecen más a Zygoptera que a Anisoptera.

Una de las familias más grande dentro del orden Zygoptera es Coenagrionidae, la cual tiene especies con un ciclo de vida corto y una amplia distribución, y al igual que Libellulidae (Anisoptera) pueden tolerar una amplia gama de hábitats (Samways & Steytler, 1996). Por su parte, la familia Lestidae requiere de macrófitas verticales para la oviposición, debido a que la mayoría de estas especies ponen los huevos en tallos aéreos (Lenz, 1991) y estas estructuras no solo son usadas como sitios de ovipostura, sino que también sirven como lugar de percha y apareamiento (Chovanec, 1998). En contraste, especies de la familia Coenagrionidae ovipositan en tallos sumergidos y estructuras horizontales de las hojas flotantes (Chovanec, 1998), finalmente, las especies de la familia Gomphidae y Aeshnidae son muy sensibles y prefieren hábitats más frescos y más limpios, de moderadas a rápidas corrientes de agua (Acquah *et al*, 2013b; Clauinitzer *et al.*, 2012).

2.6 Importancia ecológica

Los odonatos cumplen un papel esencial en los ecosistemas, ya que forman parte importante de las cadenas tróficas al ser depredadores generalistas, y a su vez, sirven de alimento de algunos mamíferos y aves, e incluso se ha evaluado su uso como controladores de insectos de importancia económica (Escoto, Escoto, & Delgado, 2006; Garzón & Realpe, 2009).

Por otro lado, dependen de los medios acuáticos y de una vegetación heterogénea, lo cual es importante en la caracterización de la interfaz tierra-agua en un ecosistema determinado

(Altamiranda, Pérez, & Gutiérrez, 2010), además, su rápida respuesta ante cambios físicos como la temperatura, ha permitido su uso como bioindicadores de cambio climático (Schultz, Waringer, & Chovanec, 2003) y de calidad ecológica de los ecosistemas (Schmidt, 1985).

2.6.1 Indicadores de cambio climático

El calentamiento global es uno de los mayores promotores de la pérdida de biodiversidad en este siglo, en especial, en el grupo de los insectos, el cual además de representar un gran porcentaje de la biodiversidad global, también demuestra como pequeños cambios en la temperatura ambiental, alteran los eventos de su ciclo vital y sus interacciones tróficas (Li *et al.*, 2014; Grand, 2009).

Cabe destacar que las especies del orden Odonata, presentan una particular sensibilidad a cambios físicos como la temperatura, la cual regula su desarrollo larvario, por ejemplo en la captura de presas; e influye en la actividad como adultos, ya que muchas especies son termófilas (Grand, 2009). Por este motivo, el cambio climático que se está produciendo actualmente en el planeta podría disminuir su diversidad, al aumentar las sequías y disminuir la superficie de los medios acuáticos (Garzón & Realpe, 2009). En Europa y otros continentes ya se observó una disminución en la diversidad, cambios en los rangos de distribución y fenología del orden (Oertli *et al.*, 2008; Garzón y Realpe, 2009; Li *et al.*, 2014), además, por tener una gran capacidad de vuelo, tienen gran potencial como bioindicadores del cambio climático Grand (2009).

2.6.2 Bioindicadores de calidad de hábitat

“Bioindicador” es un concepto muy utilizado en ciencias ambientales y define a un individuo o comunidad que proporciona información sobre la calidad del medio ambiente, y que incluye la descripción de las condiciones naturales en las que vive (Chovanec & Raab, 1997).

Actualmente estos insectos son indicadores confiables de la integridad ecológica de ecosistemas, mediante la evaluación de la calidad ecológica de la vegetación acuática, zonas litorales, heterogeneidad de hábitat (Clark & Samways, 1996; Garzón & Realpe, 2009) e interfaz tierra-agua (Chovanec, 1998), siendo muy sensibles a cambios en el hábitat inducidos por actividades humanas.

2.7 Estado del conocimiento del grupo en el país

El estudio de Odonata en Colombia inició a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX con las expediciones de Williamson (1918) y Fassl (1908-1911) (Bota-Sierra *et al.*, 2016). En los siguientes años, aunque el conocimiento se ha dado lentamente, cabe destacar la publicación de una lista de 235 especies por Santos (1981) y en 2010 una lista con un mayor número de especies (335) por Pérez- Gutiérrez & Palacino-Rodríguez (2011), compilada a partir de una revisión de literatura y material de colecciones nacionales, la cual marca la reactivación del estudio del grupo en el país.

Algunos de los estudios enfocados en la caracterización del orden Odonata, se encuentra el aporte de Altamiranda (2009), quien estimó la diversidad de la fauna de odonatos en el Centro Agropecuario Cotové (Antioquia, Colombia) para dos usos de suelo en un bosque seco tropical,

en el que fueron registradas 20 especies, cinco familias y 15 géneros de odonatos, concluyendo que la fauna de odonatos es característica y distintiva para cada uso de suelo.

Por su parte, Salazar, Castrillón, Valenzuela, & Amórtegui (2015) analizaron la composición de libélulas del Centro de Investigación y Educación Ambiental “La Tribuna” Vereda Tamarindo (Neiva, Colombia) por ambiente lótico y léntico, en las épocas secas y de lluvia; se recolectaron 543 individuos, distribuidos en siete familias y 19 géneros, lo que indicó que las especies son constantes sin importar la época.

Por otro lado, Garzón (2006) realizó la caracterización de la fauna de Odonata en el área metropolitana de Bucaramanga-Santander encontrando 700 individuos, agrupados en siete familias, 27 géneros y 52 especies y más adelante evaluó la diversidad de Odonata en la reserva natural Cabildo-Verde en Santander con una aproximación hacia la conservación, en el que los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas con relación al número de especies dentro y fuera de la reserva, pero si determinó que su composición dentro de la reserva está representada principalmente por especies estenotópicas, pertenecientes en su mayoría a las familias Protoneuridae y Perilestidae residentes de la zona y habitantes de quebradas de gran cobertura vegetal en bosques primarios y secundarios respectivamente.

Además, el importante aporte de Gutiérrez, Montes, Moreno, & Gutiérrez (2013) con la guía de campo para la identificación de libélulas de Colombia, en la cual además del listado, se presentan datos de hábitat, características de identificación y mapas de distribución. Por su parte Bota-Sierra (2014) describe el estado de Odonata en los ecosistemas de páramos de Colombia, encontrando once especies, de las cuales dos nuevas para la ciencia.

En el departamento de Nariño, los principales acercamientos hacia la caracterización de insectos en la que se incluye el orden Odonata, es la guía de artrópodos de la reserva natural Rio Ñambí (Flórez, Romero, & Lopez, 2014), en la cual se hace una breve caracterización de las especies de libélulas y caballitos del diablo encontradas y el aporte de Castillo & Rodríguez (2011) con “la diversidad y distribución del suborden Anisoptera en el departamento de Nariño”, en el que encontraron 38 especies organizadas en 12 géneros y 3 familias, de los cuales la región de la llanura pacífica norte, es la de menor representación junto con la zona el piedemonte amazónico, además, en la colección entomológica de la Universidad de Nariño se encuentran 925 ejemplares del orden Odonata, pertenecientes a cinco familias (com. pers. Rodríguez, M., 2017).

Aunque se ha avanzado en documentar el conocimiento de la riqueza odonatólogica del departamento de Nariño, aún son evidentes los vacíos de información en la ecología del grupo, por ejemplo, en lo que concierne a preferencias de hábitat de estas especies, una ausencia que es similar a la presentada en las regiones tropicales en general.

3 METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio y ubicación de transectos

Esta investigación se llevó a cabo en el bosque altoandino aledaño a la “Laguna de la Cocha”, que se encuentra ubicado en la parte sur del Departamento de Nariño, Municipio Pasto, corregimiento el Encano, entre las coordenadas $0^{\circ} 50' - 1^{\circ} 15' N$ y $77^{\circ} 05' - 77^{\circ} 20' W$ (Figura 1), que cubre un área de 39.000 hectáreas pertenecientes a la región llamada Cuenca Alta del Río Guamués. El muestreo se realizó en las veredas Casapamba, Motilón, Romerillo y Santa Lucía (Tabla 1, Figura 1)

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las zonas de muestreo.

| Vereda | Coordenadas |
|-------------|---|
| Casapamba | $1^{\circ}8'23.4''N77^{\circ}10'13.1''E$ |
| Motilón | $1^{\circ}7'26.8''N 77^{\circ}11'18.3''E$ |
| Romerillo | $1^{\circ}5'31.3''N 77^{\circ}10'2.9''E$ |
| Santa Lucía | $1^{\circ}1'5.3''N 77^{\circ}11'49.5''E$ |

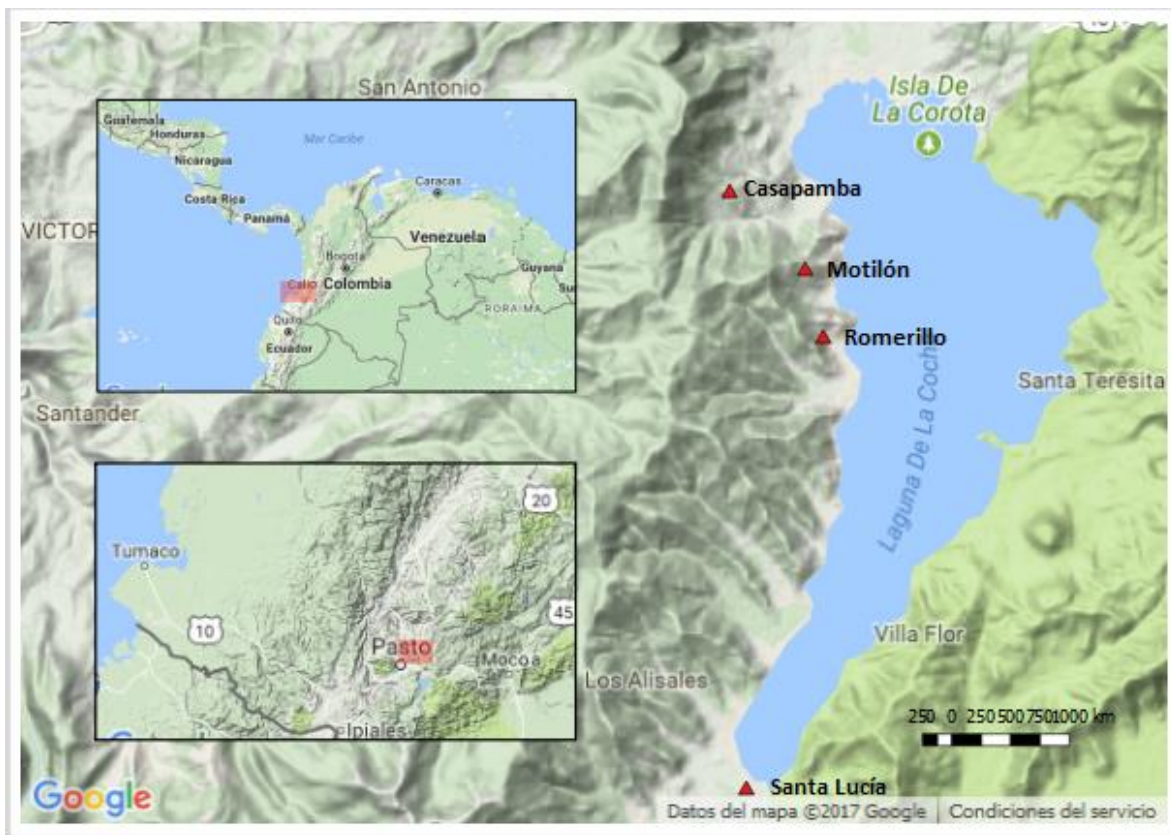


Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio: Los triángulos indican la ubicación de las veredas Casapamba, Motilón, Romerillo y Santa Lucía en el corregimiento del Encano, departamento de Nariño, Colombia. Fuente: este estudio.

