

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE ODONATA EN LA CUENCA DEL
RIO PIEDRAS, MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA**

PAULA SOFÍA VARGAS BOJORGE

Trabajo para optar por el Título de Bióloga

**Universidad del Cauca
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación
Departamento de Biología
Popayán
2013**

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE ODONATA EN LA CUENCA DEL
RIO PIEDRAS, MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA**

PAULA SOFÍA VARGAS BOJORGE

Trabajo para optar por el Título de Bióloga

Directora

Giselle Zambrano González

Profesora Universidad del Cauca

Departamento de Biología

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Departamento de Biología

Popayán

2013

INDICE

1.RESUMEN.....	5
2.INTRODUCCIÓN.....	6
3.OBJETIVOS.....	8
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	8
4.MARCO TEORICO.....	9
4.1. CLASIFICACIÓN Y BIOLOGÍA DEL ORDEN ODONATA.....	9
4.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA.....	11
4.2 MORFOLOGÍA DE LOS ODONATOS.....	13
4.3 HÁBITAT.....	14
4.3.1 Tipos de Aguas.....	14
4.3.2 Temporalidad del Agua.....	15
4.3.3 Vegetación.....	15
4.3.4 Aguas Contaminadas.....	15
5. ANTECEDENTES.....	16
6. MATERIALES Y METODOS.....	18
6.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	18
6.1.1 Sitio de muestreo a 1980 msnm.....	19
6.1.2 Sitio de muestreo a 2480 msnm.....	19
6.1.3 Sitio de muestreo a 2980 msnm.....	19
6.2 FASE DE CAMPO.....	20
6.3 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA E INVENTARIO.....	21
6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	22
6.4.1 Riqueza específica.....	22
6.4.2 Diversidad.....	22
6.4.3 Comparación de los sitios de muestreo según la altitud.....	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
7.1 CARACTERISTICAS DE LAS FAMILIAS DE ODONATOS ENCONTRADAS EN LA CUENCA DEL RIO PIEDRAS.....	24
7.1.1 Familia Coenagrionidae (Libélulas caballito).....	24
7.1.2 Familia Calopterygidae (Libélulas escarlata).....	24

7.1.3 Familia Megapodagrionidae (Libélulas patonas)	25
7.1.4 Familia Aeschnidae (Libélulas fantasma)	25
7.1.5 Familia Libellulidae (Libélulas dragón)	26
7.2 COMPOSICION DE LA COMUNIDAD DE ODONATOS	27
7.2.1 Composición de Odonatofauna a los 1980 msnm (Vereda Guacas)	34
7.2.2 Composición de Odonatofauna a 2480 msnm (Vereda Quintana).....	34
7.2.3 Composición de Odonatofauna a 2980 msnm (Vereda Quintana).....	34
7.3 RIQUEZA ESPECÍFICA.....	34
7.4 DIVERSIDAD.....	35
7.5 COMPARACIÓN DE LAS ESPECIES SEGÚN LA ALTITUD	36
7.6 DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA ODONATOFAUNA EN LA CUENCA DEL RIO PIEDRAS.....	37
7.7 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES.....	40
8. CONCLUSIONES	41
9. RECOMENDACIONES	42
10. BIBLIOGRAFÍA.....	43
11. ANEXOS.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Estructura corporal de un odonato.....	12
Figura 2.Ubicación de la cuenca del rio Piedras.....	17
Figura 3.Diagrama de los transectos establecidos	21
Figura 4.Ala anterior y detalle de venación de Coenagrionidae.....	24
Figura 5. Ala anterior de Calopterígydae.....	24
Figura 6. Ala anterior de Megapodagrionidae.....	25
Figura 7.Ala anterior y posterior de Aeshnidae.....	25
Figura 8.Ala anterior de un Libellulidae.....	26
Figura 9.Ala posterior de un Libellulidae.....	26
Figura 10.Número de especies por familia.....	30
Figura 11.Especies con mayor número de individuos.....	30
Figura 12.Especies con menor número de individuos.....	31
Figura 13. Número de individuos por especie.....	33
Figura 14. Número de especies según el rango altitudinal.....	39

Lista de Tablas

Tabla 1. Subórdenes y familias de Odonata presentes en Colombia.....	12
Tabla 2 Especies colectadas en la cuenca del rio Piedras.....	24
Tabla 3. Índice de Complementariedad.....	32

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por enseñarme el camino de la sabiduría y la felicidad.

A mi Madre por su amor, por creer en mí, por su apoyo incondicional, por su fortaleza y por brindarme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera llamada Biología.

A mi directora Giselle Zambrano por su apoyo, por sus asesorías y por compartir sus conocimientos conmigo.

A mis asistentes de campo Cristian Velarde, Brian Latorre, María Victoria Ortega, Lorena Buitrón, Miller Domínguez, María Rosero, Diego Imbachí y Carlos Zúñiga por su tiempo, gran amistad y compañía en las salidas de campo.

A mis amigos Cristian Vidal, Santiago Valencia, Robinson Lizcano, Elizabeth Ordoñez, Liliana Vargas, Carlos Valencia, Vianny Plaza y Lina Escobar por compartir tantas historias en el transcurso de la carrera.

1. RESUMEN

En Colombia son escasos los estudios realizados en cuanto a diversidad de libélulas y algunas áreas permanecen prácticamente desconocidas, esto hace que estos estudios sean prioritarios pues permiten asociar la diversidad de libélulas con el estado del hábitat que las sostiene.

Por lo anterior, conocer la diversidad biológica de un determinado grupo de insectos, como el de los odonatos hoy en día es imprescindible debido al acelerado deterioro de su hábitat, con el fin de analizar la diversidad de este orden, en este trabajo se determinó la composición de la comunidad de odonatos adultos a través de un gradiente altitudinal en la cuenca del río Piedras en el municipio de Popayán y se realizó una comparación entre los sitios de muestreo establecidos (1980, 2480 y 2980 msnm), de esta manera se contribuyó a los registros de diversidad de especies de odonatos para el departamento del Cauca.

Se obtuvieron 1295 individuos, distribuidos en 5 familias, 17 géneros y 29 especies. En el suborden Zygóptera la familia más abundante fue Coenagrionidae con la especie *Argia medullaris* seguida de la familia Libellulidae del suborden Anisóptera cuya especie dominante fue *Erythrodiplax fusca*.

El hábitat con mayor número de especies colectadas fue a 1980 msnm, con 654 individuos, 338 del suborden Zygóptera y 316 de Anisóptera, el índice de diversidad de Shannon-Wiener por debajo de 3 indica que la cuenca del río Piedras es un hábitat de baja diversidad de odonatofauna, de acuerdo con el índice de Margalef (3.90) los hábitats muestreados en conjunto hacen de la cuenca del río Piedras una zona de alta riqueza de especies.

2. INTRODUCCIÓN

Los odonatos o libélulas son insectos esencialmente veraniegos. Son animales fascinantes, con características biológicas que facilitan su observación. Los adultos de las libélulas están entre los insectos más grandes y espectaculares: sus extraordinarios coloridos, fenomenales acrobacias en el vuelo y peculiares características biológicas hacen de ellas seres fascinantes. Se estima que existen unas 6000 especies de odonatos habitando en el planeta, organizadas en 3 subórdenes, 8 superfamilias y 29 familias, con aproximadamente unas 58 subfamilias y 600 géneros (Silsby, 2001). Para el continente americano, se incluye un listado de aproximadamente 1900 especies distribuidas en 21 familias, de las cuales se registran 1268 especies distribuidas en 18 familias para la zona de Suramérica. Colombia cuenta con 14 familias en las que existen tan solo 236 de estas especies, en donde por lo menos un 15% de ellas, están registradas únicamente para Colombia en lo que concierne al continente Americano.

El orden Odonata, según González y Novelo (1996) es un grupo que destaca en la clase Insecta no por la cantidad de especies, sino por su capacidad depredadora poco superable por organismos de otros órdenes, lo cual justifica se le considere como un orden importante, ya que son un eslabón en el equilibrio natural, y por lo tanto, parte esencial en muchos ecosistemas (Arnett, 1985).

El conocimiento de la odonatofauna en Colombia es escaso y salvo algunos esfuerzos recientes por estimar los rangos de distribución geográfica de algunas especies (Urrutia, 2005; Heckman, 2006; Paulson, 2004), no existe un trabajo compilatorio de carácter nacional. Esta falta de información se debe, en parte, a que algunas colecciones no se están registrando adecuadamente en la literatura científica y a la falta de taxónomos expertos o de guías y claves para la adecuada identificación de las especies. Por estas razones, es importante documentar las observaciones y las recolecciones de especímenes (Bermúdez y López-Victoria, 2009)

El estudio de Ramírez (2009) con especies de odonatos realizado en los humedales del Municipio de Popayán fue el primer reporte de estas especies para el departamento del

Cauca, debido a esto es importante seguir realizando estudios de este tipo no solo para aumentar los registros, sino también para adoptar nuevas formas de manejo de los recursos naturales de determinadas áreas con la finalidad de protegerlos.

Este estudio tiene como finalidad dar a conocer las especies de insectos del orden Odonata y determinar si existen diferencias en cuanto a la riqueza, abundancia y distribución altitudinal, en tres sectores de la cuenca del río Piedras, Municipio de Popayán, Cauca, con altitudes de 1980, 2480 y 2980 msnm correspondientes a las veredas Guacas y Quintana en las cuales se encuentra Bosque Subandino, con el fin de aportar al conocimiento de este orden.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la diversidad y distribución altitudinal de odonatos adultos en la cuenca del río Piedras.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estimar la riqueza específica y la diversidad de odonatos en los tres sectores.
- Comparar la diversidad de Odonatofauna encontrada en las tres zonas de la Cuenca del Río Piedras.
- Analizar la distribución altitudinal de odonatos en los tres sectores de la cuenca del río Piedras.

4. MARCO TEORICO

4.1. CLASIFICACIÓN Y BIOLOGÍA DEL ORDEN ODONATA

El término “odonato” proviene de la contracción de dos palabras griegas: *odontos* (diente) y *gnathos* (mandíbula). Fue acuñado por primera vez por el naturalista y economista danés Johan Christian Fabricius en 1792, y hace referencia a las potentes mandíbulas que tienen las especies de este primitivo orden de insectos alados compuesto por libélulas y Caballitos del Diablo (González-Callejas, 2007).

El orden agrupa 6000 especies aproximadamente en todo el mundo (Silsby, 2001), divididas en tres subórdenes. El primer suborden Anisóptera (anisópteros) presenta las alas posteriores mayores que las anteriores, nunca juntan las alas al posarse y tienen los ojos unidos o muy próximos. Los caballitos del diablo pertenecen al suborden Zygóptera (zigópteros) y, al contrario que las anteriores, tienen alas iguales entre sí, que juntan al posarse y presentan los ojos separados por más de un diámetro ocular. Algunos zigópteros, pertenecientes a las familias Lestidae y Megapodagrionidae si posan con las alas abiertas, pero pueden cerrarlas bajo condiciones climatológicas especialmente adversas. Existe un tercer suborden, los Anisozygóptera, de características intermedias entre los anteriores, y que agrupa a un género con unas pocas especies asiáticas (Corbet, 1999).

Las libélulas son insectos de metamorfosis sencilla: del huevo colocado por la hembra en el agua, sale una prolarva carnívora que crecerá entre siete a dieciséis estadios hasta su última muda imagal. En esta fase se produce la eclosión para alcanzar la fase adulta o libélula propiamente dicha. También el adulto es carnívoro, durante la fase de cambio de medios las libélulas suelen sufrir una mortalidad importante ya que son presa fácil a depredadores como aves, reptiles, etc. (Corbet, 1999). Una vez emergida, debe pasar cierto tiempo hasta que alcance la madurez. Este preestadio de madurez se denomina téneral y su coloración no se parece a lo que después será el adulto de la libélula (Rodríguez, 2009).

Existen numerosos estudios sobre la reproducción de los odonatos, tanto anatómicos como de comportamiento. La biología reproductiva es bastante compleja, empezando por la morfología del aparato reproductor de los machos, que no tiene relación con ningún otro grupo. No tienen una genitalia primaria, ya que los testículos no tienen conexión directa con el órgano copulador, siendo necesaria la transferencia de los espermatozoides desde el extremo del abdomen a una genitalia secundaria (situada al principio del abdomen, y no al final como es lo habitual en el resto de insectos y en las hembras), forzando la copula en una postura en forma de aro o corazón y que llama bastante la atención (Rodríguez, 2009). Además, existe un complejo juego coevolutivo entre las hembras y los machos, donde desempeña un importante papel la competencia espermática la capacidad de los machos de remover, en mayor o menor medida y con cierta variabilidad dependiente de la morfología y el comportamiento, el esperma de sus rivales del interior de la hembra (Corbet, 1999).

