

**DIVERSIDAD DE ODONATOS (INSECTA: ODONATA) EN
HUMEDALES DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.**

NINA STELLA RAMÍREZ POTOSÍ

**Universidad del Cauca
Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación
Departamento de Biología
Popayán
2009**

**DIVERSIDAD DE ODNATOS (INSECTA: ODNATA) EN HUMEDALES DEL
MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.**

NINA STELLA RAMÍREZ POTOSÍ

Trabajo de Grado para optar al Título de Bióloga

**Director
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
2009**

NOTA DE ACEPTACION

GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ
DIRECTORA

SANDRA MORALES
JURADO

MAGDA XIMENA CHILITO
JURADO

FECHA DE SUTENTACION: 8 de Septiembre de 2009

LISTA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
4. ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE LITERATURA	13
4.1 ODONATOS	13
4.2 HUMEDALES	15
4.2.1 Humedales del municipio de Popayán	17
5. METODOLOGÍA	19
5.1 ÁREA DE ESTUDIO	19
5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE MUESTREO	21
5.3 FASE DE CAMPO	26
5.4 FASE DE LABORATORIO	26
5.5 ANALISIS ESTADÍSTICO	27
5.5.1 Riqueza esperada y representatividad	27
5.5.2 Riqueza específica.....	27
5.5.3 Diversidad.	27
5.5.4 Rareza	28

5.5.5 Comparación de especies según su entorno y el tipo de humedal	28
6. RESULTADOS Y DISCUSION	30
6.1 INVENTARIO DE ESPECIES DE HUMEDALES	30
6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS	34
6.2.1. Familia Libellulidae.	34
6.2.2. Familia Coenagrionidae	35
6.2.3. Familia Aeshnidae	36
6.2.4. Familia Calopterygidae	37
6.2.5. Familia Lestidae	38
6.3 ATRIBUTOS DE LA COMUNIDAD	39
6.3.1. Riqueza esperada y Representatividad.	39
6.3.2 Riqueza específica.	40
6.3.3 Diversidad.	41
6.3.4 Rareza.....	42
6.4 COMPARACIÓN DE ESPECIES SEGÚN SU ENTORNO Y EL TIPO DE HUMEDAL.....	43
7. CONCLUSIONES	45
8. RECOMENDACIONES	47
9. BIBLIOGRAFÍA	48
10. ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Municipio de Popayán	19
Figura 2. Ubicación de los Humedales de Popayán	20
Figura 3. Humedal Los Balcones	21
Figura 4. Humedal Santillana	21
Figura 5. Humedal Los Naranjos	21
Figura 6. Humedal Las Vegas	22
Figura 7. Humedal Manzanares	22
Figura 8. Humedal Las Guacas	22
Figura 9. Humedal Providencia	22
Figura 10. Humedal Berlín	23
Figura 11. Humedal Villa María Lucía	23
Figura 12. Humedal Esperanza	23
Figura 13. Humedal Tayrona	23
Figura 14. Humedal Santa Lucía	24
Figura 15. Humedal Guindalito	24
Figura 16. Humedal Pomona	24
Figura 17. Humedal El Tablón	24
Figura 18. Humedal Parque Industrial	25
Figura 19. Humedal Olímpica	25
Figura 20. Humedal Sena	25
Figura 21. Humedal Unicauca	25
Figura 22. Material entregado en sobres	27

Figura 23. Número de individuos por especie presentes en el muestreo	31
Figura 24. Distribución del número de especies por familia (Odonatos) de los Humedales de Popayán	33
Figura 25. Ejemplares Familia Libellulidae	35
Figura 26. Ejemplares Familia Coenagrionidae	36
Figura 27. Ejemplares Familia Aeshnidae	37
Figura 28. Ejemplares Familia Calopterygidae	38
Figura 29. Ejemplares Familia Lestidae	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Humedales Municipio de Popayán	17
Tabla 2. Clasificación de humedales para la realización de muestreos	26
Tabla 3. Número de especies en Humedales	33
Tabla 4. Especies raras encontradas en humedales de Popayán	42
Tabla 5. Índice de complementariedad	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de las especies registrada en humedales	30
---	----

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios porque sin él, no existiría ni los Odonatos ni yo.