En cada vereda se seleccionaron los lugares donde se observó la presencia de odonatos circundando hábitat acuáticos (lóticos o lénticos), desde los cuales se trazaron dos transectos de la orilla hasta 100 m aproximadamente (Figura 2) (Altamiranda *et al.*, 2010, Schindler *et al.*, 2003), para un total de ocho transectos en toda la zona de estudio.



Figura 2. Ubicación de transecto en el área de muestreo. Fuente: este estudio.

3.2. Características ambientales

Cuatro hábitat lóticos y cuatro lénticos fueron seleccionados (Figura 3A y C). Los habitats fueron clasificados teniendo en cuenta si había desplazamiento constante del agua en una dirección determinada (Tabla 2). Para el tipo de vegetación asociada al cuerpo de agua se hizo una descripción de la misma, por ejemplo, arbórea, arbustiva (Figura 3B), pastizales (Figura 3D) y juncos, además, para cada tipo de vegetación se registró el porcentaje de cobertura de manera descriptiva tomando un área como el 100% y calculando el porcentaje de área cubierta. Finalmente, se aproximó la distancia a la que se encontró cada individuo del hábitat acuático.

Tabla 2. Descripción de sitios de muestreo.

| Sitio | Hábitat acuatico | Vegetación |
|-------------|------------------|-------------------------------|
| Casapamba | Lótico | Pastizal, arbustivo y arbóreo |
| | Léntico | Pastizal, arbustivo y juncos |
| Motilón | Lótico | Pastizal, arbustivo Arbóreo |
| | Léntico | Pastizal, arbóreo |
| Romerillo | Lótico | Pastizal, arbustivo y arbóreo |
| | Léntico | Pastizal y arbustivo |
| Santa Lucía | Lótico | Pastizal y arbustivo |
| | Léntico | Pastizal y juncos |

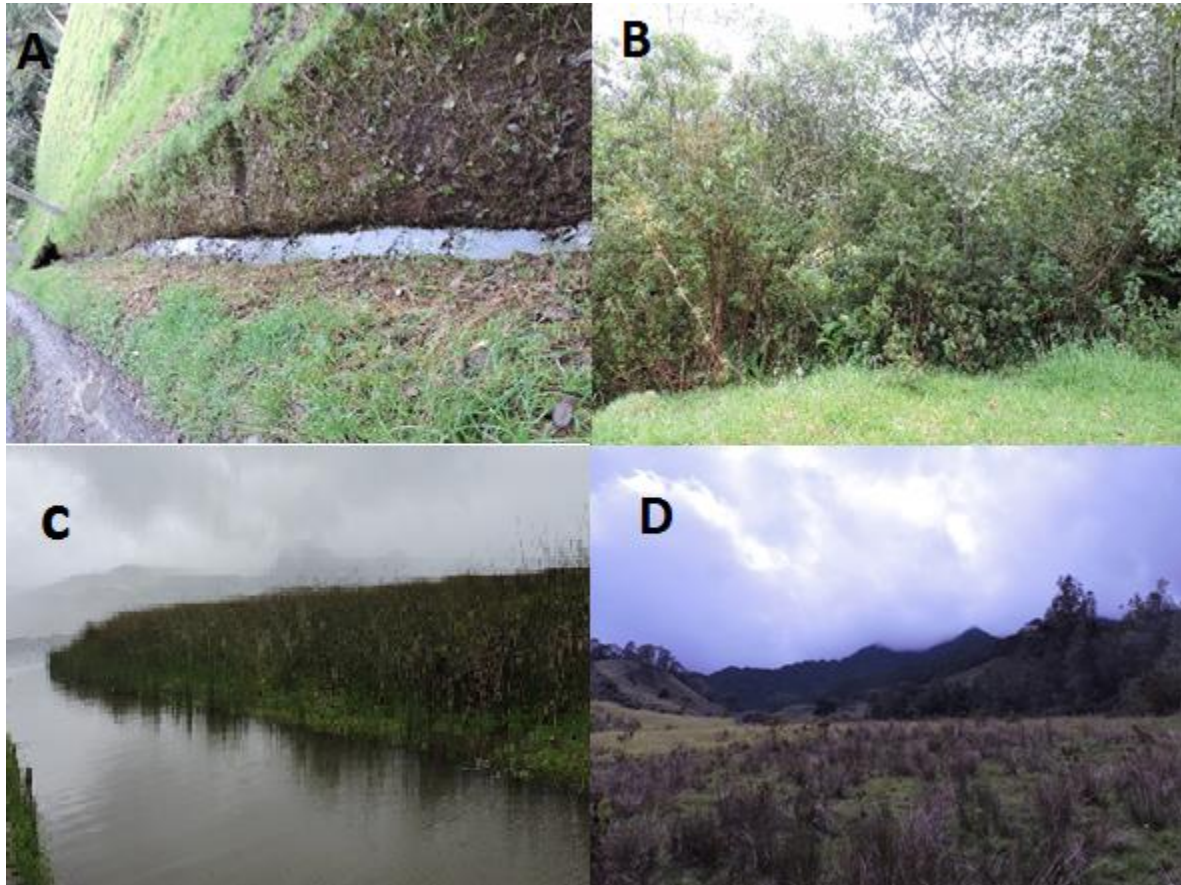


Figura 3. A. Hábitat léntico vereda Romerillo. B. Zona arbustiva. C. Zona de juncos a la orilla de la laguna en vereda Santa Lucia. D. Zona de pastizal en vereda Casapamba. Fuente: este estudio.

3.3 Observaciones de comportamiento

La preferencia de hábitat se abordó como la abundancia y frecuencia diaria basada en el tiempo de permanencia de los organismos en un territorio. Para determinar lo anterior los adultos fueron marcados cuidadosamente con un número de tres dígitos iniciados a partir de 000 en una de las alas con marcador rojo de punta fina y tinta indeleble marca Sharpie®. Para evitar daños en los ejemplares, el marcaje siguió el planteamiento de Palacino-Rodríguez & Contreras-Sánchez (2014) (Figura 4). Un sector dentro de cada localidad se estableció como territorio, definido de acuerdo con Kaufmann (1983) como aquella parte en cada área de estudio, donde un macho

permaneció por extensos periodos de tiempo y en el cual exhibió interacciones coespecíficas e interespecíficas para acceder a los recursos. La observación de los organismos siguió la técnica de muestreo de animal focal (Altmann, 1974), haciendo un muestreo temporal, en el que cada sesión de observación fue dividida en períodos de 15 minutos, en los que la secuencia y cambios en el comportamiento fue observada y registrada. Las observaciones fueron clasificadas en las siguientes categorías:

- 1) Posarse: permanecen inmóviles sobre la vegetación por periodos variables de tiempo.
- 2) En vuelo: realizan vuelos continuos o con pausas de uno hasta diez segundos sobre alguna superficie.
- 3) Alimentación: los individuos se observaron por lo general en vuelo, cazando alguna presa, para eso se aproximaban a ella a gran velocidad.
- 4) Cópula: el tándem se realizó en vuelo, cuando el macho tomó a la hembra con sus apéndices anales; la cópula ocurrió después del tándem cuando la hembra acopló el ápice de su abdomen al segundo segmento abdominal del macho. Tándem y cópula fueron realizados en vuelo o posados.
- 5) Ovoposición: la hembra sumergía su abdomen en el agua y realizaba movimientos suaves y continuos hacia adelante.
- 6) Disputa: enfrentamiento entre dos individuos de la misma especie mientras vuelan.

Se generó una matriz con los registros de las observaciones asociadas al nombre de cada localidad, fecha y hora de registro, código y sexo de cada individuo.



Figura 4. Individuo marcado. Fuente: este estudio.

3.4 Captura-recaptura de individuos

Los individuos se recolectaron con red entomológica tanto en época de lluvia como seca, con un esfuerzo de muestreo de 8 horas por cada persona (Garzón & Realpe, 2009). A cada ejemplar recolectado se le asignó un código de campo y se registraron las variables anteriormente descritas.

Las capturas se realizaron entre las 08:00 y 12:30 y 14:00 a 18:00 horas, ya que en estos periodos se observa una mayor actividad de los individuos.

3.5 Preservación de los ejemplares

Los individuos recolectados se depositaron en sobres entomológicos de 12 x 8 cm de papel pergamino, posteriormente se sumergieron en un recipiente con alcohol durante 24 horas (Paulson,

2004) para fijar los colores. Posteriormente, las muestras se secaron a temperatura ambiente y se guardaron en sobres rectangulares.

3.6 Identificación taxonómica

Para la determinación taxonómica, se emplearon claves dicotómicas especializadas (Garrison, 2010), las cuales siguen criterios de morfología alar, genitales, cerci y coloración de algunas estructuras. Así mismo, se consultó con el experto odonatólogo Fredy Palacino Rodríguez, para corroborar las determinaciones.

3.7 Análisis de datos

3.7.1 Organización de datos

Los datos se organizaron en una matriz, en la cual se incluyeron columnas de transecto, especie, tipo de hábitat acuático, distancia al hábitat acuático, tipo de vegetación, cobertura de vegetación, tiempo de observación, tiempo de percha y comportamiento, utilizando el programa Microsoft Excel 2013.

3.7.2 Comunidad de Odonata en cada variable de estudio

Para saber si existen diferencias estadísticamente significativas en la comunidad de Odonata dependiendo de la variable de hábitat (tipo de vegetación, hábitat acuático y distancia al hábitat acuático), se aplicó la prueba estadística Kruskal-Wallis. Además, se calculó la proporción de sexos.

3.7.3 Índices de diversidad

Para calcular la diversidad alfa, se tomó el listado de especies encontradas y con el programa ESTIMATES SWin800, se estimó la riqueza específica (S) y la abundancia absoluta (número total de individuos colectados), para familias como para especies encontradas.

Se calculó el índice de similitud de Jaccard entre puntos de muestreo (veredas) (Altamiranda, 2009., Schindler *et al.*, 2003).

3.7.4. Curva de acumulación de especies

Con el fin de determinar la eficiencia del esfuerzo de muestreo, se realizó la curva de acumulación de especies, la cual se graficó en el programa Microsoft Excel®, a partir del número acumulado de especies registradas (S) en función del tiempo muestreo (n), y bajo los estimadores Chao1, Jack1 e ICE y los singletons y doubletos, calculados en el programa ESTIMATES SWin800.

3.7.5. Preferencia de hábitat

Finalmente, para analizar la preferencia de hábitat se realizó un análisis bivariado entre cada variable y las especies. Para las variables cualitativas (vegetación y sistema) se realizó una prueba de chi-cuadrado. Para la variable cuantitativa inicialmente la prueba de kolmogorov Smirnov para determinar si provenían de una distribución normal y teniendo en cuenta el resultado se hizo una Anova de una vía. Con esto se determinaron los principales factores que influyen en la abundancia de odonatos.