La territorialidad de algunas especies es expresada como un comportamiento agresivo del macho, que protege un área determinada, hacia otros machos de su misma especie que penetran en ese territorio. La territorialidad es más frecuente en los Anisóptera que en algunos Zygóptera. Existe variedad de tácticas reproductivas entre los odonatos, que varía entre especies y entre individuos de una misma especie. Esto quiere decir que se pueden encontrar dentro de una misma especie, machos territoriales que defienden un territorio y a la vez otros machos que se encuentran en los límites de esos territorios y otros machos simplemente vagantes; pudiendo adoptar un mismo individuo diversos papeles a lo largo de su vida. Tras establecer el contacto visual, se puede o no producir un cortejo, simple o elaborado, dependiendo de la especie, al que sigue la cópula y la ovoposición (Corbet, 1999).

El comportamiento reproductor de las libélulas es peculiar y sumamente asombroso: la cópula comienza con una parada nupcial que tiene como objeto atraer a las hembras receptivas, acto seguido, tiene lugar el vuelo de cortejo que consiste en que el macho se cierne sobre la hembra; a continuación se forma el tándem agarrando con los apéndices anales el protórax (en los Zygóptera) o por la parte trasera de la cabeza (cuello) (en los Anisóptera) de la hembra.

Tienen un único modo de reproducción con inseminación indirecta y fertilización aplazada el macho debe llenar su vesícula seminal; para ello repliega el abdomen sobre sí mismo y efectúa la transferencia de esperma desde el segmento S9 en la parte final del abdomen (aparato genital primario) al segmento S2, justo tras el tórax (aparato genital secundario); seguidamente la que levanta el abdomen doblándolo hasta el segundo segmento del macho; los huevos son colocados ya fertilizados por la hembra en el agua. El esperma de otros posibles machos con los que la hembra hubiera realizado una cópula anterior, es retirado por el macho con una especie de paleta o espátula que posee en su genitalia secundaria, asegurándose de ese modo que los huevos fertilizados durante su cópula serán inseminados únicamente con su esperma (Rodríguez, 2009).

4.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

En la tabla 1 se relaciona los dos subórdenes presentes en Colombia, indicando las familias pertenecientes a ellos (Rodríguez, 2007).

Ubicación taxonómica del orden Odonata se presenta a continuación (Virla, 2008).

Reino: Metazoa
Subreino: Eumetazoa
Rama: Bilateria
Grado: Coelomata
División: Protostomia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Hexápoda
Clase: Insecta
Subclase: Pterygota
Infraclase: Paleoptera
Orden: Odonata

Suborden Zygóptera
Familia Dictyriidae
Familia Polythoridae
Familia Calopterygidae
Familia Lestidae
Familia Perilestidae
Familia Megapodagrionidae
Familia Pseudostigmatidae
Familia Platystictidae
Familia Protoneuridae
Familia Coenagrionidae
Suborden Anisóptera
Familia Aeshnidae
Familia Gomphidae
Familia Libellulidae

Tabla 1. Clasificación taxonómica del orden Odonata y sus familias para Colombia.

4.2 MORFOLOGÍA DE LOS ODONATOS

Su estructura corporal se compone de tres partes principales: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1).

Cabeza: alberga un par de antenas, un par de ojos y una boca:

- a. **Antenas:** una característica de los odonatos es que las antenas son muy cortas, casi pasan desapercibidas.
- b. **Ojos:** unos enormes ojos ocupan gran parte de la cabeza. Sin duda son los insectos que poseen mejor capacidad visual y un ángulo de visión de 270°.
- c. **Boca:** teniendo en cuenta que una libélula es una máquina de cazar, su boca es un fantástico aparato masticador con mandíbulas dentadas (de ahí su nombre de odonatos).

Tórax: está dividido en dos partes: protórax en la parte anterior (de pequeño tamaño) y el sintórax en el que se encuentran:

- a. **Alas:** Dos pares: las delanteras o anteriores y las traseras o posteriores. Son membranosas y están surcadas por una complicada red de venas que les da la rigidez necesaria para poder volar. Cerca del ápice de cada una de ellas se encuentra una celdilla opaca llamada pterostigma. La venación de las alas ayuda a su determinación y clasificación.
- b. **Patas:** tres pares; son espinosas y se sitúan hacia adelante. Esas espinas son utilizadas fundamentalmente para cazar y para colgarse y apoyarse en los soportes. No son aptas para caminar.

Abdomen: es alargado, cilíndrico o aplanado, se compone de 10 segmentos, los colores del abdomen ayudan a la determinación de las especies. En el segundo segmento de los machos se encuentra el órgano copulador, encontrándose el orificio genital en el segmento nueve.

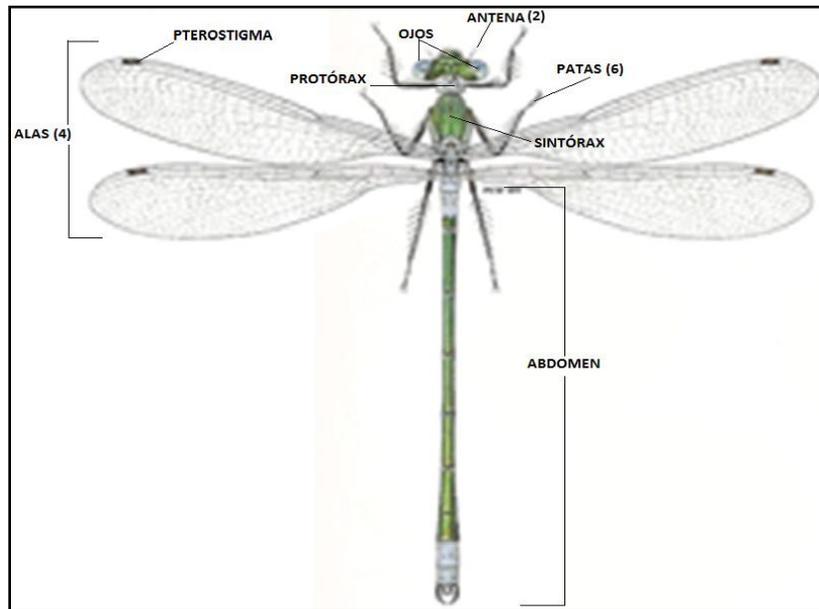


Figura 1. Estructura corporal de un odonato (Rodríguez, 2009)

4.3 HÁBITAT

La distribución de varios grupos y especies de odonatos es sumamente variable. Algunos géneros y especies están ampliamente distribuidos mientras otros son sumamente locales. Muchas especies son específicas en sus requerimientos de hábitat; otras son exclusivas de aguas corrientes (limpias y/o ligeramente contaminadas) o de aguas estancadas (Rodríguez, 2009).

4.3.1 Tipos de Aguas

La totalidad de las especies están ligadas a aguas corrientes (arroyos y ríos) o a aguas estancadas (charcas, lagunas y lagos). Esta estricta dicotomía, opera a un muy alto nivel taxonómico. Las familias *Cordulegasteridae* y *Calopterygidae* están restringidas a aguas con corriente, mientras que *Coenagrionidae* y *Libellulidae* pueden encontrarse en diferentes cuerpos de agua como ríos, ciénagas, charcas y demás (Pérez *et al*, 2013). Estas diferencias pueden estar determinadas por la concentración del oxígeno disuelto en el agua y por la diferencia del fondo entre ríos (piedras y arenas) y lagos (limos), así como por la temperatura de las aguas y su composición química (Rodríguez, 2009).

4.3.2 Temporalidad del Agua

Muchas especies son intolerantes a la desecación de sus hábitats o a las fluctuaciones de temperatura que son asociadas a los cambios en el nivel de agua. Otras son resistentes en huevo o larva a periodos de sequía y pueden aprovecharse del calor para una mayor estimulación en el crecimiento de las larvas acelerándolo (Rodríguez, 2009).

4.3.3 Vegetación

La presencia de plantas tanto sumergidas como flotantes o emergentes, favorecen la puesta de huevos y la supervivencia larvaria. Así mismo, la vegetación herbácea y arbórea sirve de refugio a muchas especies de zigópteros (Rodríguez, 2009).

4.3.4 Aguas Contaminadas

El status eutrofizado y el pH, juegan un importante papel en el sustrato, la vegetación y la calidad de las aguas. Condiciones externas como la acidificación o la eutrofización, a menudo hacen que esa zona contenga un reducido número de especies, aumentando su número a medida que se suavizan ambas condiciones. Las concentraciones de sustancias químicas en el agua, condicionan mucho la habitabilidad de insectos sensibles a la contaminación como son las libélulas (Rodríguez, 2009).

La presencia de Anisóptera y Zygóptera puede ser tomada como un indicador de la calidad de un ecosistema. Un gran número de especies han sido encontradas en sitios que ofrecen una amplia variedad de microhábitats, aunque Anisóptera tiende a ser más sensible a la contaminación que Zygóptera. Muchos factores ecológicos afectan la distribución de las larvas. La acidez del agua, la cantidad y el tipo de vegetación acuática, la temperatura, si el agua es estacionaria o con movimiento todo esto afecta la distribución de las larvas, algunas especies pueden tolerar una amplia gama de condiciones mientras otras son muy sensibles a su ambiente (Bybee, 2005)

5. ANTECEDENTES

Suramérica tropical cuenta con una gran diversidad, pero la investigación de diversos grupos es limitada, siendo la odonatofauna uno de estos grupos con poca información.

En 1953 Racenis inició sus contribuciones al conocimiento de los Odonata neotropicales, con una publicación sobre el estudio de los Odonata de Venezuela. En 1957, registró el primer hallazgo en Venezuela de la familia Synlestidae (Zygóptera) y tres nuevas especies del género *Macrothemis* (Anisóptera: Libellulidae). En 1958 registra dos nuevas especies del género *Aeshna* (Anisóptera: Aeshnidae) y en 1959 publicó el listado de los Odonata del Perú.

Trabajos relevantes para América Central se encuentra Donelly (1979) que realiza una revisión del género *Phyllogomphoides* (Anisóptera: Gomphidae). En Argentina, Rodríguez (1992) presenta la síntesis del estado del orden Odonata enunciando 230 especies en 69 géneros y 11 familias.

En 1992 Ramírez realizó un listado con las descripciones de las especies de Costa Rica, encontrando 268 especies de todo el Orden y 154 solo para el suborden Anisóptera, distribuidas en 5 familias: Libellulidae, Corduliidae, Cordulegastridae, Aeshnidae y Gomphidae.

En Colombia, los estudios que se han realizado sobre taxonomía se enfocan en su gran mayoría en los estados inmaduros de las libélulas. Williamson (1918, 1920) realizó una excursión a nombre de la Universidad de Michigan, con colectas en diversas regiones en donde se describen dos nuevas especies de la familia Gomphidae y algunas especies de los géneros *Progomphus*, *Agriogomphus* y *Archaeogomphus*, pero la totalidad del material reposa hoy en día en museos del exterior (Pérez, 2003).

Santos (1981) registra para Colombia 90 géneros con 235 especies. Arango y Roldán (1983) realizaron un trabajo de alta trascendencia en taxonomía de Odonata (náyades) en Colombia. En esta ocasión, se hizo una sinopsis de los estadios preimagales de algunas especies de Odonata del Departamento de Antioquia.

Cruz (1986) describió e ilustró una nueva especie de *Cianallagma* (Coenagrionidae) del parque de la Florida en la Sabana de Bogotá. Para el Valle del Cauca, Suarez (1987) registró 78 especies, 28 de las cuales correspondían al suborden Zygóptera. Fonseca (1987) describió la morfología del integumento de la náyade de *Aeshna marchali* (Anisóptera: Aeshnidae) y presenta una breve descripción y algunos esquemas de su imago.

Cuan (2001) presento información ecológica, taxonómica de las náyades de Odonata de Guarinocito, el trabajo más exhaustivo realizado en Colombia es el de Pérez (2003) quien registra las especies repartidas en 36 géneros y 10 familias.

Pérez (2003) registró un total de 58 especies en el estado ninfal del distrito de Santa Marta en el Departamento del Magdalena, Bermúdez (2005) realizó un estudio taxonómico del suborden Anisóptera en el departamento del Valle del Cauca donde encontró un total de 49 especies clasificadas en 16 géneros y 4 familias.

Para la costa Caribe se destacan los inventarios realizados por Altamiranda *et al.* (2006) acerca de la riqueza de imagos de Odonatos en siete municipios del Atlántico; igualmente presenta un propuesta de metodología para estimar la distribución y posibles desplazamientos de enjambres de las especies *Miathyria simplex* y *Miathyria marcella* en dos ciénagas de diferentes localidades.