A mi familia por su amor, comprensión, motivación y apoyo en el transcurso de mi carrera.

A mi directora Giselle Zambrano por darme cuerda, por el continuo asesoramiento y estímulo para seguir adelante.

Al Museo de Entomología de la Universidad del Valle (M.E.U.V) especialmente a Christian Bermúdez quien dedico de su tiempo para ayudarme con la identificación de todo el material.

A Cristian Sanabria por su valiosa colaboración y buena voluntad en las actividades de campo.

A mis amigos y compañeros.

1. RESUMEN

Este estudio pretendió caracterizar los diferentes tipos de humedales del municipio de Popayán (Palustre, Lacustre, Artificial) y su entorno (Bosque, Pastizal, Cultivo), mediante el análisis de la diversidad de Odonatos presentes (Anisoptera y Zygoptera), como un aporte al conocimiento de estos ecosistemas estratégicos ya que figuran entre los ecosistemas más productivos de la tierra y son fuentes de diversidad biológica, pues aportan el agua y la productividad primaria de la que innumerables especies vegetales y animales dependen para su supervivencia. Y a su vez ampliar la información sobre los Odonatos, inicialmente en Popayán.

Como resultado final se obtuvieron un total de 723 individuos, distribuidos en 5 familias, 22 géneros y 35 especies; presentes en los 19 Humedales escogidos para el desarrollo del estudio. En el Suborden Zygoptera la familia más abundante fue Coenagrionidae, siendo *Acanthagrion willamsoni* la especie más dominante de esta familia; en el suborden Anisoptera la familia más abundante fue Libellulidae con *Erythrodiplax connata* como la especie dominante.

Según la clasificación de los humedales, en donde se encontró un mayor número de especies fue en el tipo Lacustre/Pastizal con un total de 248 individuos, 147 de Zygoptera y 101 de Anisoptera.

El resultado de índice de margalef (5.16) indica que los humedales estudiados son considerados como una zona de alta biodiversidad con respecto a la odonatofauna, siendo los tipos de humedales más similares en especies de odonatos los de tipo Palustre-Lacustre y los mas diferentes Lacustre-Artificial, y al relacionar las especies con los entornos los mas similares son bosque-pastizal y los diferentes pastizal-cultivo.

Se destaca también de este trabajo un nuevo registro para Colombia, *Oxyallagma dissidens* (Zygoptera: Coenagrionidae) y una ampliación en localidad con *Homeoura chelifera* (Zygoptera: Coenagrionidae).

2. INTRODUCCIÓN

En los medios acuáticos, los invertebrados, especialmente los insectos, desempeñan papeles significativos como recicladores de nutrientes, consumidores primarios y secundarios, alimento para los animales silvestres e indicadores de las funciones del ecosistema. El interés en la ecología de las comunidades presentes en lugares cubiertos de agua (humedales) es de gran utilidad y es así como están recibiendo mucha atención llevando a cabo un proceso de reconocimiento a la importancia de los insectos.

Aunque los humedales constituyen menos del 6% de la superficie del planeta aportan, desde el punto de vista ecológico, el mayor porcentaje de la productividad biológica mundial y poseen un papel crítico en la regulación de los recursos hídricos.

Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal, tales como suelos, agua, plantas y animales, posibilitan a estos ecosistemas a realizar funciones como: Almacenamiento de agua, Mitigación de inundaciones, Control de la erosión, Recarga y descarga de acuíferos subterráneos, Purificación del agua y Retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes.