Para representar el comportamiento de los datos se realizaron gráficos de barras para las variables cualitativas y un boxplot para la variable cuantitativa.

3.7.6. Horario de mayor actividad

Con el objetivo de establecer el horario de mayor actividad diaria en cada localidad, un análisis circular de actividad diaria, obteniendo un vector de máxima actividad para cada sexo y para ambos sexos fue ejecutado con el programa Oriana 3.0 (RockWare, Inc.).

4 RESULTADOS

4.1 Índices de diversidad

La familia Aeshnidae fue la más abundante con un 78,2 % del total de individuos (Tabla 3), sin embargo, presentó la riqueza más baja contando con una sola especie del género *Rhionaeschna* (Tabla 4). Por su parte, la abundancia de la familia Libellulidae fue de 21,8 % de la población total, pero con una mayor riqueza al estar representada por dos especies: *Pantala flavescens* (Fabricius, 1798) y *Sympetrum gilvum* (Selys, 1884).

Tabla 3. Riqueza y abundancia de las familias de Odonata encontradas en este estudio.

| Familia | Abundancia | Riqueza | Porcentaje |
|--------------|------------|---------|------------|
| Aeshnidae | 47 | 1 | 78,2 |
| Libellulidae | 15 | 2 | 21,8 |

Tabla 4. Abundancia absoluta y relativa de las especies encontradas en este estudio.

| | Abundancia absoluta | Abundancia relativa |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Rhionaeschna</i> sp. | 61 | 0,78 |
| <i>Pantala flavescens</i> | 6 | 0,076 |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | 11 | 0,14 |
| | 78 | 1 |

Los datos de la comunidad de odonatos fueron sometidos a la prueba Kruskal Wallis: tipo de vegetación ($P=5,17^{-6}$), cobertura vegetal ($P=0,17$), hábitat acuático ($P=0.1218$) y distancia al

hábitat acuático ($P=2.58^{-10}$). Estos resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas en el tipo de vegetación y la distancia al hábitat acuático.

Por su parte, el índice de Jaccard, el cual calcula el grado de similitud entre los grupos estudiados, mostró que existe mayor similitud entre los puntos Casapamba, Motilón y Santa Lucía, siendo Romerillo el más disímil.

4.2 Curva de acumulación de especies

El esfuerzo total de muestreo fue de 10,560 minutos (176 horas) distribuidos en 22 días en los meses de diciembre de 2017 y octubre de 2018. En cada muestreo en promedio de tres días cada uno, se registraron 78 individuos pertenecientes al suborden Anisoptera, agrupados en dos familias y tres géneros. Aunque el muestreo incluyó la búsqueda de zigópteros, no se encontraron individuos de este suborden durante el estudio.

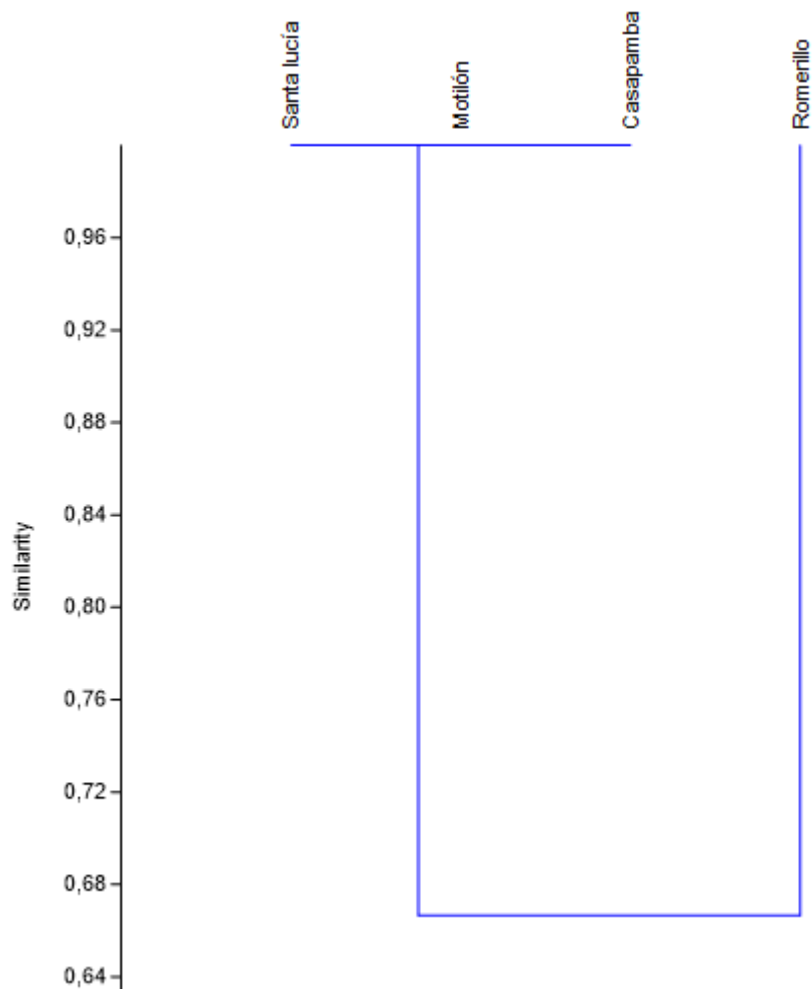


Figura 5. Resultado índice de Jaccard.

La curva de acumulación de especies se realizó bajo los estimadores chao 1, ICE y Jack 1, de los cuales estudios previos (Villarreal *et al.*, 2004) han mostrado que chao 1 es el más robusto. El esfuerzo de muestreo fue adecuado, dado que la curva de todos los estimadores se estabilizó mientras que los singletons y doubletons tendieron a descender y finalmente se estabilizaron (Figura 5), sugiriendo que el número de especies encontradas es muy cercano al número de especies esperadas para la zona.

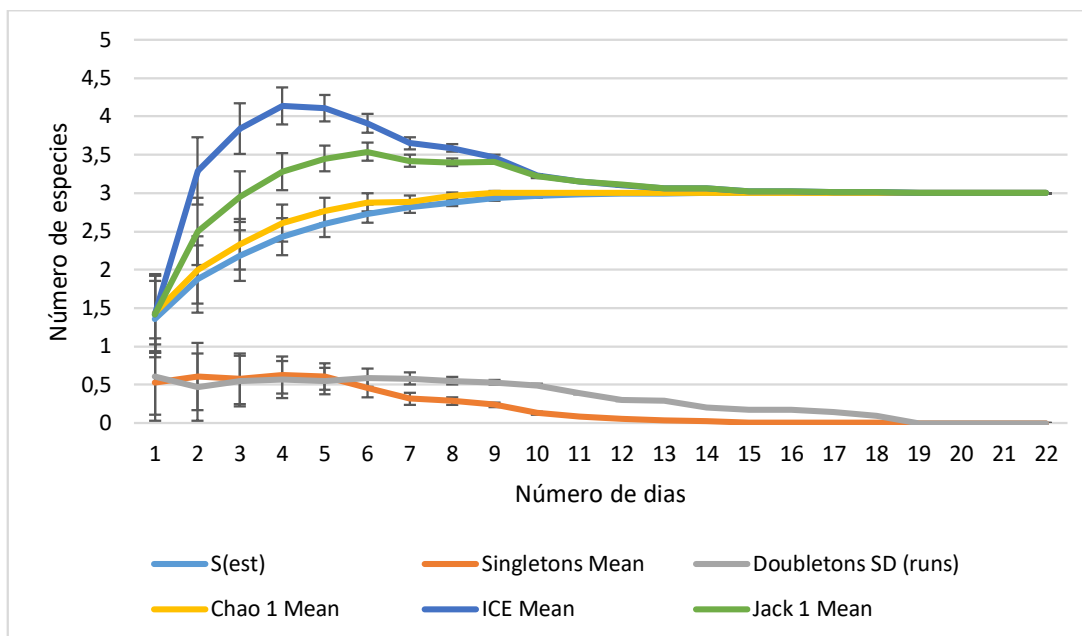


Figura 6. Curva de acumulación de especies por días de muestreo.

4.3 Comparación de abundancias por variables.

La proporción de sexos para *Rhionaeshna* sp. fue de 36% machos y 63,90% hembras. Lo que significa que se encontraron 1,8 hembras por cada macho. Para *Sympetrum gilvum* 54,50% machos y 45.40% hembras, es decir que se encontró 1,2 machos por cada hembra y para *Pantala flavescens* fue igual el porcentaje de hembras que de machos.

La distribución de los individuos fue equitativa en tres tipos de vegetación, con un mayor porcentaje (26%) en pastizal de ~ 20 cm de altura en zonas inundadas, seguido por el estrato arbustivo (24%) y arbóreo (22%). No obstante, solo la mitad (12%) de individuos frecuentó la zona de juncos de ~1 m de altura a la orilla de la Laguna de la Cocha.

A nivel de especies se encontró que *Rhionaeshna* sp. fue una especie común, que se encontró asociada a todos los tipos de vegetación y en todas las localidades estudiadas. *Pantala flavescens*

por otra parte, se encontró en los demás tipos de vegetación, pero no en la zona de juncos y *Sympetrum gilvum* solo se encontró cerca de pastizales y arbustos (Figura 3ByD y 12).

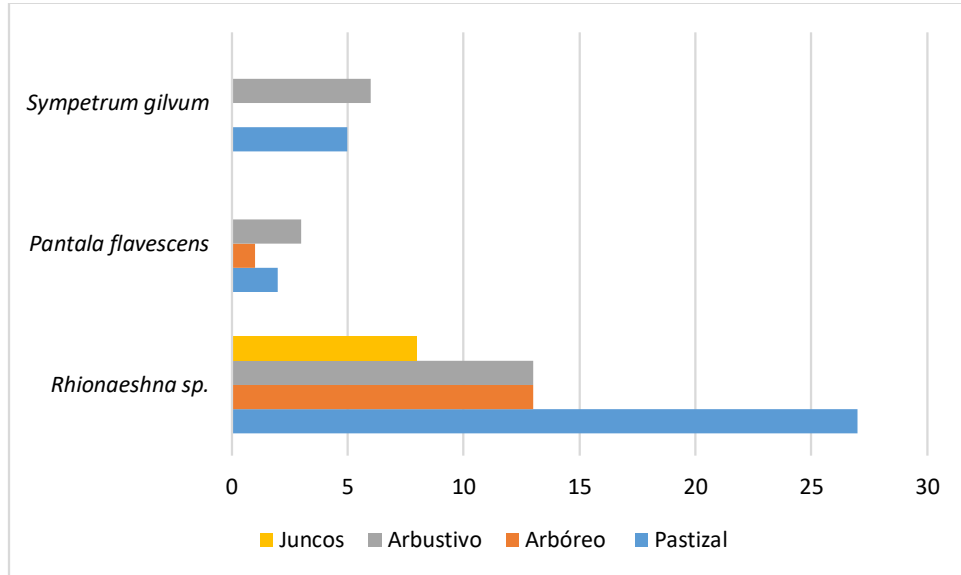


Figura 7. Abundancia de individuos de cada especie en cada tipo de vegetación.

Se evaluaron tanto hábitat acuáticos lénticos como aguas en reposo, charcos, sectores de la laguna y pequeños arroyos; y los hábitat lóticos como las quebradas de agua corriente que son muy comunes en este lugar (Figura 3).