Para el Departamento del Cauca, Ramírez (2009) caracterizó los diferentes tipos de humedales del municipio de Popayán y su entorno, mediante el análisis de la diversidad de odonatos presentes (Anisóptera y Zygóptera), encontrando 723 individuos, distribuidos en 5 familias, 22 géneros y 35 especies, ampliando de esta manera la información sobre los Odonatos de la meseta de Popayán

En Colombia, los estudios de mayor importancia relacionados con el Orden están enfocados en descripciones taxonómicas como las realizadas por: Ris (1918); Williamson (1918); Navas (1935); Paulson (1968); Arango y Roldán (1983), Cruz (1986); Zloty y Pritchard (2001), Bermúdez (2005) e inventarios propuestos por Suárez (1987) y Urrutia (2005).

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Piedras está ubicada en los municipios de Popayán y Totoró, al Nororiente de la ciudad de Popayán, sobre el flanco occidental de la cordillera Central. Se encuentra a $76^{\circ} 31' 10''$ W y $2^{\circ} 21' 45''$ N, en el nacimiento del río y a $76^{\circ} 23' 45''$ W y $2^{\circ} 25' 40''$ N en la desembocadura del río Cauca. Limita al norte con la divisoria de aguas de la cuenca del río Palacé, al sur con la divisoria de aguas del río Vinagre, al este con los cerros de Puzná y Cargachiquillo, al oeste con el río Cauca. Hace parte de la cuenca del río Cauca en el departamento del Cauca (Figura 2), su extensión es de 6.626 hectáreas. La cuenca comprende Selva Subandina, Selva Andina y Páramo, cuenta con alturas desde los 1980 msnm hasta 3820 msnm y una temperatura promedio de 14°C .

La cuenca comprende Selva Subandina, Selva Andina, y Páramo. Predominan las formas de montaña, presentándose un proceso de erosión natural, geológicamente propiciado por las formas escarpadas del relieve. En la zona de clima frío, la erosión es ligera porque existe una capa densa de ceniza volcánica con alta resistencia a la misma.

Este ecosistema, considerado como un reservorio estratégico, está conformado por 13 Microcuencas, Humedales, y Manantiales, su regulación hídrica tiene influencia sobre la única zona de Páramo del Municipio de Popayán.

En cuanto a vegetación, se reportan especies importantes como el roble, el cedro nogal, cedro negro. En cuanto a fauna, se reportan especies menores como aves, pequeños mamíferos, insectos y algunos reptiles.

Es típicamente un clima ecuatorial de montaña con pisos térmicos, existe un régimen monomodal en la región considerando la precipitación promedio mensual multianual (160.5mm), enmarcado por un periodo de lluvias entre Septiembre y Mayo y un periodo seco entre Junio y Agosto, no obstante el periodo de lluvia más intenso se presenta en los meses de Septiembre- Diciembre.

En la cuenca del Río Piedras, la economía se sustenta principalmente de los sistemas productivos tradicionales y en especial la ganadería extensiva seguida de la explotación agrícola. A nivel nacional, el agua de río Piedras ocupa los primeros lugares en calidad (Maya *et al*, 2006).

6.1.1 Sitio de muestreo a 1980 msnm

En la vereda Guacas se presentan relictos de bosque secundario en proceso de regeneración, que han sido y están expuestos a la constante y continua presión antrópica. Ofrece una cobertura al suelo menor del 80%. Por su configuración estructural se encuentran especies como: Roble (*Quercus humboldtii*), Laurel (*Lauraceae* sp), Aliso (*Alnus acuminata*), Arrayán (*Myrrcianthes* sp), Mano de Oso (*Oreopanax* sp), entre otros.

Se presenta clima medio y húmedo, en la parte baja de la Subcuenca, en la vereda Guacas con temperaturas promedio similares de 19.3°C (Maya *et al*, 2006).

6.1.2 Sitio de muestreo a 2480 msnm

En la vereda Quintana se presentan principalmente bosque de roble (*Quercus humboldtii*), es un hábitat de vegetación muy diversa y abundante, presenta un bosque frondoso en la orilla del río. Presenta un clima frío y Húmedo con rangos promedio anual de 17°C de temperatura, 172.9 mm de precipitación (Maya *et al*, 2006).

6.1.3 Sitio de muestreo a 2980 msnm

Los bosques a medida que van ubicándose en alturas mayores se encuentra menos intervenidos y se encuentran en estado más natural contribuyendo en la protección del agua. En este rango altitudinal se presentan estos ecosistemas, son áreas de pequeños relictos de bosque natural denso poco intervenidos en donde predominan especies arbóreas naturales como el Arrayán (*Myrrcianthes* sp).

Esta zona también presenta un clima frío y húmedo desde los 2000 a los 3000 msnm (Maya *et al*, 2006).

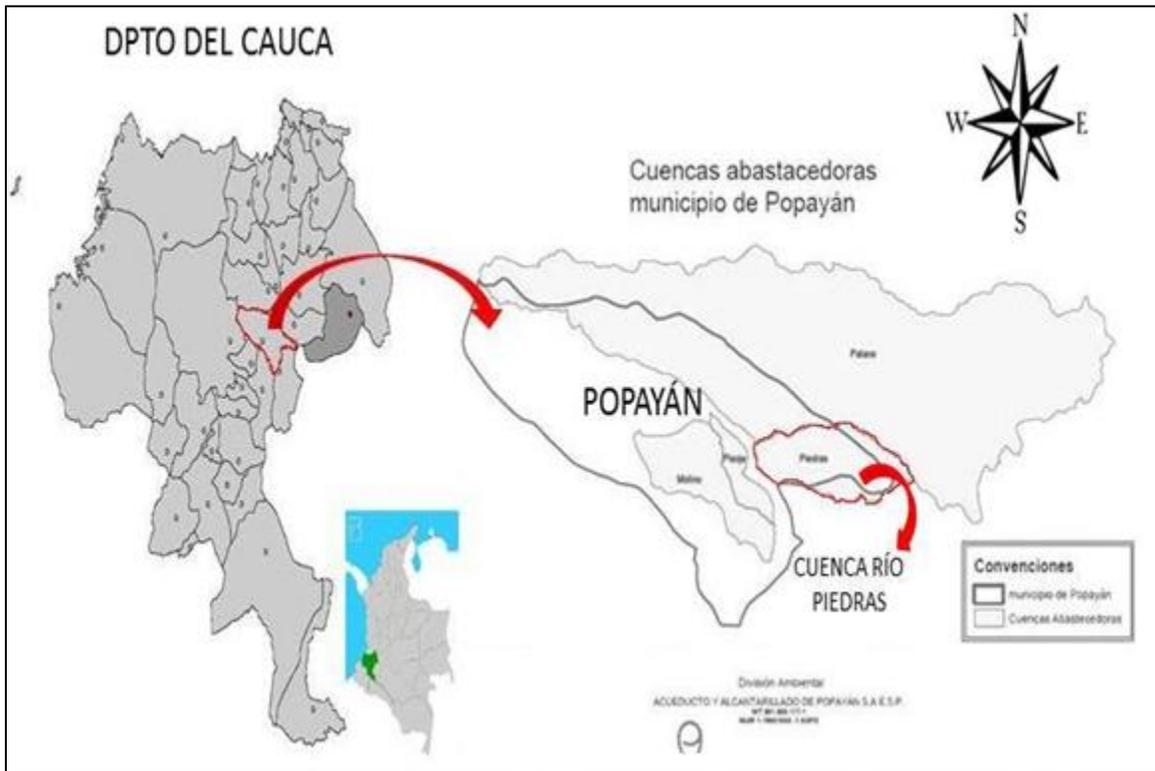


Figura 2. Ubicación de la Cuenca del Río Piedras. Fuente: <http://www.acueductopopayan.com.co>

6.2 FASE DE CAMPO

6.2.1 METODO DE MUESTREO

Los muestreos se realizaron en tres puntos, empezando en los 1980 msnm en la vereda Huacas, el segundo punto a 2480 msnm y el tercer punto en 2980 msnm en la vereda Quintana, estos hábitats se caracterizan por la presencia de Bosque Subandino y Andino.

En cada sitio de muestreo se realizaron tres transectos (3) de 500 m aproximadamente, desde la orilla del río hasta el bosque, el ancho de los transectos fue de 8 m aproximadamente y la distancia entre ellos fue de 50 m (Figura 3). Los muestreos se realizaron con esfuerzo de dos personas, colectando los ejemplares avistados durante el recorrido desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm horario de mayor actividad de las libélulas, durante cinco (5) días. Las salidas de campo fueron realizadas en los meses de Febrero a

Mayo con tres salidas de campo por sitio de muestreo para un total de nueve (9) salidas. El método de colecta utilizado fue la captura activa de los imagos con redes entomológicas.

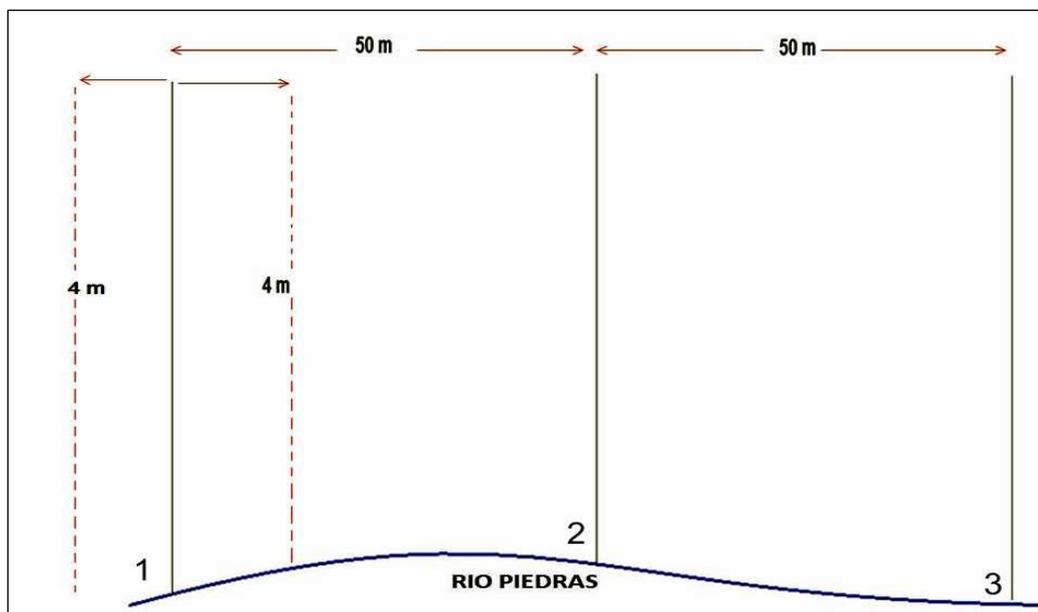


Figura 3. Diagrama de los transectos establecidos.

6.3 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA E INVENTARIO

Después de capturar los individuos se sacrificaron en una cámara letal compuesta por un recipiente plástico y un algodón impregnado de acetona, posteriormente se preservaron en sobres entomológicos (triángulos de papel pergamino), que fueron rotulados con fecha y lugar de colecta, se depositaron en una caja plástica con sílica gel para evitar su deterioro.

Para la identificación de las especies colectadas, se utilizaron las claves taxonómicas: Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata- Zygóptera (Heckmn, 2008), Encyclopedia of South America Aquatic Insects: Odonata-Anisóptera (Heckman, 2006), Dragonflies and Damselflies (Odonata) of Costa Rica (Haber *et al* 2010) y Dragonflies and Damselflies Odonata of Monteverde, Costa Rica (Haber, 2011), Clave para los imagos de los géneros de *Libellulidae* (Odonata: Anisóptera) del Valle del Cauca, Colombia (Bermúdez, 2005).

El material colectado se depositó en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, conservado en seco en sobres con la información correspondiente para una futura revisión del material colectado (números de catálogo).

6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.4.1 Riqueza específica

Para obtener el número de especies presentes en la comunidad muestreada se utilizó el índice de diversidad de Margalef (Moreno, 2001).

$$D_{MG} = S - 1 / \ln N$$

Dónde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos

6.4.2 Diversidad

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

6.4.3 Comparación de los sitios de muestreo según la Altitud

Se utilizó el índice de complementariedad el cual evalúa que tan diferentes son dos paisajes en términos de composición de las especies del grupo biológico de interés. Este índice varía de 0 a 1, los valores cercanos a 1 indican que los paisajes son muy diferentes

en la composición de especies y que por lo tanto se complementan en una escala regional (Moreno, 2001).

Índice de complementariedad $C_{AB} = U_{AB}/S_{AB}$

Para obtener los valores de complementariedad se deben encontrar primero dos medidas:

La riqueza total para ambos sitios combinados: $S_{AB} = a+b-c$

Dónde: **a** es el número de especies del sitio A, **b** es el número de especies del sitio B y **c** es el número de especies en común entre los dos sitios.