Entre los valores o usos que pueden proporcionar los humedales destacan el suministro de agua, la pesca, las actividades agrícolas, el pastoreo, los recursos energéticos, los recursos de flora y fauna silvestres, así como las actividades de recreo y el turismo.

La variedad de ecosistemas en el territorio colombiano que comprende hábitat desde páramos y laderas andinas hasta selvas tropicales, humedales, llanuras y desiertos permite una variedad de ecosistemas que intensifican la riqueza biológica colombiana, y hacen de este un país megadiverso, ocupando los primeros lugares en número de especies de diferentes animales y plantas la cual se calcula en 10% el total de especies del planeta (Potes 1999). A nivel entomológico es conocido que ocupamos los primeros puestos en número de especies de Lepidoptera (mariposas), Coleoptera (cucarrones) e Hymenoptera (avispas, abejas y hormigas) siendo estos los grupos más estudiados en el país, pero desafortunadamente el estudio en otros grupos es pobre.

Un ejemplo de un grupo importante y poco estudiado es el caso de las libélulas, insectos del orden Odonata, donde la información es escasa y dispersa. Los odonatos son apreciados en el mundo por su belleza, su importancia como indicadores ecológicos, pues presentan las características de un buen indicador del grado de perturbación ambiental, ya que son abundantes y de amplia distribución, integran los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo, poseen ciclos de vida largos y son observables a simple vista (Roldan 1999). También han sido modelos de estudio en campos de la biología tales como, ciclos de vida, hábitos alimenticios (McCafferty y Provonsha 1981), y distribución (Ramírez 1992). Han servido para el estudio de la influencia de la agricultura en las comunidades de insectos y son un interesante modelo para estudios de etología, debido a su fuerte territorialidad y exhibición sexual (Donnelly 1992).

El Orden Odonata se divide en tres subórdenes: Zygoptera, Anisoptera y Anisozygoptera. Solo Zygoptera y Anisoptera están presentes en el Neotrópico; mientras que Anisozygoptera tiene una distribución restringida a algunas zonas del Japón y la India (Brues *et al.* 1945, Imms 1964, Richard y Davies 1977); Este orden posee cerca de 6000 especies descritas, que están agrupadas en 600 géneros, 58 subfamilias, 29 familias y 8 súper familias (Silsby 2001). En el neotrópico, se han descrito cerca de 1500 especies, reunidas en 193 géneros. Para Suramérica se han descrito 1203 especies, de las cuales 235 están registradas para Colombia (Santos 1981).

Los Odonatos son un grupo de insectos fácil de reconocer, principalmente por sus colores y forma, en este orden, los estados inmaduros son exclusivamente acuáticos, exceptuando algunas especies, mientras que los adultos pasan la mayoría del tiempo en vuelo sostenido cerca a fuentes de agua. En ambos estados de desarrollo las libélulas son depredadoras de otros insectos, en su estado ninfal algunas veces pueden alimentarse de pequeños vertebrados como peces y renacuajos (Bermúdez 2005).

Estos insectos comúnmente son encontrados alrededor de estanques y cuerpos abiertos de agua dulce y lugares grandes; hay una cantidad de especies que se alejan del agua por un tiempo antes de retornar con una pareja para copular y depositar sus huevos.

A pesar de su importancia existen pocos estudios taxonómicos y ecológicos en Colombia, los datos oficiales sobre la diversidad de odonatos son totalmente desconocidos (Instituto Humboldt 1999); Dada la carencia y con el objetivo de actualizar los datos taxonómicos y ecológicos para este orden, se realizó una búsqueda de la odonatofauna en los humedales del municipio de Popayán.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Estimar la composición y diversidad de Odonatos adultos en los diferentes tipos de humedales del Municipio de Popayán.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un inventario taxonómico del orden odonata en los diferentes tipos de humedales de Popayán.
- Estimar atributos de la comunidad de Odonatos adultos en los diferentes tipos de humedales con respecto a su riqueza, representatividad y rareza.
- Comparar los diferentes tipos de humedales según su entorno a partir de las especies de Odonatos adultos.