El 58% de las especies se encontró asociada a un medio lótico y el 41% a un medio léntico.

Rhionaeshna sp. se encontró tanto en medios lóticos como lénticos, aunque en su mayoría lóticos (70%). *Pantala flavescens* se encontró en los dos hábitat en igual proporción (50%) y *Sympetrum gilvum* se limitó a los hábitat lénticos (100%) (Figura 12C).

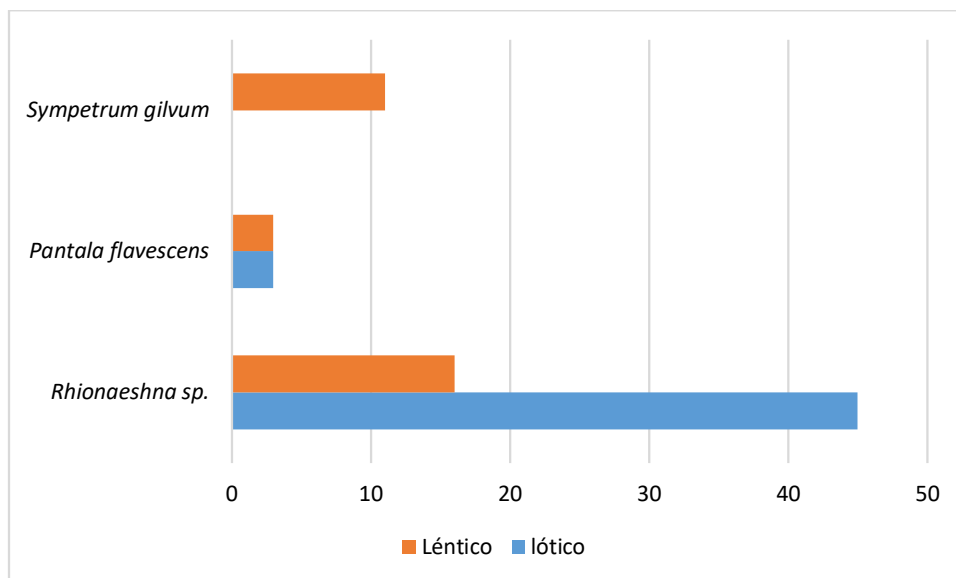


Figura 8. Relación de abundancia de odonatos en cada hábitat acuático.

Así mismo, el 80 % de odonatos se encontró entre 1 y 10 metros de distancia del agua en los hábitat lóticos, mientras que en hábitat léntico el 69% se encontró entre 1 y 5 metros y el porcentaje restante entre 11 y 25 metros.

En hábitat lótico, el 84% de individuos de *Rhionaeshna sp.* se encontró a una distancia entre 1 y 10 metros mientras que en hábitat léntico el 71% de individuos se encontró entre 1 y 5 metros del agua. El 100% de individuos de *Pantala flavescens* se encontró en hábitat lótico como léntico a una distancia entre 6 y 10 metros del agua. Por su parte, *Sympetrum gilvum* solo fue encontrada en hábitat léntico, donde el 89% de individuos fueron observados entre 1 y 5 metros de distancia del agua.

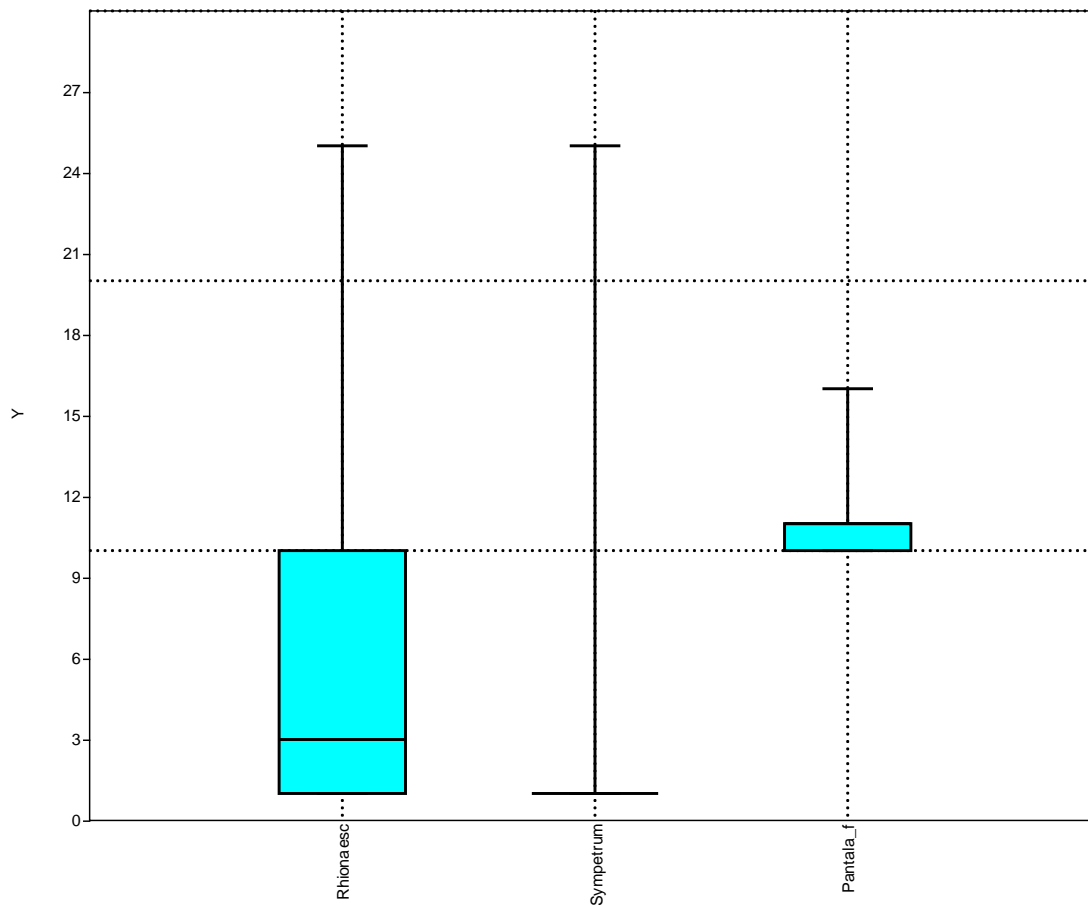


Figura 9. Abundancia de odonatos según la distancia al hábitat acuático.

4.4 Comportamiento

Rhionaesha sp. es la especie más abundante, es una especie muy común y se encontró en todos los tipos de vegetación y hábitat acuáticos mostrando una mayor preferencia por las zonas de pastizal amplias y zonas abiertas en donde la mayor cantidad de tiempo realizó vuelos altos sobre las copas de los árboles y bajos a nivel del pasto. El vuelo observado para esta especie incluyó círculos por periodos de ~5 minutos, que sugieren vigilancia constante del territorio. Dos individuos macho fueron observados realizando estos vuelos sobre los hábitat.

La caza fue realizada por lo general en vuelo, a una altura de ~2 metros y en promedio por periodos de 9 minutos. Tres parejas fueron observadas en cópula en las veredas de Casapamba y Romerillo, durante ~15 minutos en el estrato arbóreo y en pastizal. La mayor actividad fue detectada a partir de las nueve de la mañana hasta el mediodía. Debido a que en las tardes generalmente la temperatura descendía fueron pocos los registros después del mediodía.

La ovoposición fue observada en un hábitat léntico de la vereda Santa Lucía (Figura 10b). Durante la ovoposición, la hembra introducía la punta del su abdomen en el agua realizando movimientos constantes y empujando hacia adelante por ~ 15 minutos.



Figura 10. Comportamiento *Rhionaeshna* sp. A. Macho posado sobre pastizal. B Hembra ovopositando en agua estancada. C. Macho posado en vegetación. Fuente: este estudio.

Pantala flavescens no es una especie común, es difícil observarla. Las pocas ocasiones que se observó se encontraba realizando diversas actividades como posarse, volar a gran altura o a nivel del pasto, inclusive exhibió un comportamiento intraespecífico territorial. La mayor parte del tiempo de observación, los individuos estuvieron en vuelo sobre la vegetación que bordea tanto hábitat lóticos como lénticos, especialmente pastizal y arbustos (Figura 11).



Figura 11. *Pantala flavescens*. Fuente: este estudio.

Sympetrum gilvum es una especie que demuestra preferencia por los hábitat lénticos como charcos y zonas inundadas a nivel del pasto y pequeños arbustos, en estos sitios la mayor parte del tiempo se observaron parejas en cópula También se observó a parejas de esta especie realizando cópula y en tándem en vuelo sobre los territorios defendidos (Figura 12C).



Figura 12. A y B *Sympetrum gilvum* posada sobre la vegetación ribereña. C pareja de *Sympetrum gilvum* en cópula. Fuente: este estudio.

4.5 Actividad diaria

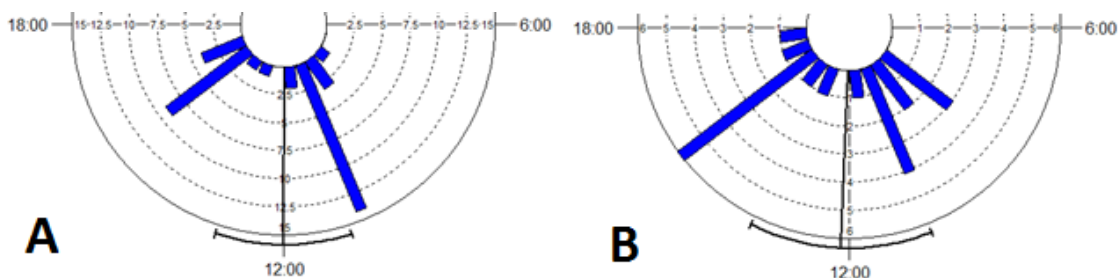


Figura 13. Abundancia diaria de *Rhionaeshna* sp. (A) Hembras (B) Machos

El pico de abundancia diaria para las hembras de *Rhionaeshna* sp. fue a las 11 am, mientras que el de los machos fue a las 3 pm (Figura 14 A y B, Anexo 2). Los individuos de *Sympetrum gilvum* mostraron la mayor actividad diaria a las 10 am y 3 pm (Figura 15) mientras que *Pantala flavescens* tuvo su pico de actividad diaria a las 11 am (Figura 16).

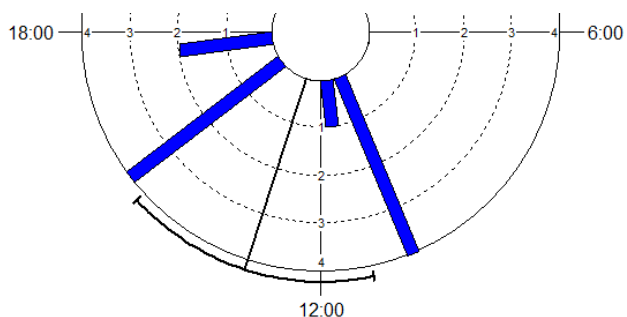


Figura 14. Abundancia diaria de individuos macho y hembra de *Sympetrum gilvum*.