El número de especies únicas en cualquiera de los dos sitios: $U_{AB} = a+b-2c$

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS DE ODONATOS ENCONTRADAS EN LA CUENCA DEL RIO PIEDRAS

7.1.1 Familia Coenagrionidae (Libélulas caballito)

Coenagrionidae es sin lugar a dudas la familia más numerosa de libélulas, así como también puede verse en diversidad de tamaños, colores y hábitos. Las diferentes especies pueden encontrarse en todo tipo de cuerpos de agua, ríos, ciénagas, charcas, áreas boscosas, páramos y hasta en zonas semidesérticas.

Es difícil reunir sus características para hacer fácil su identificación, pero en relación a su venación alar se distingue la posición de la vena IR3 (Figura 4) (Pérez *et al*, 2013).

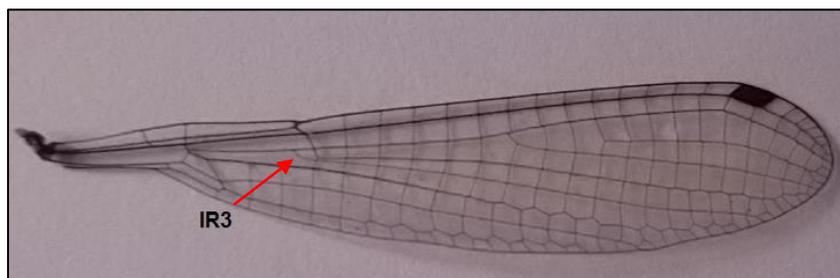


Figura 3. Ala anterior y detalle de venación de Coenagrionidae, Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013.

7.1.2 Familia Calopterygidae (Libélulas escarlata)

Las libélulas de esta familia pueden encontrarse en las riberas de los ríos y quebradas, siempre posadas en la punta de las hojas de la vegetación especialmente en los tramos soleados. Son libélulas de alas muy vistosas dado a su color rojo en la base de las mismas y en algunas especies también en las puntas. La venación alar es más densa con muchas antenodales (Ant) y el lado anterior del árculo es convexo (Pérez *et al*, 2013).

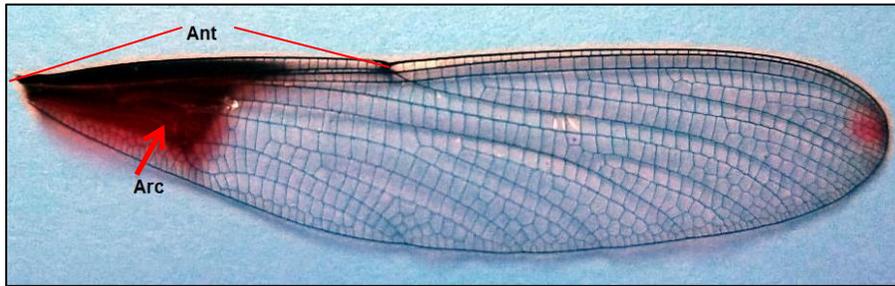


Figura 4. Ala anterior de Calopterígydae.
Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013

7.1.3 Familia Megapodagrionidae (Libélulas patonas)

Los Megapodagrionidae son libélulas de hábitos variados pero todas habitan desde pequeñas quebradas de montaña hasta grandes ríos de planicie, pueden presentar vivos colores lo que las hace más fáciles de observar. En su venación se puede resaltar la presencia de venas y sectores suplementarios (vs) (Pérez *et al*, 2013).



Figura 5. Ala anterior de Megapodagrionidae.
Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013.

7.1.4 Familia Aeschnidae (Libélulas fantasma)

Los odonatos de esta familia tienen el vuelo más rápido y ágil entre las libélulas, se observan con frecuencia volando en los estratos altos de las áreas abiertas a lo largo de ríos y quebradas, también son comunes en pantanos y lagunas desde el nivel del mar hasta paramos; exhiben coloración muy vistosa y pueden llegar a ser muy grandes. Por lo

general son más activas de día aunque algunas especies son exclusivamente crepusculares.

Los ésnidos son fáciles de distinguir dado que su venación es muy similar en las alas anteriores y posteriores, además los triángulos (t) de ambas alas se orientan en la misma dirección (Pérez *et al*, 2013).

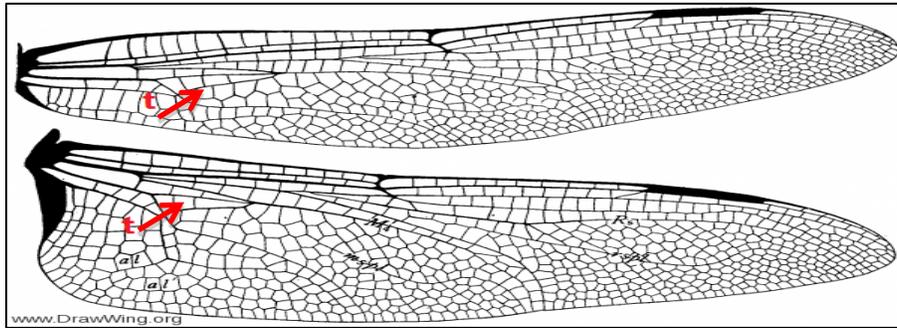


Figura 6. Ala anterior y posterior de un ésnido. (Comstock, 1918).

7.1.5 Familia Libellulidae (Libélulas dragón)

Los libelúlidos son quizá las libélulas que más contacto guardan con el hombre, es también la familia más numerosa en especies del mundo de las libélulas después de los Coenagrionidae. Son comunes incluso en ambientes urbanizados y con severos grados de perturbación. Son muy variadas en colores, tamaños y hábitos. Se les encuentra compartiendo hábitats con la gran mayoría de otros grupos taxonómicos de libélulas.

Los libelúlidos poseen venación muy diferente en alas anteriores y posteriores, una característica que puede usarse con bastante confianza para distinguirlos del resto de libélulas es el lazo anal (La), que generalmente forma una figura parecida a una pierna humana (Pérez *et al*, 2013).

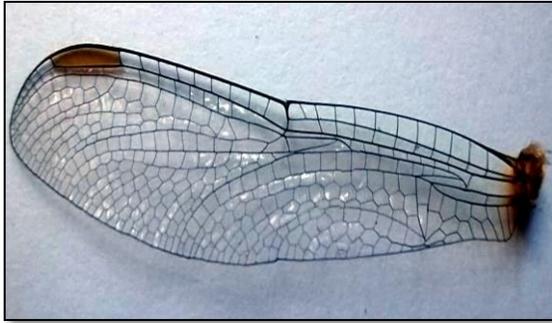


Figura 7. Ala anterior de un libelúlido.
Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013.

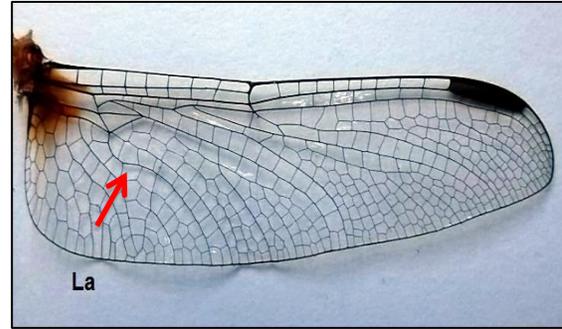


Figura 8. Ala posterior de un libelúlido.
Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013.

7.2 COMPOSICION DE LA COMUNIDAD DE ODONATOS

En la Cuenca del Rio Piedras, se colectaron 1295 individuos, distribuidos en 17 géneros y 29 especies, correspondientes a 5 familias (Cuadro 1, Anexo 1).

SUBORDEN ZYGOPTERA	
FAMILIA	ESPECIE
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion williamsoni</i> Leonard, 199. <i>Acanthagrion trilobatum</i> Leonard, 1977 <i>Acanthagrion</i> sp Selys, 1876 <i>Argia fissa</i> Selys, 1865. <i>Argia frequentula</i> Calvert, 1907. <i>Argia infrequentula</i> Fraser, 1946. <i>Argia medullaris</i> Hagen in Selys, 1865. <i>Argia</i> sp 1 Rambur, 1842. <i>Argia</i> sp 2 Rambur, 1842. <i>Argia</i> sp 3 Rambur, 1842. <i>Homeoura chelifera</i> Selys, 1876. <i>Mesamphiagrion demarmelsi</i> Cruz, 1986. <i>Mesamphiagrion risi</i> De Marmels, 1997. <i>Oxyallagma dissidens</i> Selys, 1876.
Calopterygidae	<i>Hetaerina cruentata</i> Rambur, 1842. <i>Hetaerina fuscoguttata</i> Selys, 1878.
Megapodagrionidae	<i>Teinopodagrion macropus</i> Selys, 1862.

SUBORDEN ANISÓPTERA	
FAMILIA	
Aeschnidae	<i>Gynacantha</i> sp Rambur, 1842. <i>Remartinia luteipenis</i> Burmeister, 1839 <i>Rhionaeschna cornígera</i> Brauer, 1865.
Libellulidae	<i>Cannaphila vibex</i> Hagen, 1861. <i>Dythemis multipunctata</i> Kirby, 1894. <i>Erythrodiplax castanea</i> Burmeister, 1839 <i>Erythrodiplax connata</i> Burmeister, 1839. <i>Erythrodiplax fusca</i> Rambur, 184). <i>Libellula herculea</i> Karsch, 1889. <i>Macrothemis hahneli</i> Ris, 1913. <i>Pantala flavescens</i> Fabricius, 1798). <i>Sympetrum gilvum</i> Selys, 1884.

Tabla 2. Especies colectadas en la cuenca del río Piedras

Las 29 especies encontradas en la cuenca del río Piedras representan un 12.28% de la odonatofauna presente en Colombia, según los listados presentados por Paulson (1983), donde registra 236 especies para Colombia.

Al comparar la información obtenida con los registros de estudios anteriores a nivel nacional, el número de especies encontradas son similares debido a que las zonas de estudio presentan características semejantes como por ejemplo vegetación abundante y principalmente focos de agua (ríos, lagos, lagunas o humedales) ideales para encontrar libélulas, especialmente se les encuentra en áreas abiertas dentro del bosque o cerca de cuerpos de agua (Louton *et al.*, 1996). Se conoce que Urrutia (2005) registro 40 especies de odonatos del suborden Zygóptera para cuatro unidades fisiográficas del departamento del Valle del Cauca, las cuales representan un 32% aproximadamente de la odonatofauna registrada para el país, las cuatro zonas muestreadas se caracterizaban por presencia de manglares, vegetación densa y una de ellas presenta alto grado de intervención con pastos y agricultura establecida con algunos relictos de vegetación natural, Garzón-Sanabria (2009) reporta para el municipio de Sabana de Torres-Santander 39 especies pertenecientes a 7 familias y 22 géneros en seis estaciones de muestreo, presentando la mayor abundancia aquellas que pertenecen al suborden Zygóptera, lo cual puede atribuirse principalmente a la gran cobertura vegetal presente en la zona de estudio, De

Marmels (2006) encontró 31 especies de odonatos para el departamento de Quindío y Altamiranda (2009) reporta 20 especies pertenecientes a 5 familias y 15 géneros para dos usos de suelo en un bosque tropical en los cuales había la presencia de un sistema acuático lotico, en el municipio de Santa Fe, Antioquia. En lo referente al departamento del Cauca aunque son pocos los estudios realizados con libélulas, cuenta con el trabajo realizado por Ramírez (2009) en los humedales de Popayán en la cual se reportan 35 especies pertenecientes a 5 familias, 22 géneros.

Teniendo en cuenta el rango altitudinal en la distribución y diversidad de especies de odonatos se conoce el trabajo realizado por Torralba Burrial (2009) donde se muestrearon un total de 295 localidades distribuidas por toda Asturias. Se concluye que la riqueza específica disminuye a lo largo del gradiente altitudinal y también existen cambios cualitativos. Aparecen especies limitadas a altitudes elevadas (*Sympetrum flaveolum*), género presente en Colombia con una única especie (*Sympetrum gilvum*) que fue encontrada a los 2480 msnm en la cuenca del río Piedras. Otro grupo, de especies termófilas, sólo se encuentran a muy baja altitud (*Crocothemis erythraea*). Algunas se distribuyen a lo largo de todo el gradiente altitudinal y otras posiblemente también (*Ischnura graellsii*, *Aeshna cyanea*). El género *Ischnura* también está presente en Colombia con 4 especies reportadas, pero en este estudio no fue colectada.