4. ANTECEDENTES Y REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 ODONATOS

Los Odonatos tienen una amplia distribución encontrándose por todo el mundo, alcanzando su mayor diversidad en las zonas oriental y neotropical siendo Japón el país con mayor odonatofauna. Actualmente el número de especies descritas oscila entre 5500 y 6000 (Pérez 2003), es uno de los grupos de insectos más antiguos que junto a los efemerópteros hacen su primera aparición durante el carbonífero, hace 300 millones de años (Subramanian 2002).

El orden Odonata se caracteriza por tener la cabeza con ojos muy grandes en relación con el resto de su cuerpo. Cada ojo está compuesto de casi 28000 unidades individuales (ommatidas), más del 80 % de su cerebro es dedicado al análisis de la información visual. Por el contrario, sus antenas son diminutas, su boca han sido adaptadas para cortar tienen un labio prensil que hace su mordedura fatal convirtiéndolos en cazadores eficientes.

Tanto Anisoptera como Zygoptera tienen dos pares de alas alargadas membranosas con una fuerte venación añadiendo fuerza y flexibilidad. Ambos grupos tienen un nudo característico, en el borde delantero de cada ala llamado Pterostigma. En Anisoptera, las alas de atrás son más amplias en la base y son más grandes que el par delantero. Zygoptera, por el contrario, tienen las alas delanteras y traseras similares en su forma, y por consiguiente vuelan más despacio que Anisoptera¹.

Las seis patas están localizadas cerca de la cabeza y raras veces son usadas para caminar, pero son útiles para aferrar a la presa, para posarse en la vegetación, para descansar o poner huevos.

Los odonatos son generalistas, frecuentemente cazan donde la presa es abundante, según los estudios, la dieta principal de los adultos consiste en pequeños insectos especialmente moscas, termitas, hormigas y mosquitos; los machos son territoriales y a veces patrullan su presa durante horas, aunque los odonatos son depredadores, deben ser cautelosos a muchos depredadores; Pájaros, lagartos, ranas, arañas, peces, chinches de agua, y aún otros odonatos grandes. Sin embargo, los Odonatos tienen muchas adaptaciones que los permiten evitar la depredación, tienen respuestas excepcionales visuales y el vuelo realmente es ágil¹.

Aunque muchos insectos realicen el cortejo es raro entre los odonatos. Anisoptera copulan durante el vuelo, el macho levanta a la hembra en el aire. Zygoptera copula en la percha, a veces volando a una nueva percha. El tiempo requerido para la cópula varía

¹ <http://www.ucmp.berkeley.edu./arthropoda/uniramia/odonatoida.html>

considerablemente. Las cópulas aéreas pueden durar de unos segundos a uno o dos minutos. Las cópulas en perchas duran por lo general de cinco a diez minutos. La competencia intraespecífica entre machos por hembras es feroz. Se ha descubierto que en algunas especies de Odonata los machos pueden retirar todo el esperma de los machos rivales del cuerpo de una hembra antes de la transferencia de su propia esperma. Estas especies están equipadas "con una cuchara" en la punta del abdomen, que es usada para este propósito.

La distribución de varios grupos y especies de odonatos es sumamente variable. Algunos géneros y especie están ampliamente distribuidos mientras otros son sumamente locales. Algunas familias están restringidas a corrientes, ríos, lagunas, charcas de aguas limpias y otras a lugares pantanosos. La presencia de Anisoptera y Zygoptera puede ser tomada como un buen 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 Anisoptera tiende a ser mucho más sensibles a la contaminación que Zygoptera. 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 larvas, alguna especie puede tolerar una amplia gama de condiciones mientras las otras son muy sensibles a su ambiente (Bybee 2005).