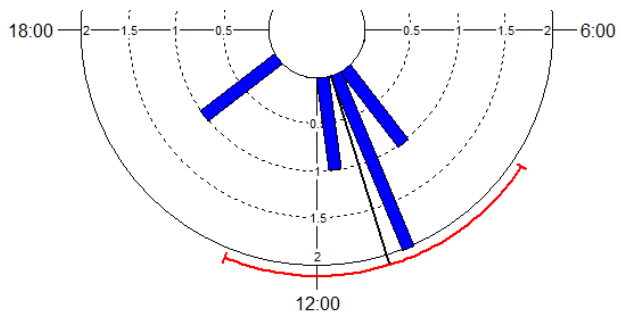


Figura 15. Abundancia diaria de individuos macho y hembra de *Pantala flavescens*.

5 DISCUSIÓN

Las investigaciones odonatólogicas en Colombia se han enfocado en su mayoría, en la taxonomía del grupo y se han realizado en zonas bajas. Cabe destacar que este es el primer estudio ecológico y biológico para hábitats y especies de odonatos en zonas altas.

El reducido número de individuos encontrado en el presente estudio es consecuencia de las altas precipitaciones y bajas temperaturas durante gran parte del día y del año. Dada su condición ectotérmica, los odonatos dependen de las variaciones de temperatura para realizar o no sus actividades (Irineu, 2003), por lo que los incrementos de temperatura ambiental les permiten realizar sus actividades en mayor cantidad y con más agilidad (Rensburg *et al.*, 2008; Corbet, 1999).

En general, la riqueza y abundancia de odonatos en la zona fue baja. Uno de los factores que pueden limitar la abundancia local de estos insectos es la depredación de las larvas, a través del canibalismo y la depredación. En etapa adulta es poco lo que se conoce acerca de esos procesos, solo se ha demostrado que los parásitos limitan su supervivencia y fecundidad (McPeck, 2008).

Por otro lado, se encontraron odonatos en todos los tipos de vegetación estudiados, con abundancias similares en pastizal, estrato arbustivo y arbóreo y menor en zona de juncos. Esto se puede explicar porque la vegetación ribereña les proporciona sitios de percha. En un ambiente como este, las especies de Odonata que son "perchadoras" usan la vegetación ribereña para posarse y desde allí custodiar los sitios donde ocurren actividades como reproducción, termorregulación y búsqueda de presas (Corbet, 1999). Aunque la vegetación influye en las interacciones tróficas, la disponibilidad de alimento no se limita a estos espacios, porque las especies encontradas aquí son

depredadoras con capacidad de recorrer extensiones de terreno de varios metros y consumen una amplia variedad de presas por lo que pueden desplazarse y cazar en los diferentes tipos de vegetación (Remsburg, Olson, & Samways, 2008).

Estudios previos indican que la mayor abundancia de libélulas adultas se incrementa en áreas con plantas altas en humedales (Clark & Samways 1996; De Marco & Resende 2002; Remsburg *et al.*, 2008). No obstante, en este estudio, la zona de juncal mostró menor abundancia de odonatos, tal vez porque aunque este hábitat presenta buenas estructuras de percha, de profundidad y de concentración de oxígeno no proveen un sustrato adecuado para la ovoposición.

Nuestros resultados muestran que estos insectos aprovechan todo tipo de área que les proporcione una mayor temperatura, y por tanto el área de pastizal, arbustos y árboles les proporcionan protección del viento y de las constantes lluvias, pero mayormente áreas adecuadas para su termoregulación. Esto concuerda con Remsburg *et al.* (2008) quienes afirman que las estructuras de percha del sotobosque solo afectan la selección de hábitats de odonatos cuando están completamente ausentes, mientras estén presentes los odonatos harán uso de ellas en las actividades antes mencionadas. Lo anterior corrobora la importancia de la vegetación riparia en la conservación de libélulas (Samways & Steytler, 1996., Altamiranda, 2009), dado que permite la realización de sus funciones vitales.

Aunque la abundancia de individuos en cada tipo de vegetación fue similar, se encontraron diferencias en riqueza de especies, que muestran especies generalistas y otras más especializadas: mientras *Rhionaeschna* sp se encontró en todos los tipos de vegetación, *Sympetrum gilvum* no se registró en la zona de juncales. Por tanto, los requisitos de hábitat de estas especies pueden diferir entre los hábitats. Esto podría deberse a la diferencia en la cobertura de sombra (Dijkstra &

Lempert, 2003; Remsburg *et al.*, 2008; Acquah *et al.*, 2013a), las especies de plantas dependiendo del uso de la tierra (Kalkman *et al.*, 2008) y el microclima (Oertli, Indermuehle, Angélibert, Hinden, & Stoll, 2008). Además, Dijkstra & Lempert, (2003) señalan que el grado de sombreado parece ser la señal principal para que los odonatos seleccionen un hábitat de bosque, factores que se deben evaluar en futuras investigaciones.

Es necesario tener en cuenta que el paisaje terrestre es tan importante como el hábitat acuático (Corbet, 1999), ya que aporta las condiciones y recursos que son requeridos por la fase adulta. Estudios previos indicaron que la abundancia y ocurrencia en un cuerpo de agua local difiere entre las especies (Conrad, Wilson, Harvey, Thomas, & Sherratt, 1999; Samways & Steytler, 1996; Balzan, 2012). En este estudio, se encontró una mayor abundancia de individuos asociada a hábitat lóticos. Por un lado, los medios lénticos se caracterizan por ser ambientes ácidos, oligotróficos, y esto puede significar menos depredación en las larvas, por tanto confiere una ventaja para especies como *Sympetrum gilvum* quien solamente se encontró asociada a estos hábitat. Además, los hábitat lénticos en zonas como las de este estudio, donde se dan continuas precipitaciones a lo largo del año, les proporcionan las condiciones necesarias para la supervivencia larval después de la ovoposición, a diferencia de lugares donde las altas temperaturas suelen secar las aguas de estos entornos lénticos (Hofmann & Mason, 2005; Balzan, 2012).

En contraste, los cuerpos de agua lóticos proporcionan un tipo distinto de hábitat, caracterizado por el agua de disponibilidad perenne, y diversidad de vegetación relativamente mayor a los medios lénticos (Balzan & May, 2012). Al parecer, las corrientes suaves proporcionadas por los medios lénticos favorecen a especies como *Sympetrum gilvum*, mientras que *Rhionaeschna* sp y

Pantala flavescens no se especializan solo en un hábitat acuático, los dos ambientes les confieren ventajas tanto en estado adulto como larvario.

En cuanto a la proporción sexual, se observó un mayor número de hembras que de machos. Por lo general, las hembras de los odonatos maduran los huevos lejos del agua y solo se acercan a ella, para aparearse y realizar la puesta. Por lo antes mencionado, se esperaba encontrar más machos que hembras, pero al parecer en este hábitat las hembras no se alejan mucho del agua y por eso fue mayor su captura y observación. Existen diversas hipótesis que tratan de explicar la proporción sexual en odonatos, por ejemplo, que puede haber un sesgo hacia los machos durante la emergencia, que los machos y las hembras no emergen de manera sincrónica, las hembras tienen un periodo más largo de maduración, las hembras inmaduras tienen mayores tasas de mortalidad y por último, que las hembras maduras tienen menores probabilidades de supervivencia (Cordero & Stoks, 2008; Altamiranda, 2009).

A nivel de suborden tenemos que todos los individuos encontrados pertenecen al orden Anisoptera y no se obtuvo reportes del sub orden Zygoptera. Acquah *et al.* (2013a,b) explica que la baja abundancia de zigópteros se debe a su baja capacidad de dispersión, igualmente, la dificultad de observación también se debe a su bajo número en la zona y por ende, menor probabilidad de encuentro con un individuo de este suborden. No se tiene claridad de las razones por las cuales no se obtuvieron reportes de zigópteros, porque Subramanian (2005) y Acquah *et al.* (2013b) afirman que las condiciones de la zona de estudio podrían favorecer más a los zigópteros que a los anisópteros. Por otro lado, la mayoría de sus especies son más sensibles a las variaciones ambientales debido a restricciones ecofisiológicas (Corbet, 1999), que surgen a partir de su tamaño y grosor respecto a los anisópteros, esto los hace más vulnerables a sobrecalentamiento y

deseccación, y por ende, requieren de una vegetación densa y áreas cubiertas más conservadas (De marco *et al.*, 2005; De marco & Resende, 2002). Razones por las que su supervivencia pudo ser menor en esta zona donde las condiciones de temperatura pueden ser extremas, y hace que sea menos probable el encuentro con un individuo de este suborden, por lo cual, aunque el esfuerzo de muestreo resultó ser el adecuado se requiere aumentarlo para obtener registros de los dos grupos.

Todo lo contrario ocurre con los anisópteros, quienes evitan las áreas sombreadas ((Samways, 2005; Remsburg *et al.*, 2008) porque su condición de especies heliotermicas los hace muy dependientes de la temperatura externa (Switzer & Shultz, 2000). Esto concuerda con el porcentaje de anisópteros encontrados en pastizal abierto (26,6%), el cual fue mayor en comparación con los demás sustratos vegetales, por permitir una mayor entrada de radiación solar (Ayala, 2017), así como también una mayor velocidad del viento (Sánchez, 1994; Flores, 2014), factores que les permitieron aprovechar todos los aumentos de temperatura ambiental posible e igualmente la mayor observación de ellos en el campo (Flórez, Romero, & Lopez, 2014).

A nivel de familia se encontró a la familia Aeshnidae como la más abundante, y Libellulidae como menos abundante pero con mayor número de especies. Estos resultados representan una riqueza similar a listados e inventarios de Odonata realizados en distintas áreas (Paulson, 2004; Novelo-Gutierrez, 1990), en los cuales se refleja la dominancia de estas familias a nivel global (Paulson, 2018). En muchos estudios se ha encontrado una dominancia de la familia Libellulidae (Acquah, Kyerematen, & Oduro, 2013a) y lo relacionan con su afinidad y adaptabilidad a áreas con un alto grado de intervención antrópica (Altamiranda, 2009). Por su parte, los aeshnidos son más sensibles a los cambios ecológicos, de hábitat y ambientales, suelen ser más abundantes y prefieren hábitats

más fríos y limpios de agua de flujo moderado a rápido. Los aeshnidos son relativamente más grandes en tamaño, son voladores rápidos y se han reportado en su mayoría volando al atardecer (Clausnitzer, 2003), razón por cual, en otros estudios presentaron menores abundancias, en este caso se los registró en horas de la mañana o al medio día, por lo que fueron más abundantes (Acquah *et al.*, 2013b).

Pantala flavescens en todos los casos se encontró volando solitaria con mayor frecuencia sobre pastizales y arbustos, este comportamiento es contrario al reportado por Ellenrieder & Garrison (2007) quienes la observaron formando pequeños grupos con fines de alimentación. Degraeble (2013) los reportó formando enjambres a más de 20 m de altura y Flores (2014) los encontró en grupos a 2 metros sobre la vegetación. Este resultado puede estar asociado a que en zonas altas las densidades de presas por lo general no se encuentran agregadas, por ejemplo, enjambres de moscas alrededor de algunos frutos (Young, 1980); por lo tanto, este comportamiento es facultativo para poder utilizar los recursos de comida cuando estén concentrados en un sitio o cuando sean ocasionales. Además, puede ser un comportamiento adaptativo para odonatos grandes y robustos con grandes demandas de energía para movilizarse (Young, 1980), de esta manera, en zonas bajas podría ser más ventajoso explotar un suministro de alimento que se encuentre concentrado en un solo sitio, mientras que en zonas altas donde las presas no se encuentran agregadas, esto no es posible y por eso no se observaron enjambres de odonatos a esta altitud.