Realpe en el 2009 determina la composición de odonatos en relación a un perfil altitudinal en la Cordillera Oriental, describe dos nuevas especies del género *Ischnura* y estima los tiempos de divergencia para las especies de *Ischnura* y los relaciona con la edad de formación de la Cordillera Oriental, clasifica 107 especies de las cuales 6 son reportes nuevos para la ciencia así como 28 nuevos registros para la odonatofauna colombiana.

De las familias colectadas Coenagrionidae presentó el mayor número de especies (14) seguida por la familia Libellulidae (9), Aeschnidae (3), Megapodagrionidae (1) y Calopterygidae (2) (Figura 9).

Para Colombia se registran 14 familias (Paulson, 2007), de acuerdo a esto, las familias de odonatos encontradas en la cuenca del río Piedras representa un 35.7% aproximadamente de la odonatofauna colombiana. Se observa que las familias con mayor abundancia en todo el muestreo fueron Coenagrionidae y Libellulidae, las cuales

se caracterizan por ser las familias más numerosas de libélulas en todo el mundo (Pérez *et al*, 2013) y que se pueden encontrar en variados ecosistemas.

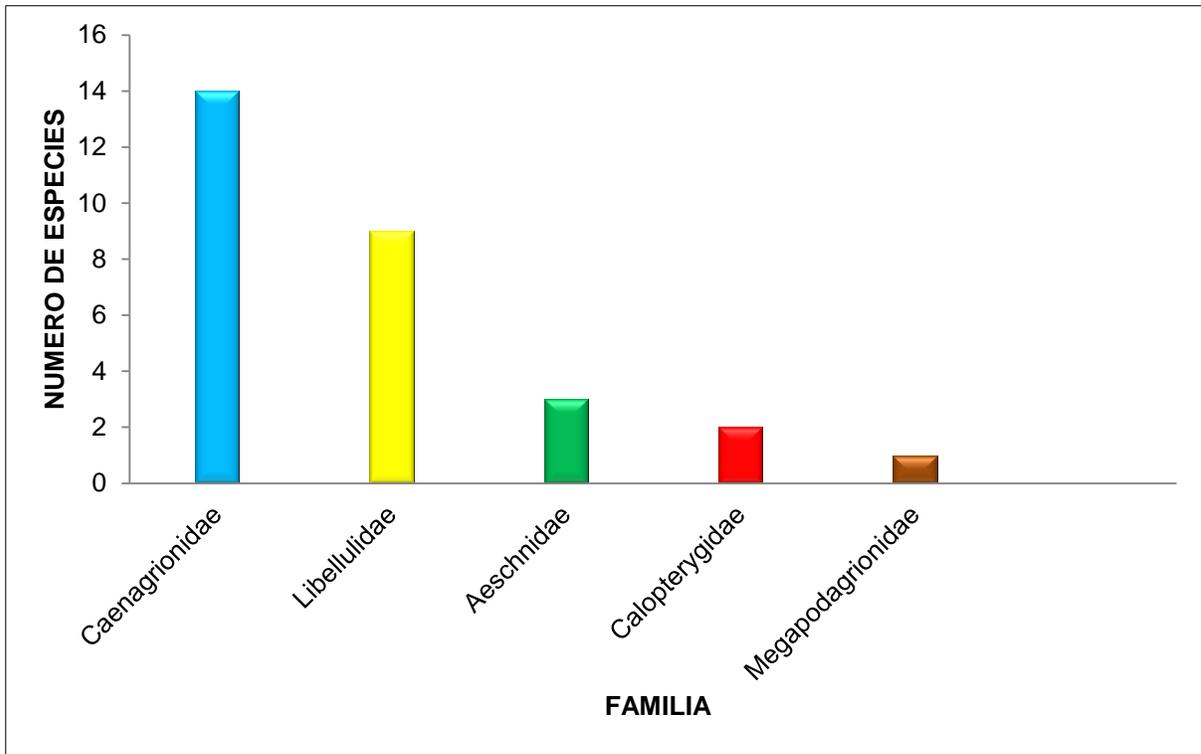


Figura 9. Número de especies por Familia.

Teniendo en cuenta que el total de individuos colectados en todo el muestreo fue 1295, las especies con mayor número de individuos durante todo el muestreo fueron *Erythrodiplax fusca* (310) con un 23.93%, seguida por *Hetaerina cruentata* (279) con 21.54%, *Argia medullaris* (196) con 15.13% y por último la especie *Argia* sp 1 (163) con 12.58% (Figura 10 y 12).

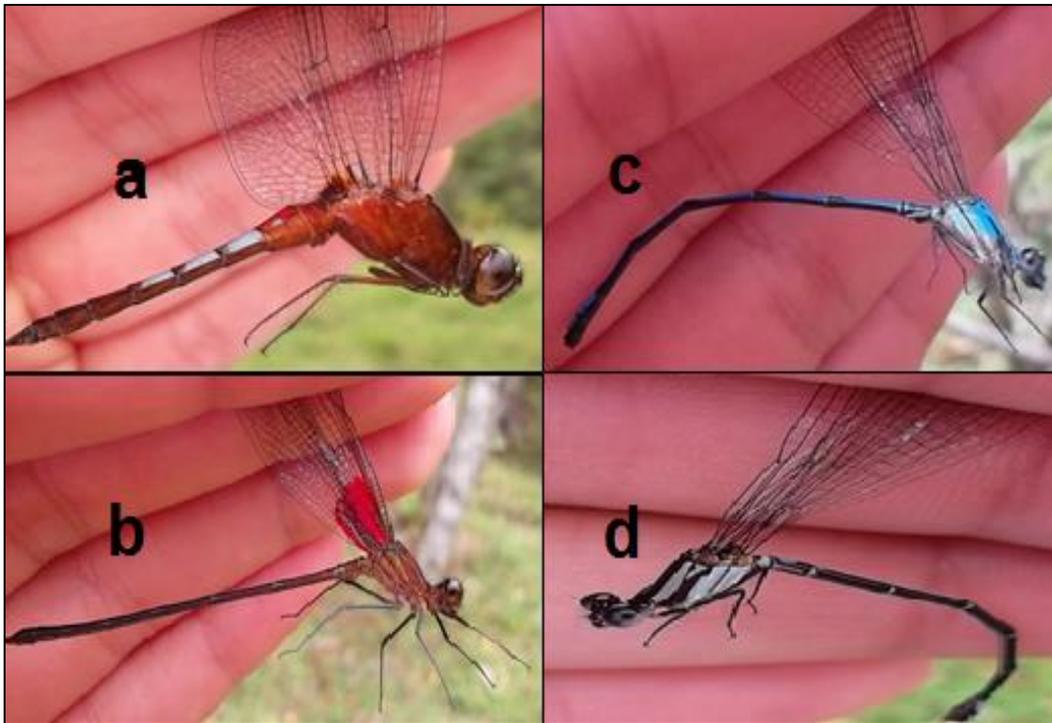


Figura 10. Especies con mayor número de individuos a. *Erythrodiplax fusca*, b. *Hetaerina cruentata*, c. *Argia medullaris* y d. *Argia* sp 1. Fotografías: Fotografía: Vargas-B, P.S, 2013.

Las especies menos abundantes en todo el muestreo fueron: *A. williamsoni* (1), *Gynacantha* sp (1), *P. flavescens* (1), *H. chelifera* (1), *S. gilvum* (1), *R. luteipennis* (1), *A. infrequentula* (2), *Argia* sp 2 (1), *Argia* sp 3 (1), *Acanthagrion* sp (1) con un porcentaje de 0.07 % (Figura 11 y 12).

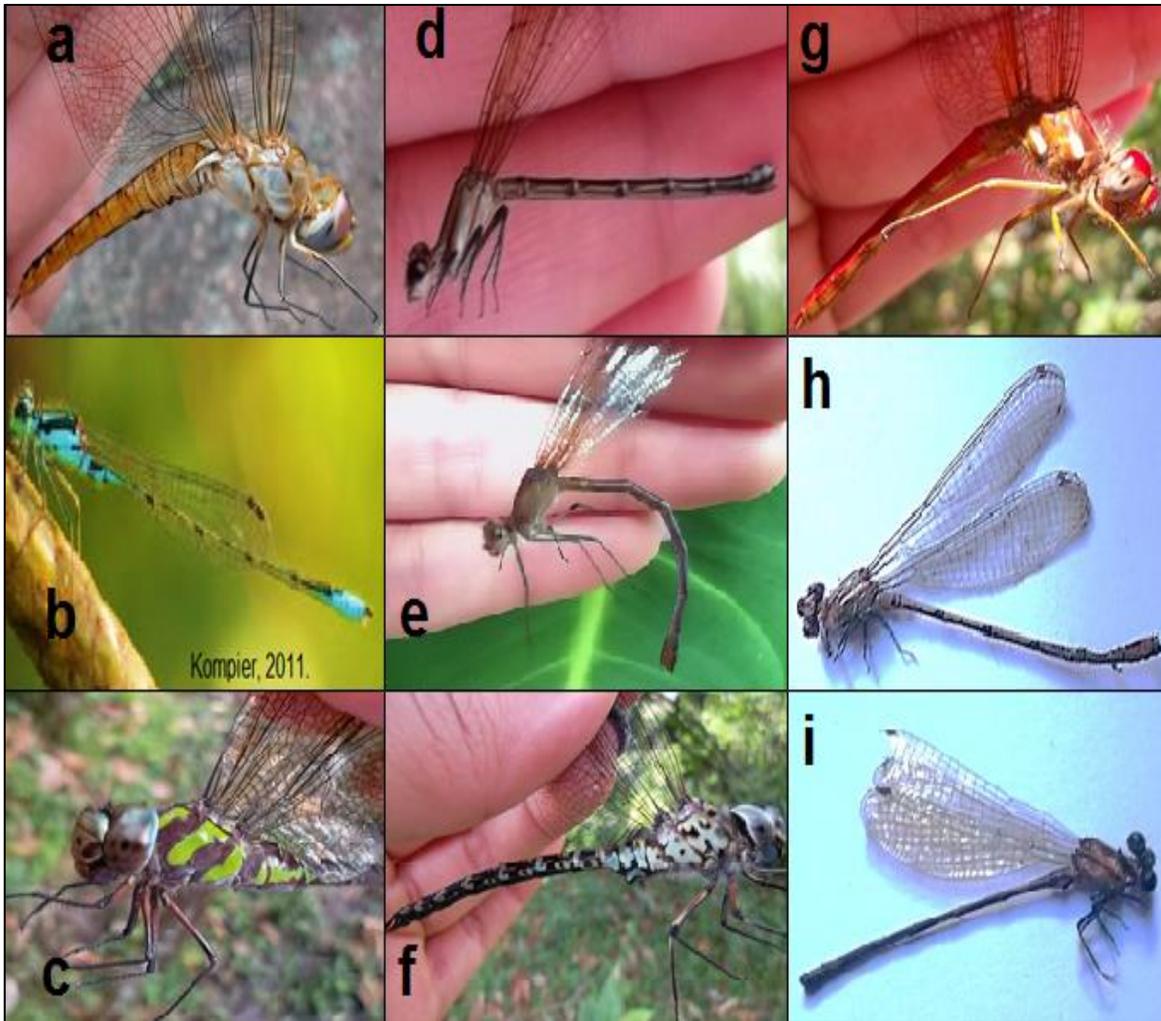


Figura 11. Especies con menor número de individuos a. *Pantala flavescens* b. *Homeoura chelifera*, c. *Gynacantha* sp, d. *Argia infrequentula*, e. *Argia* sp 2, f. *Remartinia luteipenis*, g. *Sympetrum gilvum*, h. *Argia* sp 3, i. *Acanthagrion* sp. Fotografías: Vargas, 2013, Kompier, 2011.