Comportamiento territorial muy marcado que se presenta en la mayoría de especies de libelúlidos, en donde los machos, cuidan un espacio determinado cerca del hábitat acuático, el cual utilizan fundamentalmente para capturar a las hembras para la cópula, mientras éstas sólo llegan allí para copular u ovipositar. Weir (1974) y Arulprakash & Gunathilagarai (2010) reportan a *P. flavescens*

como predominante en medio lénticos. Nuestros resultados muestran igual preferencia por medios lénticos como lénticos, muy seguramente porque aprovecha la predominancia de los medios lénticos en la zona. Además, Sus adaptaciones a tales entornos incluyen tanto mecanismos de dispersión como colonización rápida de tales piscinas temporales, para sobrevivir durante la estación seca, y adaptaciones de ninfas para optimizar sus posibilidades de supervivencia en un medio permanente, en esta zona al parecer también ha desarrollado adaptaciones para medios lénticos (Weir, 1974; Arulprakash & Gunathilagaraj, 2010).

Pantala flavescens es una especie que se ha reportado hasta 4.000 msnm (Hoffman, 2010) y no se ve muy afectada por cambios de temperatura y humedad relativa (Buczyński , Shapoval , & Buczyńska , 2013; Ellenrieder & Garrison, 2007), sin embargo, en este estudio siempre fue observada en horas de la mañana cuando hubo una mayor radiación solar entre 9:30 am y 12:30 del mediodía y en una ocasión en la tarde. McPeck (2008) lo atribuye a que las libélulas reducen los costos de sus actividades debido a las temperaturas extremas, al utilizar las diferencias existentes en la energía solar y Corbet (1999) la clasifica como una “especie voladora”.

El comportamiento antes descrito, le permite controlar la producción de calor metabólico utilizando la potencia de vuelo o controlando la pérdida de calor alterando la circulación entre tórax y abdomen (De Marco *et al.*, 2005; Ellenrieder & Garrison, 2007). No se observó a la especie en cópula u ovoposición, pero se tiene amplia información acerca de esto, Van de koken, Ribeiro, & Lemes (2007) afirman que los machos de esta especie exhiben comportamientos territoriales al estar sexualmente maduros y que la ovoposición ocurre en aguas temporarias que son percibidas visualmente por el reflejo del agua, razón por la que también lo hacen en superficies brillantes

como automóviles (Novelo-Gutiérrez, 1990; Corbet, 1999; Gonzalez, 2007). Además, completan su ciclo de vida en un lapso muy corto (Dijkstra & Lempert, 2003; Parr, 1983).

En cuanto a *Sympetrum gilvum*, es poca la información encontrada sobre su preferencia de hábitat. En este estudio se observó en tándem sobre un cuerpo de agua estancada, su vuelo era lento y bajo como el de la mayoría de especies del género *Sympetrum* (Degrabiele, 2013). Las hembras son reconocidas por acumular huevos que salen de la punta del abdomen en gotas de agua, que se adhieren después de cada inmersión, y los sueltan cuando vuelven a tocar el agua (Corbet, Suhling, & Soenderath, 2006). Presumiblemente *Sympetrum gilvum* es una especie exclusiva de hábitat lénticos como charcos en medio del pastizal y arbustos, y que en estos usan la mayor cantidad de tiempo en la reproducción (Degrabiele, 2013).

Los individuos del género *Rhionaeschna* fueron los más abundantes, es una especie muy común en la zona, al parecer son más generalistas en cuanto a los requerimientos de hábitat como el tipo de vegetación, puesto que se los observó en todos los tipos de vegetación al igual que los hábitat acuáticos. Su vuelo por lo general es muy rápido y la mayor cantidad de tiempo la pasan en vuelo, esto concuerda con el comportamiento observado por Flores (2014), en el cual estos recorren por grandes periodos de tiempo el perímetro de una laguna, mientras que las hembras casi no están presentes en el humedal solo lo visitan temporalmente, para copular y desovar. Además, Flores (2014) los observó al atardecer y en ocasiones de noche, situación contraria a la encontrada aquí, pues se los observó en horas de la mañana e incluso en la tarde con una ligera lluvia. Esta condición de aprovechamiento de todos los hábitat concuerda con lo encontrado por Hoffmann (2010), en la que las especies del género *Rhionaeschna* fueron los más abundantes y se encontraron cerca de aguas eutróficas y oligotróficas, además ocupando un amplio rango altitudinal. Su adaptabilidad a

diferentes hábitat, seguramente es lo que ha permitido que sea tan abundante en la zona de estudio. Por otro lado, la oviposición endofítica es propia de la familia Aeshnidae en anisópteros (González-Soriano & Novelo-Gutiérrez, 2010), el introducir los huevos dentro de las plantas posiblemente garantiza una mayor supervivencia de los huevos. Los individuos de esta especie suelen observarse sobre la vegetación asechando a sus presas y rara vez cerca a los cuerpos de agua. Mientras que las hembras llegaron solas a los estanques a depositar los huevos en los tallos de la vegetación emergente, los machos solo se acercaron a la orilla en busca de alimento (Stanford-Camargo, Medina-Ortiz, Ibarra-González, & Cruz-Miranda, 2016)

Cabe destacar que además de las variables ambientales consideradas en este estudio, otros factores bióticos-abióticos influyen en los patrones de asociación y en la preferencia de hábitat y que deben ser estudiados posteriormente (Corbet, 1999; Schindler *et al.*, 2003).

Finalmente, los picos de mayor actividad diaria concordaron con aumentos de temperatura en la zona, que por lo general se incrementó únicamente en ciertos lapsos de tiempo entre las 10:00 am y las 3:00 pm, lo que coincide con la mayor actividad encontrada para las especies de odonatos habitando allí y la de otros estudios (Altamiranda *et al.*, 2010). Por otro lado, las especies presentaron uno, dos o tres picos de mayor abundancia, de esta manera, los machos de *Rhionaescha* presentaron un patrón trimodal (Figura 14A), las hembras bimodal (Figura 14B), *Sympetrum gilvum* bimodal (Figura 15) y *Pantala flavescens* unimodal (Figura 16). Por lo general, los patrones de abundancia son unimodales o bimodales entre Odonata, aunque algunas especies pueden ser irregularmente bimodales (Lambret & Stoquert, 2011). Por otro lado, los patrones pueden cambiar entre microhábitats ya que los individuos pueden ir a otros sitios para evitar las altas temperaturas (De Marco & Resende, 2002; Watanabe, Matsuoka, Susa & Taguchi, 2005), por ende, la menor

abundancia observada en el resto de tiempo podría deberse a cambios de microhábitat. Estas especies consideradas “voladoras” (Corbet, 1962), tienen una fase de descanso aparente durante el día, en la cual algunas especies la usan para evitar la temperatura más calurosa (Lambret & Stoquert, 2011).

CONCLUSIONES

La riqueza y abundancia de odonatos es baja en el bosque altoandino aledaño a la laguna de la cocha.

Las especies *Pantala flavescens* y *Rhionaeschna* sp. son especies generalistas en cuanto a preferencia de un tipo de vegetación o hábitat acuático.

Sympetrum gilvum prefiere la vegetación aledaña a los hábitat lénticos para desarrollar la mayoría de actividades.

La variable que mostró mayores diferencias entre las especies fue la distancia recorrida por los individuos desde el hábitat acuático.

A través de los datos de comportamiento se corrobora la importancia de la vegetación ribereña en la supervivencia de estas especies.

RECOMENDACIONES

Es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para aumentar la probabilidad de encuentro con un individuo del suborden Zygoptera.

Además, se recomienda que los estudios posteriores incluyan variables como la sombra y factores como la conductividad y oxígeno disuelto en estado larval, ya que estos repercuten en la elección de un hábitat por parte de estos insectos en estado adulto.

LITERATURA CITADA

- Acquah, D., Kyerematen, R., & Oduro, E. (2013a). Dragonflies (Odonata: Anisoptera) as tools for habitat quality assessment and monitoring. *Journal of Agriculture and Biodiversity Research*, 178-182.
- Acquah, D., Kyerematen, R., & Owusu, E. (2013b). Using odonates as markers of the environmental health of water and its land related ecotone. *International Journal of Biodiversity and conservation*, 5(11), 761-769.
- Alarcón, G., & Iannaccone, J. (2014). Antropofauna terrestre asociada a formaciones vegetales en el refugio de vida silvestre pantanos de villa, lima, Perú. *The biologist*, 12(2), 253-274.
- Altamiranda, M. (2009). Diversidad de libélulas (Insecta- Odonata) para dos usos de suelo, en un bosque seco tropical. *Revista Nacional de Agronomía sede Medellín*, 2(62), 5071-5079.
- Altamiranda, M., Pérez, L., & Gutiérrez, L. (2010). Composición y preferencia de microhábitat de larvas de Odonata (Insecta), en la ciénaga San Juan de Tocagua (Atlántico, Colombia). *Caldasia*, 32(2): 399-410.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*(49), 227-276.
- Arulprakash, R., & Gunathilagarai, K. (2010). Abundance and mdiversity of Odonata in temporary water bodies of Coimbatore and Salem districts in Tamil Nadu. *Journal of Threatened*, 2(8), 1099-1102.
- Ayala, D. (2017). Evaluación de los adultos de Odonata como grupo bioindicador del proceso de sucesión ecológica en el parque nacional natural tatamá. *Tesis universidad ICESI Santiago de Cali*, 16-60.
- Baird, J., & May, M. (1997). Foraging Behavior of Pachydiplax longipennis (Odonata: Libellulidae). *Journal of Insect Behavior*, 655-678.
- Balzan, J., & May, M. (2012). Associations of dragonflies (Odonata) to habitat variables within the Maltese Islands: A spatiotemporal approach. *Journal of Insect Science*, 12(87), 536-2442.
- Barros, T., Oliveira-Junior, J., Ligeiro, R., & Juen, L. (2017). Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. *Ecological Indicators*(81), 555-566.
- Bota-Sierra, C. (2014). A brief look at the Odonata from the Páramo ecosystems in Colombia, with the descriptions of *Oxyallagma colombianum* sp. nov. and *Rhionaeschna caligo* sp. nov. (Odonata: Coenagrionidae, Aeshnidae, Libellulidae). *Zootaxa*, 3856(2), 192-210.
- Bota-sierra, C., Mauffray, B., Palacino-Rodríguez, F., Hoffmann, J., Tennessen, K., Rache, L., y otros. (2016). Estado de la conservación de las libélulas de los Andes Tropicales. *Odonatologica*, 1/2(43), 3-11.
- Buczyński, P., Shapoval, A., & Buczyńska, E. (2013). *Pantala flavescens* at the coast of the Baltic Sea (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica*, 43(1/2), 3-11.