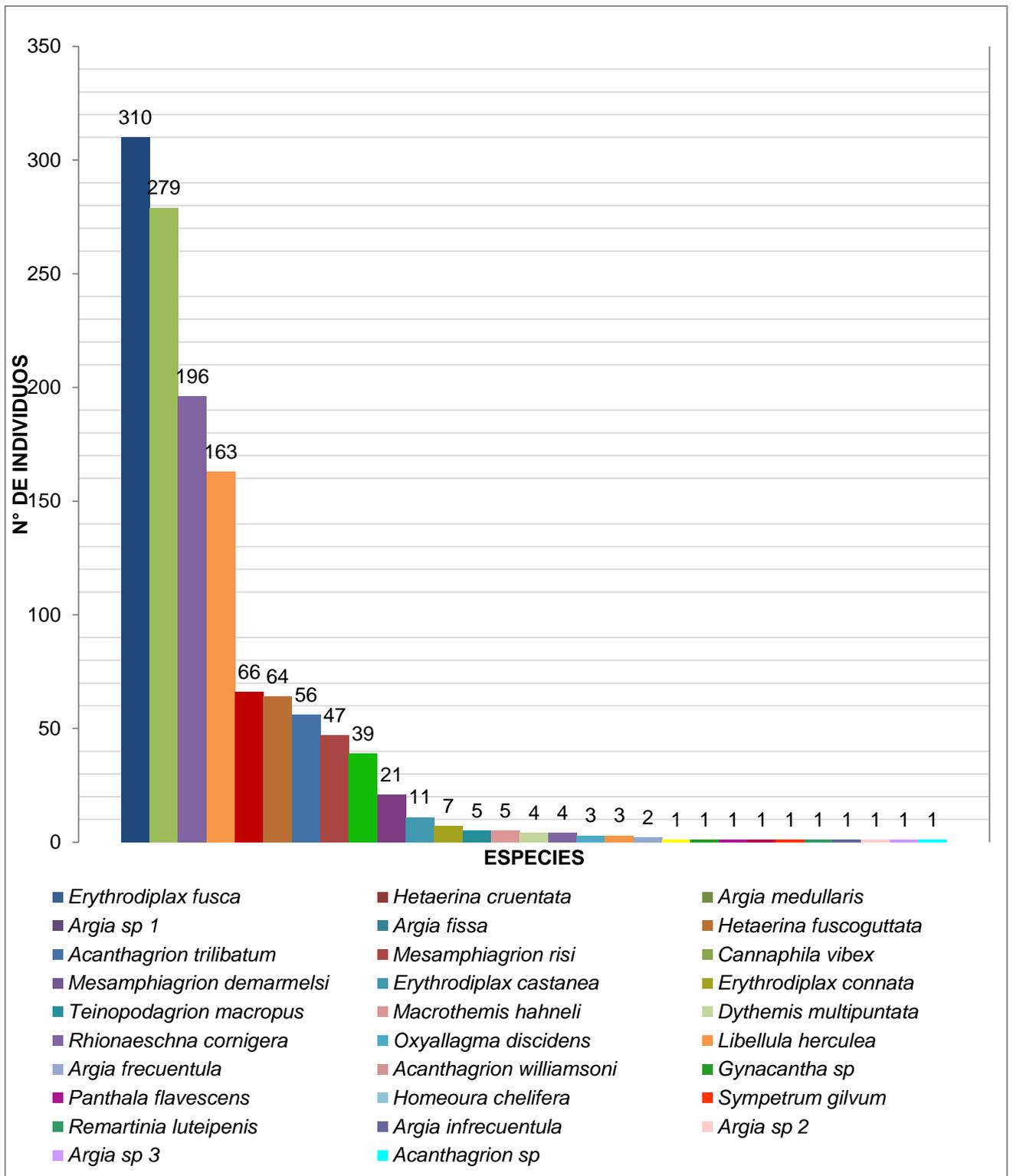


Figura 12. Número de individuos colectados por especies.

7.2.1 Composición de Odonatofauna a los 1980 msnm (Vereda Guacas)

Se encontró la mayor riqueza y abundancia de especies, se colectaron 654 individuos, 9 especies de Zigópteros y 8 Anisópteros, la especie más abundante fue *Erythrodiplax fusca* con 191 individuos colectados, seguida de *Argia medullaris* con 170 y *Argia* sp 1 con 163. La familia más representativa fue la familia Coenagrionidae con 7 especies, seguida de la familia Libellulidae con 5 especies. Las especies menos abundantes fueron *Gynacantha* sp, *Acanthagrion williamsoni*, *Pantala flavescens*, *Homeoura chelifera*, *Erythrodiplax castanea*, *Argia* sp 2, *Argia* sp 3 y *Acanthagrion* sp.

7.2.2 Composición de Odonatofauna a 2480 msnm (Vereda Quintana)

Se colectaron 464 individuos de 14 especies, las más abundantes son *Hetaerina cruentata* (165) y *Erythrodiplax fusca* (118) y las menos abundantes *Sympetrum gilvum* (1) y *Remartinia luteipennis* (1). Se colectaron 7 especies de Zigópteros y 7 especies de Anisópteros. La familia con mayor número de especies fue Libellulidae con 6 especies colectadas, seguida de la familia Coenagrionidae con 4 especies, las familias con menor número de especies colectadas fueron Calopterygidae (2), Aeschnidae (1) y Megapodagrionidae (1).

7.2.3 Composición de Odonatofauna a 2980 msnm (Vereda Quintana)

Se presentó una disminución de especies (177) debido al aumento de rango altitudinal, las especies más abundantes en este hábitat fueron *Argia fissa* (66), *Acanthagrion trilobatum* (56) y *Hetaerina cruentata* (37) y las menos abundantes fueron *Erythrodiplax castanea* (8) y *Argia frequentula* (2). Se colectaron 5 especies pertenecientes al suborden Zygóptera y 4 especies pertenecientes al suborden Anisóptera.

En cuanto a las familias, las más representativas fueron Coenagrionidae y Libellulidae y la de menor número de especies fue Calopterygidae.

7.3 RIQUEZA ESPECÍFICA

El valor del índice general fue de 3.90 lo que indica que la cuenca del río Piedras podría considerarse como una zona de alta riqueza de odonatofauna.

Los valores obtenidos para las tres zonas de muestreo son los siguientes: vereda Guacas (1980m) 2.46, vereda Quintana 2.11 y vereda Quintana (2980 msnm) 1.54.

El mayor índice de Margalef lo muestra el punto a 1980 msnm (2.46) donde se encontró un mayor número de individuos, esta zona está expuesta a una presión antrópica, pero existen relictos de bosque secundario en proceso de regeneración, a pesar de esto, la zona ofrece los recursos habitacionales favorables para la supervivencia de los odonatos. Teniendo en cuenta que es el primer rango altitudinal muestreado, ofrece una temperatura adecuada para el desarrollo de las libélulas; mientras que a 2980 msnm se encontró el menor número de especies, hecho que confirma que los cambios altitudinales son importantes y se manifiestan en la disminución tanto en la abundancia como en la riqueza de odonatofauna, de 17 especies a 1980 msnm se pasa a 9 especies a 2980 msnm; la forma en la que varía la temperatura define su papel potencial en la distribución y abundancia de los organismos debido a que también se da una disminución de la temperatura al ascender en altitud.

La altitud a la que vive una especie suele ser el reflejo de unas condiciones climáticas adecuadas que permiten su vida y su reproducción. En el caso de los odonatos, el reflejo de las condiciones climáticas y geográficas que hacen posible la existencia del medio acuático concreto que permite el desarrollo de sus larvas (Ocharan *et al*, 2004).

La altitud, asociada a otros factores como la temperatura, resulta un factor de suma importancia para perfilar la distribución de algunas especies, de esta manera a los 2980 msnm no es suficiente contar con un foco de agua y un bosque natural denso poco intervenido, ya que principalmente las libélulas prefieren zonas más cálidas, se ha indicado que la temperatura afecta el desarrollo larvario, el ciclo vital, la distribución y el comportamiento de las larvas de odonatos (Corbet, 1999).

7.4 DIVERSIDAD

El índice de Shannon-Wiener general arroja un resultado de 2.33, esto indica que la zona muestreada es poco diversa, los valores para los tres sitios de muestreo se mencionan a continuación:

A 1980 m se obtuvo un índice de 1.64 con el cual se deduce que es un hábitat de baja diversidad, se colectaron 17 especies de las cuales 11 son exclusivas para este rango altitudinal, se capturan especies propias de este tipo de hábitat como *Argia* sp 1, *A. williamsoni*, *Gynacantha* sp, *P. flavescens*, *E. connata*, *R. conrnigera*, *Argia* sp 2, *Argia* sp 3, *H. chelifera*, *D. multipunctata* y *Acanthagrion* sp, Esta zona obtuvo una mayor riqueza y abundancia de especies por ser una zona de temperatura constante y buena vegetación.

A 2480 msnm se obtuvo un índice de 1,80 que indica baja diversidad, se colectaron 14 especies, 7 de las cuales se habían colectado a 1980 msnm como *A. medullaris*, *E. fusca*, *H. cruentata*, *C. vibex*, *H. fuscoguttata*, *M. hahneli*, *E. castanea*.

Se colectan 7 especies exclusivas de este rango altitudinal como *M. demarmelsi*, *M. risi*, *S. gilvum*, *O. dissidens*, *L. hercúlea*, *T. macropus* y *R. luteipenis*. En esta zona se observó que algunas de las especies generalistas como por ejemplo *H. cruentata* que se colectaron en las tres zonas de muestreo obtienen su mayor abundancia.

A 2980 msnm se colectaron 9 especies, de las cuales 4 exclusivas de este rango altitudinal, con un índice de 1.44, es notable la disminución de la riqueza de especies y de sus abundancias debido a que al aumentar el rango altitudinal disminuye la temperatura y son muy pocas las especies que toleran estos cambios, que muestran resistencia y que las condiciones extremas no son un impedimento para su reproducción y supervivencia como por ejemplo *A.fissa*, *A. triolobatum*, *A. frequentula* y *A. infrequentula*, especies exclusivas de esta altura, condiciones que hacen que esta zona sea poco diversa ya que por lo general los odonatos son especies que prefieren zonas cálidas.

7.5 COMPARACIÓN DE LAS ESPECIES SEGÚN LA ALTITUD

La complementariedad depende de la oferta de recursos en cada uno de los hábitats y los recursos que estos ofrecen al componente de fauna son distintos, por lo cual la biota que se establece, cambia de acuerdo con sus necesidades de explotación de recursos alimenticios y espaciales (Halffter y Moreno 2005). El valor de complementariedad de las alturas muestreadas está entre el 72 y 81%, y se puede considerar que las tres altitudes se están complementando debido a que muestran diferencias importantes en las especies encontradas principalmente por número de especies exclusivas presentes.

El índice de complementariedad indica que las áreas más complementarias son las altitudes de 1980 y 2980 msnm, con un porcentaje de 81%, esto debido a que son hábitats que presentaron diferencia en cuanto a la vegetación y la temperatura, a 1980 msnm había cierto grado de presión antrópica relictos de bosque y una temperatura promedio de 19 °C, mientras que a los 2980 msnm la vegetación es más diversa y abundante y la temperatura promedio es de 18.4 °C. Mientras que las altitudes menos complementarias con 72% fueron 2480 y 2980 m (Tabla 2).

Tabla 3. Índice de Complementariedad.

Índice de complementariedad	1980 msnm- 2480 msnm	1980 msnm- 2980 msnm	2480 msnm- 2980msnm
Número de especies de la primera localidad de comparación (A)	17	17	14
Número de especies de la segunda localidad de comparación (B)	14	9	9
Especies en común entre los dos sitios (C)	6	4	5
Especies exclusiva sitio A	11	11	7
Especies exclusiva sitio B	7	5	4
$S_{AB} = a+b-c$	25	22	18
$U_{AB} = a+b-2c$	19	18	13
Complementariedad $AB = U_{AB}/S_{AB}$	0.76	0.81	0.72

7.6 DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA ODONATOFAUNA EN LA CUENCA DEL RIO PIEDRAS

Existen dos patrones generales de la asociación entre la altitud y la riqueza de especies (Lomolino 2001; Rahbek 1995): (1) una disminución de la riqueza con el aumento de la elevación o (2) una relación en forma de joroba, en donde los valores máximos de riqueza se observan en las altitudes medias. La altitud es una variable que frecuentemente se relaciona con los cambios en la riqueza y composición de las especies biológicas (Huston, 1994), la composición específica de las comunidad de odonatos suponen generalmente una disminución progresiva tanto del número de especies como de sus abundancias; sin embargo, algunos taxa se han adaptado y tienen sus centros de distribución a elevadas altitudes (Gómez- Anaya, 2008).

La distribución de los odonatos en la cuenca del río Piedras muestran el patrón de distribución número uno, en el cual la relación entre la altitud y la riqueza de especies está dada por la disminución de las mismas a medida que el rango altitudinal se eleva (Figura 13), al aumentar dicho rango altitudinal que va desde los 1980 msnm a los 2980 msnm sobre la cuenca del río Piedras, se observa en los sitios de muestreo una disminución progresiva en el número de especies encontradas al igual que sus abundancias, empezando con 17 especies a los 1980 msnm y finalizando con 9 especies a 2980 msnm esto representa una disminución del 53% de las especies, en cuanto a la abundancia de

las mismas, se inicia con 654 individuos a 1980 msnm y se finaliza el muestreo con 177 individuos , lo que corresponde a un 27% de individuos colectados.

Se presentan 7 especies comunes en los tres sitios muestreados *Argia medullaris*, *Erythrodiplax fusca*, *Hetaerina cruentata*, *Hetaerina fuscoguttata*, *Erythrodiplax castanea*, *Cannaphila vibex* y *Macrothemis hahneli*. En el caso de los libelúlidos, se caracterizan por ser especies resistentes a los cambios de ambiente y responden favorablemente a ellos, es posible que por estas características esta especie al igual que otros libelúlidos generalistas se colectaran en las tres zonas muestreadas.

La mayor abundancia de algunas de las especies compartidas se encontró a los 1980 msnm, a esta altura, por ejemplo *A. medullaris* y *E. fusca* presentan un mayor número de individuos en comparación con los otros dos sitios ubicados a 2480 m y 2980 msnm.

Las 7 especies que se distribuyen a lo largo de todo el gradiente altitudinal son especies que no se encuentran limitadas por este y aparentemente no muestran una preferencia de hábitat y podrían ser definidas como generalistas debido a que son capaces de sobrevivir en una amplia variedad de condiciones ambientales y puede hacer uso de una variedad de recursos, mientras que las demás especies colectadas son propias de cada zona debido a que cualquier cambio en el entorno como por ejemplo la temperatura del medio, las hace vulnerables dificultando su supervivencia, es decir son especies especialistas, prosperan en un estrecho rango de condiciones ambientales.

Se puede inferir que las especies exclusivas de cada altura encuentran en ellas características de hábitat particulares que les permite reproducirse y sobrevivir. A los 1980 m de altura se colectaron 11 especies de odonatos pertenecientes a las familias Coenagrionidae (*Argia* sp 1, *A. williamsoni*, *H. chelifera*, *Argia* sp 2, *Argia* sp 3 y *Acanthagrion* sp), Libellulidae (*D. multipunctata*, *P. flavescens*, *E. connata*) y Aeschnidae (*Gynacantha* sp, *R. cornigera*) que solo se encontraron en este lugar.

A 2480 msnm se colectaron 7 especies exclusivas pertenecientes a las familias Coenagrionidae (*M. demarmelsi*, *M. risi*, y *O. discidens*), Libellulidae (*S. gilvum*, *L. hercúlea* y *R. luteipenis*) y la familia Megapodagrionidae (*T. macropus*).

A 2980 msnm se encuentran 4 especies exclusivas pertenecientes a la familia Coenagrionidae (*A. fissa*, *A. trilobatum*, *A. infrequentula* y *A. frequentula*). Todas estas

especies que se caracterizan por ser especialistas, están tan adaptados a un estilo de vida concreto, que les es muy difícil readaptarse cuando su medio cambia.

En general la disminución de la temperatura a medida que se aumenta la altitud es un factor primordial en el desarrollo de los odonatos, debido a esto muchas especies no se encontraron en todos los sitios muestreados, es notable al disminución de especies en los tres sitios (Figura 13) aunque algunas de las especies colectadas estuvieron presentes en los tres rangos altitudinales, otras presentaron distintos patrones de distribución como mayor abundancia en altitudes medias y el resto de especies fueron propias de un determinado rango altitudinal.

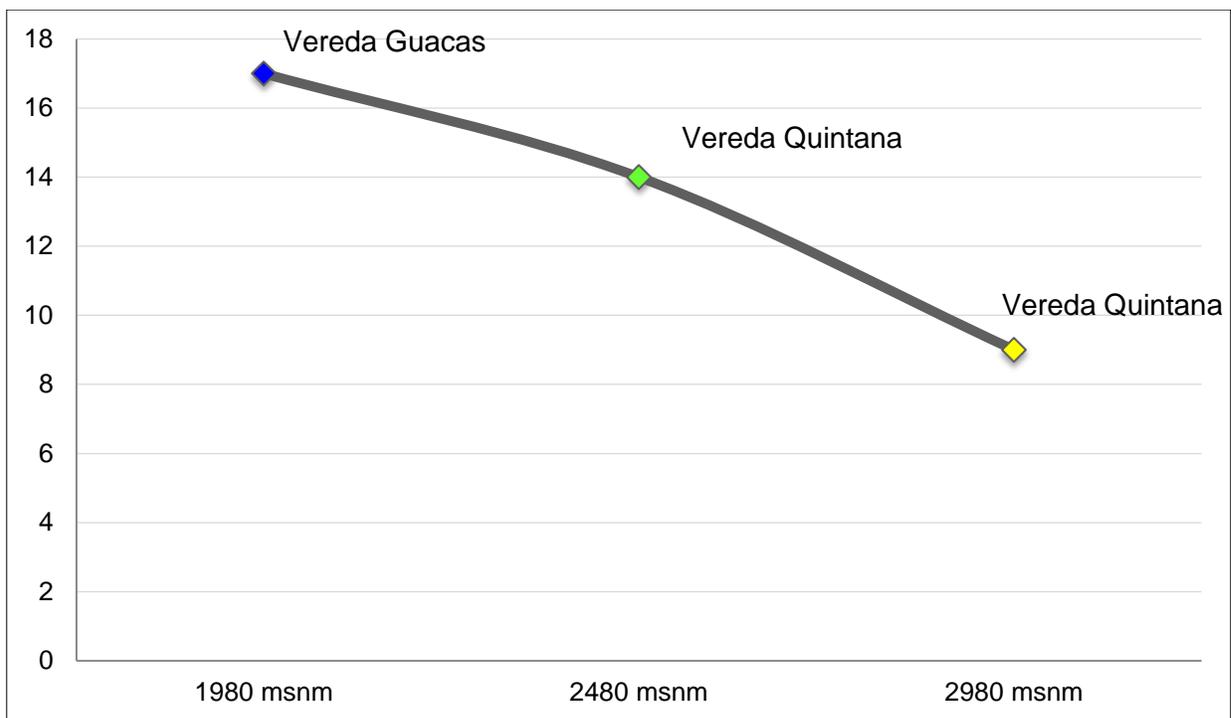


Figura 13. Número de especies según el rango altitudinal.

7.7 Curva de Acumulación de Especies

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos (Villareal *et al*, 2004). Para obtener la curva de acumulación de especies se utilizó el programa Estimates 6.0.

La figura 14, refleja el comportamiento de la colecta de odonatos en la cuenca del río piedras, al graficar los estimadores (Sobs ,Chao 1 Mean, Chao 2 Mean, ICE Mean, y Bootstrap Mean) la eficiencia del muestreo es del 73.60% que indica que el muestreo realizado fue apropiado, sin embargo faltaron especies por registrar, el valor esperado es de 39 especies aproximadamente presentes en la zona de muestreo y las especies observadas fueron 29 es posible que al aumentar el tiempo y el esfuerzo de muestreo, se logre incrementar la riqueza con nuevas especies en la cuenca, además se debe tener en cuenta la agilidad que se requiere para la captura de los odonatos con las redes entomológicas y también el estado del tiempo ya que los odonatos disminuyen su presencia en épocas de lluvia y se hace más difícil su captura.

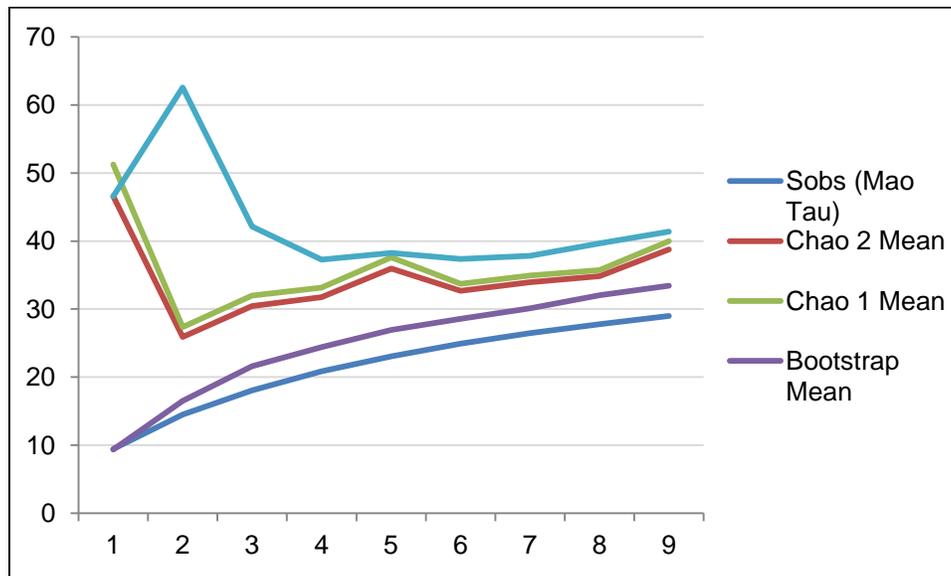


Figura 14. Curva de acumulación de especies.

8. CONCLUSIONES

- ✦ La vereda Guacas fue la zona de muestreo con mayor riqueza y abundancia debido a que es una zona más cálida que favorece el desarrollo de las larvas de odonatos.
- ✦ Los cambios altitudinales si alteran la abundancia y riqueza de las especies de odonatos, algunas especies prefieren zonas bajas como los calopterígidos, megapodagriónidos y ésnidos, otras especies son generalistas como los libelúlidos y algunos cenagrionidos.
- ✦ El patrón general de distribución de odonatos por lo general está dado por la disminución de especies al aumentar el rango altitudinal, sin embargo la especie *Hetaerina cruentata* muestra su mayor abundancia a altitudes medias.
- ✦ Las familias Coenagrionidae y Libellulidae son las familias más comunes y numerosas a nivel mundial por eso es normal que sean las familias con mayor número de individuos colectados.
- ✦ De las 29 especies colectadas las más abundantes fueron *E. fusca*, *H. cruentata*, *A. medullaris* y *Argia* sp 1 representantes de los subórdenes Anisóptera y Zygóptera respectivamente.
- ✦ En el suborden Anisóptera la familia más numerosa y encontrada en los tres sitios de muestreo fue Libellulidae, las libélulas de esta familia se caracterizan por explorar una gran cantidad de hábitats, y por ser muy tolerantes al cambio, a algunas especies de esta familia no les afectan los cambios altitudinales.
- ✦ Se encontraron en la cuenca del río Piedras especies de odonatos generalistas que exploran diferentes tipos de hábitats y por eso se colectaron en los distintos rangos altitudinales establecidos y también algunas especies especialista propias de cada zona de muestro.
- ✦ En general las zonas cálidas tienen mayor diversidad de especies y de hábitats que las zonas frías, es decir la diversidad disminuye con el aumento de la altitud.

9. RECOMENDACIONES

-  Realizar trabajos relacionados con odonatofauna en el municipio de Popayán y sus alrededores para tener un inventario más completo acerca de las especies presentes en el departamento.
-  Contribuir con el mantenimiento de la cuenca del río Piedras para la conservación de las distintas especies de odonatos que en ella encuentran un hábitat adecuado para su reproducción.
-  Adquirir destreza para coleccionar los individuos con red entomológica para lograr capturar el mayor número de especies posibles, sobre todo para el suborden Anisóptera
-  Realizar de manera correcta el procesamiento de los especímenes para evitar su deterioro.
-  Realizar muestreos en páramo para determinar que especies logran acoplarse a este tipo de ambiente

10. BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRANDA, M. (2009). Diversidad de libélulas (Insecta-Odonata) para dos usos de suelo, en un Bosque seco Tropical. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 62(2): pp.5071-5079.
- ALTAMIRANDA, M., y M, LOBO. (2006). Variación de la riqueza y abundancia de imagos de odonatos durante los eventos climáticos (lluvia-sequía) en relictos de bosque seco tropical (Bs-T) en las zonas bajas del Departamento del Atlántico. Memorias. Segundo Congreso Colombiano de Zoología. Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, pp: 255. ARANGO, M. y G. ROLDÁN (1983). Odonatos inmaduros del Departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. Actualidades Biológicas 12(46): pp. 91-105.
- ARNETT, J. R. H. (1985). American Insects. Van Nostrand Reinhold Company. New York, pp. 92-103.
- BERMÚDEZ-R, C., y M, LÓPEZ-VICTORIA. (2009). First records of dragonflies (Odonata Anisoptera) of Malpelo Island, Colombia. Revista Colombiana de Entomología, 35(2): pp. 286-287.
- BERMÚDEZ, C. (2005). Estudio taxonómico de los adultos del suborden Anisóptera (Odonata), del Valle del Cauca, Colombia. Tesis de grado de Biología. Universidad del Valle. pp.117
- BYBEE, S. (2005). Libélulas y Caballitos del diablo (Insecta: Odonata) Departamento de Entomología y Nematología, servicio de extensión cooperativa de Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- COMSTOCK, J.H. (1918). The Comstock Publishing Company, Ithaca, N.Y, Fuente: www.drawwing.org/node/54.
- CORBET, P. S. (1999). Dragonflies: behavior and ecology of Odonata." Cornell Univ. Press, Ithaca, Nueva York: Comstock Pub. Associated. pp.234-250
- CRUZ, L. (1986). Contribución a los estudios taxonómicos de Odonata (Zygóptera) de Colombia: descripción de una nueva especie de Cianallagma (Odonata: Coenagrionidae). Caldasia 14(68/70): pp. 743-747.
- CUÁN, J. A. (2001). Acerca de la Taxonomía y Ecología de odonata (Arthropoda, Insecta) en la cienaga de Guarinocito (Caldas). Tesis de Mestría. Universidad de los Andes. Colombia. pp.230.