- Castillo, G., & Rodríguez, M. (2011). Diversidad y distribución del suborden Anisoptera (odonata: insecta) en el departamento de Nariño. *Memorias Xliv congreso ACCB. Medellin*, 50-62.
- Chovanec, A. (1998). The composition of the dragonfly community (Insecta: Odonata) of a small artificial pond in Mödling (Lower Austria): seasonal variations and aspects of bioindication. *Lauterbornia*, 32: 1-14.
- Chovanec, A. (1998). The composition of the dragonfly community (Insecta: Odonata) of a small artificial pond in Mödling (Lower Austria): seasonal variations and aspects of bioindication. *Lauterbornia H(32)*, 1-14.
- Chovanec, A., & Raab, R. (1997). Dragonflies (Insecta, Odonata) and the Ecological status of newly created Wetlands – Examples for Long- term Bioindication programmes. *Limnologia*, 27(3-4), 381-392.
- Chovanec, A., Waringer, R., Wimmer, R., & Schindler, M. (2014). Dragonfly association index. Medieninhaber und herausgeber: Bundesministerium für land- und forstwirtschaft, umwelt und wasserwirtschaft stubering. *River research and Applications*, 31(5), 627-638.
- Clark, T., & Samways, M. (1996). Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park. *South Africa: Journal of Applied ecology*(33), 1001-1012.
- Claunitzer, V., Dijkstra, K., Koch, R., Boudot, J., Darwall, W., Kipping, J., y otros. (2012). Focus on African freshwaters: Hotspots of dragonfly diversity and conservation concern. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(3), 6-12.
- Clausnitzer, V. (2003). Dragonfly communities in coastal habitats of Kenya: indication of biotope quality and the need of conservation measures. *Biodiversity and Conservation*(12), 333-356.
- Conrad, K., Wilson, K., Harvey, I., Thomas, C., & Sherratt, T. (1999). Dispersal characteristics of seven odonate species in an agricultural landscape. *Ecography*, 22(5), 524-531.
- Corbet, P. (1962). A biology of dragonflies. *Entomology Research Institute*, 12-265.
- Corbet, P. (1999). Dragonflies-Behaviour and Ecology of Odonata. *Harley books, colchester*, 826.
- Corbet, P., Suhling, F., & Soenderath, D. (2006). Voltinism of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 9, 1-44.
- Cordero, A., & Stoks, R. (2008). Mark–recapture studies and demography. En CORDOBA-AGUILAR, A. (Ed.). *Dragonflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research*, 7-20.
- De marco, P., Latini, A., & Resende, D. (2005). Thermoregulatory constraints on Behavior: Patterns in a Neotropical Dragonfly Assemblage. *Neotropical Entomology*, 34(2), 155-162.
- Degrabiele, G. (2013). An overview of the dragonflies and damselflies of the Maltese Islands (Central Mediterranean) (Odonata). *Bulletin of the Entomological society of Malta*, 6, 5-127.
- Dijkstra, K., & Lempert, J. (2003). Odonate Assemblages of Running Waters in the Upper Guinean Forest. *Archiv für Hydrobiologie Journal*(157), 397-412.

- Ellenrieder, N., & Garrison, R. (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*. España: Editorial Sofia.
- Escoto, J., Escoto, A., & Delgado, L. (2006). Odonata de los Estados de Guanajuato, Jalisco y San Luis Potosí, Depositados en la colección Entomológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. *Investigación y ciencia*, 14(34), 31-35.
- Fernández, F. (2011). The greatest impediment to the study of biodiversity in Colombia. *Caldasia*, 33(2), 3-5.
- Ferreira, P., & De Marco, P. (2002). Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*(1982), 317-327.
- Flores, N. (2014). *Comunidad de odonatos adultos en los humedales de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann*. Lima: Tesis universidad nacional Jorge Basadre Grohmann Peru.
- Flórez, E., Romero, C., & Lopez, D. (2014). *Guía de artrópodos de la reserva natural Río Nambí* (Vol. 15). Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia.
- Footitt, R., & Adler, P. (2009). Insect Biodiversity, Science and society. *Blackwell publishing Ltd*, 1-6.
- García, A., Pérez, J., Jiménez, E., & Tobar, E. (2009). Los Odonatos de Extremadura. *Insect Biodiversity, science and society*. Blackwell publishing, 344.
- Garrison, R. (2010). *Damselfly Genera of the New World. An illustrated and annotated key to the Zygoptera*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, EUA.
- Garrison, R., Ellenrieder, N., & Loudon, J. (2006). *Dragonfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera*. The Johns Hopkins University Press.
- Garzón, C., & Realpe, E. (2009). Diversidad de Odonata (Insecta) en la reserva natural Cabildo-Verde (Sabana de Torres-Santander, Colombia), una aproximación hacia la conservación. *Caldasia*, 31(2), 459-470.
- Garzón, C. (2006). *Caracterización de la fauna de Odonata (Insecta) en el área metropolitana de Bucaramanga – Santander*. Tesis universidad industrial de Santander.
- Gonzalez, B. (2007). *Los Odonata (Insecta) del Río San Pedro, Parque Nacional Laguna del Tigre (San Andrés, Petén): Taxonomía, Diversidad e Historia Natural*. Los Odonata (Insecta) del Río San Pedro, Parque Nacional Laguna del Tigre (San Andrés, Petén): Taxonomía, Diversidad e Historia Natural.
- González-Soriano, E., & Novelo-Gutiérrez, R. (2010). Biodiversidad de Odonata en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*(85), 243-251.
- Grand, D. (2009). Les Libellules et le réchauffement climatique. *Sciences naturelles de Bourgogne*, 124-133.

- Gutiérrez, L., Montes, J., Moreno, M., & Gutiérrez, L. (2013). Libélulas de Colombia: Una Guía de Campo Para su Identificación. *Argia*, 25(2), 20-28.
- Herrera, T., Gaviria, O., & Blanco, F. (2009). Odonatos habitantes del agua. *Agencia andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía*, 10-18.
- Hoffman, J. (2010). Do climate changes influence dispersal and population dynamics of dragonflies in the western Peruvian Andes? *BioRisk*, 5, 47-72.
- Hofmann, T., & Mason, C. (2005). Habitat characteristics and the distribution of Odonata in a lowland river catchment in Eastern England. *Hydrobiologia*(539), 137-147.
- Hornung, J., & Rice, C. (2003). Odonata and wetland quality in southern alberta, Canada: a preliminary study. *Odonatologica*, 32(2), 119-129.
- Irineu, L. (2003). *A influência de fatores ambientais na distribuição da fauna de odonata (insecta) em riachos da serra da bodoquena, ms.* Mato grosso do sul: Universidade federal de mato Grosso do sul.
- Kalkman, V., Clausnitzer, K., Dijkstra, A., Orr, D., Paulson, R., & Van tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 351-363.
- Kaufmann, J. (1983). On the definitions and function of dominance and territoriality. *Biological Reviews*, 58, 1-20.
- Lambret, P., & Stoquert, A. (2011). Diel pattern of activity of *Lestes macrostigma* at a breeding site (Odonata: Lestidae). *International Journal of Odonatology*, 14(2), 175-191.
- Lenz, N. (1991). The importance of abiotic and biotic factors for the structure of odonate communities of ponds (Insecta: Odonata). *Faun. Okol. Mitt*, 6, 175-189.
- Li, F., Kwon, Y., Bae, M., Chung, N., Kwon, T., & Park, Y. (2014). Potential impacts of global warming on the diversity and distribution of stream insects in south Korea. *Conservation Biology*, 28(2), 498-508.
- McPeck, M. (2008). Ecological factors limiting the distributions and abundances of Odonata. *Studies in ecology*, 1(53), 260-269.
- Moore, N. (1990). The development of dragonfly communities and the consequences of territorial behaviour: a 27 year study on small ponds at Woodwalton Fen, Cambridgeshire, United Kingdom. *Odonatologica*, 20(2), 203-231.
- Moreno, M. (2011). *Distribución espacial y temporal de las comunidades de náyades en los humedales la vaca y santa maría del lago.* Bogotá, Colombia. Bogotá, Colombia.: Univesidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, departamento de biología.
- Novelo-Gutierrez, R. (1990). Los Odonatos de la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico (Insecta: Odonata). En D. Navarro, & J. Robinson, *Diversidad biológica en la reserva de la bisfera Sian Kaán Quintana Roo, Mexico* (págs. 257-274). Quintana Roo.

- Oertli, B., Indermuehle, N., Angélibert, S., Hinden, H., & Stoll, A. (2008). Macroinvertebrate assemblages in 25 high alpine ponds of the Swiss National Park (Cirque of Macun) and relation to environmental variables. *Hydrobiologia*, 597, 29-41.
- Oliveira-Junior, J., De Marco, J., Dias-silva, K., Leitao, P., Lealg, C., Pompeu, P., y otros. (2017). Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assamblages in eastern Amazon Basin streams. *Limnologica*, 66, 31-39.
- Oliveira-Junior, J., Shimano, Y., Gardner, T., Hughes, R., Marco Júnior, P., & Juen, L. (2015). Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecol*, 40(6), 733-744.
- Orr, A. (2005). Odonata in Bornean tropical rain forest formations: diversity, endemicy and implications for conservation management. Forests and Dragonflies. *Odonata in Bornean tropical rain forest formations: diversity, endemicy and implications for conservation management. Forests and Dragonflies*. (págs. 51-78). Pontevedra : Fourth WDA International Symposium of odonatology.
- Palacino-Rodríguez, F. (2016). Two decades of progress in over one hundred years of study: Present status of Odonata research in Colombia. *Odonatologica*, 45(3/4), 327-334.
- Palacino-Rodríguez, F., & Contreras-Sánchez, N. (2014). Does experimental marking of wings influence resighting success in *Mesamphiagrion laterale* and *Erythrodiplax umbrata*? (Odonata: Coenagrionidae, Libellulidae). *Odonatologica*, 43, 237-246.
- Palacino-Rodríguez, F., Sarmiento, C., & Soriano, E. (2015). morphological variability and evaluation of taxonomic characters in the genus *Erythemis* Hagen, 1861 (Odonata: Libellulidae: Sympetrinae). *Insecta Mundi*, 933-946.
- Parr, M. (1983). An analysis of territoriality in libellulid dragonflies (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 12(1), 39-57.
- Paulson, D. (2004). Critical species of odonata in the Neotropics. *International Journal of odonatology*, 7, 163-188.
- Paulson, D. (2018).
- Pérez-Gutiérrez, L., & Palacino-Rodríguez, F. (2011). Updated checklist of the odonata known from Colombia. *Odonatologica*, 40(3), 203-225.
- Pérez-Gutiérrez, L., & Palacino-Rodríguez, F. (2011). Updated checklist of the odonata known from Colombia. *Odonatologica*, 40(3), 203-225.
- Remsburg, A., Olson, A., & Samways, M. (2008). Shade Alone Reduces Adult Dragonfly (Odonata: Libellulidae) Abundance. *Journal of insect Behavior*, 21, 460-468.
- Sahlén, G. (2006). Specialists vs Generalist in the Odonata – the importance of forest environments in the formation of diverse species pools. *Specialists vs Generalist in the Odonata – the importance of forest environments in the formation of diverse species pools*. (págs. 153-179). Pontevedra: Fourth WDA international symposium of odonatology.

- Salazar, S., Castrillón, G., Valenzuela, J., & Amórtegui, E. (2015). Diversidad de Odonatos (Insecta: Odonata) en el centro de investigación y educación ambiental "la tribuna", Vereda Tamarindo (Neiva- Huila). *Entomología Mexicana*, 2, 619-627.
- Samways, M. (2005). Dragonflies: sensitive indicators of freshwater health. En M. Thieme, R. Abell, & J. Stiassny, *Freshwater ecoregions of africa and Madagascar: a conservation Assessment* (págs. 19-21). Washington DC: Island Press.
- Samways, M., & Steytler, N. (1996). Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation*, 78, 279-288.
- Sánchez, G. (1994). *Ecología de insectos*. Perú: Departamento de Entomología Universidad Agraria la Molina.
- Santos, N. (1981). Odonata. En S. Hurlnert, G. Rodriguez, & N. Dos Santos, *Aquatic Biota of Tropical South América. Part 1 Arthropoda*. (págs. 64-85). California: San Diego State University.
- Saux, C., Simon, C., & Spicer, G. (2003). Phylogeny of the dragonfly and damselfly order Odonata as inferred by mitochondrial 12S ribosomal RN sequences. *Annals of the entomological society of America*, 95(6), 693-699.
- Schindler, M., Fesl, C., & Chovanec, A. (2003). Dragonfly associations (Insecta: Odonata) in relation to habitat variables: a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 497, 169-180.
- Schmidt, E. (1985). Habitat inventarization, characterization and bioindication by a "Representative Spectrum of Odonata Species (RSO)". *Odonatologica*, 14(2), 127-133.
- Schultz, H., Waringer, J., & Chovanec, A. (2003). Assessment of the ecological status of Danubian floodplants at tulin (Lower Austria) base on the Odonate hábitat index (OHI). *Odonatologica*, 32(4), 355-370.
- Stanford-Camargo, S., Medina-Ortiz, G., Ibarra-González, M., & Cruz-Miranda, S. (2016). Estudios de los odonatos en la Sierra de Guadalupe. *Entomología mexicana*, 3, 589- 595.
- Subramanian, K. (2005). Dragonflies and damselflies of peninsular India—a field guide. In M. Gadgil (ed.), *Project lifescape series. Indian academy of sciences, Banglore*, 23-30.
- Switzer, P., & Shultz, J. (2000). The male-male tandem: a novel from of mate guarding in *Perithemis tenera* (Say) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 29(2), 157-161.
- Torralba, A. (2007). *Medidas de conservacion para los odonatos Departamento de Biología de organismos y Sistemas Universidad de Oviedo*. Oviedo (España): Junta de Extremadura.
- Torralba, A. (2015). Clase insecta, Orden odonata. *Revista IDEQ - Sociedad entomológica Aragonesa*, 41, 1-22.

- Van de koken, A., Ribeiro, F., & Lemes, R. (2007). Comportamento de *Pantala flavescens* (Odonata, Anisoptera, Libellulidae) e perda do investimento reprodutivo em áreas antropizadas. *Bol. mus. biol. mello leitão*, 21(7), 10-15.
- Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J., & Cushing, C. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137.
- Villarreal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2004). Manual para los métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. *Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt*, 20-37.
- Watanabe, M., Matsuoka, H., Susa, K., & Taguchi, M. (2005). Thoracic temperature in *Sympetrum infuscatum* (Selys) in relation to habitat and activity (Anisoptera: Libellulidae). *Odontologica*, 34, 271-283.
- Weir, J. (1974). Odonata collected in and near seasonal pools in Wankie National Park, Rhodesia with notes on the physiochemical environments in which nymphs were found. *Journal of the Entomological society of south Africa*, 37, 135-145.
- Young, A. (1980). observations on feeding aggregations of *Orthemis ferruginea* (Fabricius) in Costa Rica (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 9, 325-328.

ANEXOS

11.1 Anexo A

Datos de comportamiento obtenidos siguiendo la técnica de muestreo de animal focal (Altmann, 1974), en el que cada sesión de observación fue dividida en períodos de 15 minutos.

| Especie | Código | Actividad 1 | Tiempo (Min) | Actividad 2 | Tiempo (Min) | Vegetación | Vereda |
|------------------------|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.01 | Posada | 3 | Alimentación | 12 | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.02 | Vuelo | 15 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.03 | Vuelo | 15 | | | Juncos | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.05 | Vuelo | 12 | | | Arbustivo | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 2 | Cópula | 15 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.07 | Cópula | 15 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.08 | Vuelo | 1 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.10 | Vuelo | 2,5 | Alimentación | 12,5 | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.11 | Vuelo | 15 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 7 | Posada | 10 | Vuelo | 5 | Juncos | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 8 | Posada | 15 | | | Juncos | Casapamba |

| Especie | Código | Actividad1 | Tiempo (Min) | Actividad 2 | Tiempo (Min) | Vegetación | Vereda |
|------------------------|--------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------|-----------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 9 | Vuelo | 15 | | | Pastizal | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 11 | Vuelo | 3 | | | Arbustivo | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 12 | Cópula | 15 | | | Arbóreo | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 13 | Cópula | 15 | | | Arbóreo | Casapamba |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.18 | Vuelo | 15 | | | Pastizal | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 15 | Vuelo | 10 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 16 | Vuelo | 10 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 17 | Vuelo | 5 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.16 | Vuelo | 5 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.22 | Alimentación | 15 | | | Pastizal | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.14 | Vuelo | 10 | | | Pastizal | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 18 | Posada | 9 | Vuelo | 6 | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 19 | Posada | 9 | Vuelo | 6 | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 20 | Vuelo | 9,4 | Pelea | 5,6 | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 21 | Posada | 2 | Vuelo | 13 | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 22 | Posada | 15 | | | Pastizal | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 24 | Posada | 15 | | | Pastizal | Motilón |

| Especie | Código | Actividad 1 | Tiempo (Min) | Actividad 2 | Tiempo (Min) | Vegetación | Vereda |
|------------------------|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 25 | Posada | 15 | | | Arbustivo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 26 | Posada | 4 | Alimentación | 11 | Pastizal | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 27 | Vuelo | 15 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 28 | Vuelo | 15 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 29 | Posada | 4 | Cópula | 11 | Arbóreo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 30 | Posada | 4 | Cópula | 11 | Arbóreo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.22 | Vuelo | 8 | | | Arbustivo | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 31 | Ovoposición | 15 | | | Pastizal | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.23 | Posada | 15 | | | Juncos | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.24 | Posada | 9 | | | Juncos | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 32 | Vuelo | 15 | | | Juncos | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.25 | Vuelo | 15 | | | Juncos | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.27 | Posada | 3 | Vuela | 12 | Arbustivo | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | 0.28 | Posada | 15 | | | Pastizal | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 33 | Posada | 6 | Alimentación | 9 | Arbustivo | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 34 | Posada | 15 | | | Juncos | Santa Lucia |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 35 | Posada | 15 | | | Juncos | Santa Lucia |

| Especie | Código | Actividad 1 | Tiempo (Min) | Actividad 2 | Tiempo (Min) | Vegetación | Vereda |
|---------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 36 | Vuelo | 10 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 37 | Vuelo | 2 | Alimentación | 6 | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 38 | Alimentación | 8 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 39 | Alimentación | 9 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 40 | Vuelo | 10 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 41 | Vuelo | 6 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 42 | Vuelo | 4 | Alimentación | 3 | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 43 | Vuelo | 10 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 44 | Vuelo | 7 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 45 | Vuelo | 11 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 46 | Posada | 4 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 47 | Posada | 4 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 48 | Alimentación | 11 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Rhionaeshna</i> sp. | Obs 49 | Alimentación | 7 | | | Pastizal | Romerillo |
| <i>Pantala flavescens</i> | Obs 1 | Vuelo | 2 | | | Arbustivo | Casapamba |
| <i>Pantala flavescens</i> | Obs 10 | Vuelo | 2 | | | Arbustivo | Casapamba |
| <i>Pantala flavescens</i> | 0.04 | Vuelo | 3 | | | Arbustivo | Casapamba |

| Especie | Código | Actividad1 | Tiempo (Min) | Actividad 2 | Tiempo (Min) | Vegetación | Vereda |
|---------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| <i>Pantala flavescens</i> | 0.14 | Vuelo | 15 | | | Arbóreo | Motilón |
| <i>Pantala flavescens</i> | Obs 23 | Posada | 5 | Alimentación | 10 | Pastizal | Motilón |
| <i>Pantala flavescens</i> | 0.26 | Posada | 15 | | | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | 0.06 | Alimentación | 15 | | | | Arbustivo |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 3 | Cópula | 15 | | | | Arbustivo |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | 0.13 | Cópula | 15 | | | | Arbustivo |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 4 | Cópula | 15 | | | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 5 | Cópula | 15 | | | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 6 | Cópula | 15 | | | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | 0.12 | Cópula | 15 | | | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 14 | Posada | 6 | Alimentación | 9 | | Pastizal |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 50 | Posada | 10 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Obs 51 | Posada | 15 | | | Arbustivo | Romerillo |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | 0.21 | Posada | 14 | | | | Arbustivo |

11.2 Anexo B

Datos de los horarios de actividad y sexo de los odonatos.

| Especie | Vereda | Fecha | Hora | Sexo | Sol A/P |
|---------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 23/10/2017 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 24/10/2017 | 8:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 24/10/2017 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Pantala flavescens</i> | Casapamba | 24/10/2017 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Pantala flavescens</i> | Casapamba | 24/10/2017 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 25/10/2017 | 9:00 a. m. | macho | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 25/10/2017 | 11:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 25/10/2017 | 3:00 p. m. | macho | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 25/10/2017 | 3:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 25/10/2017 | 5:00 p. m. | macho | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 18/02/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 18/02/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 18/02/2018 | 9:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |

| Especie | Vereda | Fecha | Hora | Sexo | Sol A/P |
|---------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Casapamba | 18/02/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 19/02/2018 | 8:00 a. m. | macho | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 19/02/2018 | 4:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 20/02/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Pantala flavescens</i> | Casapamba | 20/02/2018 | 9:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 20/02/2018 | 3:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 21/02/2018 | 4:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Casapamba | 21/02/2018 | 4:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 12/04/2018 | 8:00 a. m. | macho | A |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Motilón | 14/04/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 13/04/2018 | 9:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 24/02/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 12/04/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 12/04/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 12/04/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |

| Especie | Vereda | Fecha | Hora | Sexo | Sol A/P |
|---------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 12/04/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Pantala flavescens</i> | Motilón | 24/02/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 8:00 a. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 11/04/2018 | 3:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Pantala flavescens</i> | Motilón | 03/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 03/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 03/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 04/05/2018 | 3:00 p. m. | macho | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 04/05/2018 | 4:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Motilón | 04/05/2018 | 4:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 11/05/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 11/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 10:00 a.m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 11:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 11:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 12:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 12:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 12:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 1:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 03/10/2018 | 1:00 p. m. | hembra | P |

| Especie | Vereda | Fecha | Hora | Sexo | Sol A/P |
|---------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 04/10/2018 | 11:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 04/10/2018 | 2:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 04/10/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 04/10/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Romerillo | 04/10/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Romerillo | 04/10/2018 | 5:00 p. m. | macho | A |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Romerillo | 04/10/2018 | 5:00 p. m. | macho | A |
| <i>Sympetrum gilvum</i> | Santa Lucía | 24/04/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 24/04/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 25/04/2018 | 2:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 16/05/2018 | 9:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 16/05/2018 | 3:00 p. m. | hembra | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 16/05/2018 | 10:00 a. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 16/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Pantala flavescens</i> | Santa Lucía | 16/05/2018 | 11:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 17/05/2018 | 9:00 a. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 17/05/2018 | 8:00 a. m. | macho | A |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 17/05/2018 | 3:00 p. m. | macho | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 18/05/2018 | 3:00 p. m. | hembra | P |
| <i>Rhionaeshna</i> sp | Santa Lucía | 18/05/2018 | 10:00 a. m. | hembra | P |