- DE MARMELS, J (2006). Una pequeña colección de libélulas (Odonata) de Colombia. *Entomotrópica* 21 (1): pp 69-71.
- DONNELLY, T. W. (1979). The genus *Phyllopomphoides* in middle America (Anisóptera: Gomphidae). *Odonatologica*. 8: pp. 245-226.
- FONSECA, L. S. (1987). Morfología del Integumento de la Náyade de *Aeshna marchali*. Rambur 1842. (Odonata, Anisoptera). *Boletín científico de la Universidad de la Salle*. 2 (2): pp.36-40.
- HABER, W. A., y WAGNER, D. L. (2010). Dragonflies and Damselflies (Odonata) of Costa Rica.
http://efg.cs.umb.edu/efg2/search?displayFormat=HTML&ALL_TABLE_NAME=efg_rdb_tables&searchType=plates&displayName=Odonata%20of%20Costa%20Rica&dataSourceName=odonataofcostarica_1321652367880&ALL_TABLE_NAME=efg_rdb_tables.
- GARZÓN SANABRIA, C y 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, 459-470.
- GOMEZ-ANAYA, J. A. (2008). Ecología de los ensamblajes de larvas de Odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, México. pp.306.
- GONZÁLEZ-CALLEJAS, B. (2007). Los Odonata (Insecta) del Río San Pedro, Parque Nacional Laguna del Tigre (San Andrés, Petén): Taxonomía, Diversidad e Historia Natural Facultad De Ciencias Químicas Y Farmacia, Escuela De Biología. Guatemala, Universidad De San Carlos De Guatemala. Biología. pp. 49.
- GONZÁLEZ, S.E y NOVELO G.R.,. (1996). Odonata. Biodiversidad Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Ed. Llorente, J. B., García, A.A.N. y González, S. E. México. pp. 147-167.
- HABER, W. A. (2011). Dragonflies and Damselflies Odonata of Monteverde, Costa Rica <http://efg.cs.umb.edu/monteverde/Ode/OdeMonteverde.html>.
- HABER, W. A y WAGNER, D. L. (2010). Dragonflies and Damselflies (Odonata) of Costa Rica. http://efg.cs.umb.edu/efg2/search?displayFormat=HTML&ALL_TABLE_NAME=efg_rdb_tables&searchType=plates&displayName=Odonata%20of%20Costa%20Rica&dataSourceName=odonataofcostarica_1321652367880&ALL_TABLE_NAME=efg_rdb_tables.
- HALFFTER, G., y MORENO C.E.. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 5-18.

- HECKMAN, C. W. (2008). Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera. Olympia, Washington. U.S.A. Ed.Springer. pp. 45-558.
- HECKMAN, C. W. (2006). Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera. Olympia, Washington. U.S.A. Ed.Springer. pp. 93-376, 382-511.
- HUSTON, M.A (1994). Biological Diversity. Cambridge University Press. Cambridge. i-xix:681 pp.
- KOMPIER, T (2011). Foto taken in Rio de Janeiro REGUA (Brazil) on 2011-12-21.
- LOMOLINO, M.V (2001). Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Globa Ecology and Biogeography* 10:3-13
- LOUTON, R.W; GARRISON J.A, FLINT O.S. (1996). The Odonata of Parque Nacional Manu, Madre de Dios, Perú; natural history, species richness and comparisons with other peruvian sites. pp. 431-449. In: Wilson D. and A. Sandoval (eds.). Manu. The biodiversity of southeastern Peru. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 679 p.
- MAYA, J; VELASQUEZ, G; MURILLO, T; SANDOVAL, J; OROZCO, O; HORMAZA, C; BOTERO, R; MORA, V; VELASQUEZ, A (2006). Plan de ordenación y manejo de la subcuenca hidrográfica del río Piedras. Corporacion Autonoma del Cauca. 457 pp.
- MORENO, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-manuales y tesis SEA
- NAVAS, L. (1935). Odonatos de Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica de España.
- OCHARAN, F. J., y TORRALBA-BURRIAL, A. (2004). La relación entre los Odonatos y la altitud: el caso de Asturias (Norte de España) y la Península Ibérica (Odonata). *boln. s.e.a.*, 35 (2004) : pp.103-116.
- PAULSON, D. (2004). Critical Odonata in middle and south america. Guardians of the watershed. Global status of dragonflies: critical species, threat and coservation UICN regional report. *International journal of odonatology* .7(2): pp.163-188.
- PAULSON, D.R. (1968). Odonata from Isla San Andres, western Caribbean sea. *Entomological News*, 79: pp. 229-231.
- PAULSON, D. (2007). South American Odonata. List of the Odonata of South American by country. Tomado de: <http://www.upd.edu/x7039.xml> el 18 de Julio de 2007.
- PEREZ, L. A. (2003). Estudio taxonomico de los Odonatos (Insecta: Odonata Fabricius 1973) del distrito de Santa Marta (Magdalena-Colombia). Tesis de pregrado. Universidad del Magdalena. Santa Marta. Colombia. pp.176.

- PEREZ, L MONTES, J; MORENOS, M; GUTIERRES, L. (2013). Libélulas de Colombia, una guía de campo para su identificación. Universidad el Atlántico. 206 pp.
- 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, 459-470.
- RAHBEK, C (1995). The elevational gradient of species richness: A uniform pattern?. *Echography* 18: 200-205.
- RACENIS, J. (1953). Contribución al estudio de los Odonata de Venezuela. *Anales de la universidad central de Venezuela*. 35: pp. 31-96.
- RAMIREZ, P.S. (2009). Diversidad de odonatos (Insecta: Odonata) en Humedales del Municipio de Popayán, Cauca. Tesis de pregrado, Universidad del Cauca. pp.54.
- REALPE, E. (2009). Diversidad del género *Ischnura* (Odonata: Coenagrionidae) y su relación con la altitud y orogenia de la Cordillera Oriental- Andes colombianos. Tesis Doctoral, Universidad de los Andes, Bogotá D.C, pp 102.
- RIS, F. (1918). Libellen (Odonata) aus der región der amerikanischen kordilleren von Costarica bis Catamarca. *Archiv für Naturgeschichte*. 89(2): pp.1-192.
- RODRIGUEZ, A. (1992). Fauna de la republica de argentina (Insecta: Odonata), Profadu (Conicet), La Plata. 34(1): pp.1-91.
- RODRIGUEZ, P.C. (2009). El fascinante mundo de las libelulas. Fuente: <http://www.libellulasman.com>.
- RODRIGUEZ, F. (2007). Odonatofauna Colombiana. Nota que muestra algunos datos estadísticos y una lista de los odonatos reportados para Colombia. Fuente: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/fo-article-129329.pdf>.
- SILSBY, J., y M, PARR. (2001). *Dragonflies of the world*. Smithsonian Institution Press. pp. 241.
- SUÁREZ, M. (1987). Contribución al estudio de los Odonatos del Valle del Cauca. Trabajo de grado de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle. Cali. pp.32.
- TORRALBA BURRIAL, A. (2009). Estado ecológico, comunidades de macroinvertebrados bentónicos y de odonatos de la red fluvial de Aragón. Consejo Económico y Social de Aragón, Zaragoza. pp: 224
- URRUTIA, M.X. (2005). Riqueza de especies de Odonata Zygoptera por unidades fisiográficas en el departamento del Valle del Cauca. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 6(2): pp.30-36.
- VILLAREAL, H; ÁLVAREZ, M; CORDOBA, S; ESCOBAR, F; FAGUA, G; GAST, F ; MENDOZA, H; OSPINA, M Y UMAÑA. A. (2004). Manual de Métodos para el

Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 239 pp.

VIRLA, E (2008). Especies de Odonata de Misiones. Museo Virtual. Fuente: <http://www.exactas-unam.dyndns.org>

WILLIAMSON, E.B. (1918a). A collecting trip to Colombia . South America. Miscellaneous publications. Museum of zoology, University of Michigan. pp. 3:1-24.

WILLIAMSON, E.B. (1918b). Two interesting new Colombian gomphines (Odonata). University of Michigan Museum of Zoology.52: pp.1-14.

WILLIAMSON, E.B. (1920). Results of the University of Michigan- Williamson Expedition to Colombia. 1916-1917: Notes on a few species of progomphus (odonata). Occasional papers of Museum of Zoology. University of Michigan Museum of Zoology. 77: pp.1-77.

ZLOTY, J., y G, PRITCHARD. (2001). Cora chiribiquete spec, nov. a new damselfly species from Colombia (Zygoptera: Polythoriade). Odonatologica. 30(2): pp.227-232.

11. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de las especies encontradas en la cuenca del río Piedras.

Familia Caenagrionidae

Argia medullaris



Homeoura chelifera



Argia fissa



Oxyallagma dissidens



Argia frequentula



Mesamphiagrion risi



Acanthagrion trilobatum



Mesamphiagrion demarmelsi



Familia Calopterygidae

Hetaerina cruentata

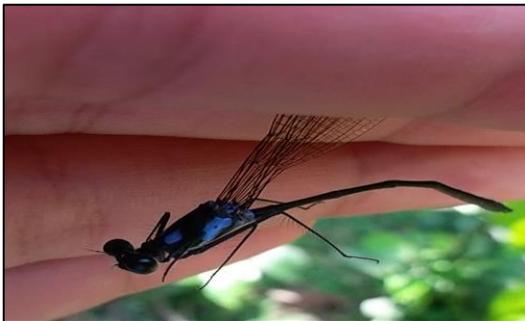


Hetaerina fuscoguttata (Hembra)



Familia Megapodagrionidae

Teinopodagrion macropus (Macho)



Teinopodagrion macropus (Hembra)

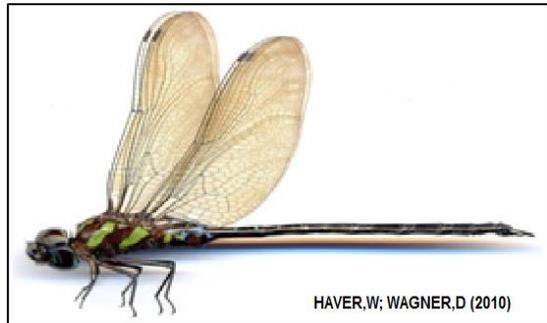


Familia Aeshnidae

Gynacantha sp



Rhionaeschna cornigera



Remartinia luteipennis



Familia Libellulidae

Pantala flavescens



Erythrodiplax fusca



Macrothemis hahneli



Erythrodiplax castanea



Sympetrum gilvum



Cannaphila vibex



Libellula herculea (Macho)



Dythemis multipunctata



Libellula herculea (Hembra)



Anexo 2. Abundancia por especies a través del rango altitudinal.

Especies	V.Huacas (1980 msnm)	V.Quintana (2480 msnm)	V.Quintana (2980 msnm)
<i>Argia medullaris</i>	170	26	
<i>Argia</i> sp 1	193		
<i>Argia fissa</i>			66
<i>Argia frequentula</i>			2
<i>Argiain frequentula</i>			1
<i>Acanthagrion williamsoni</i>	1		
<i>Acanthagrion trilobatum</i>			56
<i>Homeoura chelifera</i>	1		
<i>Mesamphiagrion demarmelsi</i>		21	
<i>Mesamphiagrion risi</i>		47	
<i>Oxyallagma dissidens</i>		3	
<i>Argia</i> sp 2	1		
<i>Argia</i> sp 3	1		
<i>Acanthagrion</i> sp	1		
<i>Hetaerina cruentata</i>	77	165	37
<i>Hetaerina fuscoguttata</i>	9	55	
<i>Teinopodagrion macropus</i>		5	
<i>Gynacantha</i> sp	1		
<i>Rhionaeschna cornígera</i>	4		
<i>Remartinia luteipenis</i>		1	
<i>Pantala flavescens</i>	1		
<i>Erythrodiplax fusca</i>	191	118	1
<i>Erythrodiplax connata</i>	7		
<i>Erythrodiplax castanea</i>	1	2	8
<i>Cannaphila vibex</i>	21	14	4
<i>Dythemis multipunctata</i>	4		
<i>Macrothemis hahneli</i>		3	2
<i>Sympetrum gilvum</i>		1	
<i>Libellula herculea</i>		3	