Los caballitos del diablo (Zygoptera) son el suborden más diverso de odonatos, tienen características similares, las cuales son: cabeza alargada transversalmente, con los ojos separados, su abdomen es mucho más largo que las alas, tienen un vuelo sencillo. Los caballitos del diablo frecuentemente pueden ser muy coloridos y son encontrados por donde haya arroyos asombrados que corren despacio. Los adultos alados se caracterizan por que al estar en estado de reposo pliegan sus alas a lo largo de su cuerpo. Mientras que las libélulas (Anisoptera) son observadas más fácilmente. Tienen ojos grandes que casi llenan la cabeza y cuando no son contiguos no se separan tanto como con los caballitos del diablo. También tienen una estructura del cuerpo robusto para apoyar los músculos masivos que propulsan sus alas grandes y anchas, las alas anteriores y posteriores son desiguales en su forma, nervación y tamaño, siendo las trasera mas ensanchadas basalmente, tienen un vuelo ágil y deliberado (Bybee 2005).

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

En 1942, Borrór propuso una clave para los géneros de Libellulidae presentes en el neotrópico y realizó una revisión del género *Erythrodyplax*. Racenis (1953) inició sus contribuciones al conocimiento de los Odonata neotropicales, con una publicación sobre el estudio de los Odonata de Venezuela. En 1957, reportó el primer hallazgo en Venezuela de la familia Synlestidae (Zygoptera) y tres nuevas especies del género *Macrothemis* (Anisoptera: Libellulidae). En 1958 registra dos nuevas especies del género *Aeshna* (Anisoptera: Aeshnidae) y en 1959 publicó el listado de los Odonata del Perú. Argentina tiene avances en odonología, Rodríguez (1992) presenta las síntesis del estado del orden Odonata en Argentina enunciando 230 especies en 69 géneros y 11 familias. Otros trabajos importantes como contribución al conocimiento de los Odonata neotropicales son los realizados por Donnelly (1970) quien realizó un trabajo sobre los

Odonatos de Dominica y las Indias Occidentales y en 1979 realizó una revisión del genero *Phyllogomphoides* (Anisoptera: Gomphidae) en América central.

En 1992, Ramírez realizó un listado con las descripciones de la especies de Costa Rica, encontrando 268 especies de todo el Orden y 154 solo para el suborden Anisoptera, distribuidas en 5 Familias: Libellulidae, Corduliidae, Cordulegastridae, Aeshnidae y Gomphidae. Förster (1999) publicó una guía para la identificación de los Odonata de América central y las Indias Occidentales. Se registraron 378 especies de todo el Orden y 208 especies del suborden Anisoptera distribuidas en 5 familias: Libellulidae, Corduliidae, Cordulegastridae, Aeshnidae y Gomphidae.

Los estudios que se han realizado en Colombia sobre taxonomía se han enfocado en su gran mayoría a los estados Inmaduros. Williamson (1918a,b,c y 1920) realiza en Colombia una excursión a nombre de la Universidad de Michigan, realizando colectas en diversas regiones en donde se describen dos nuevas especies de la familia Gomphidae y algunas especies de los géneros *Progomphus*, *Archaeogomphus* y *Agriogomphus*, pero la totalidad del material reposa hoy día en museos en el exterior (Pérez, 2003). Mientras que Santos (1981) reporta para Colombia 90 géneros con 235 especies. Cruz (1986) describe e ilustra una nueva especie de *Cianallagma* (*Cianallagma demarmelis*). Otro trabajo con relevancia en odonatología fue realizado por Arango y Roldan (1983) que presentan la primera clave para Antioquia, la cual puede ser aplicada a varias regiones similares del país (Cuán 2001).

Fonseca (1987) describió la morfología del integumento de la náyade de *Aeshna marchali* (Anisoptera: Aeshnidae) y presenta una breve descripción y algunos esquemas de su imago. Cuán (2001) presenta información ecológica, taxonómica de las náyades de odonata de Guarinocito.

El trabajo actual más exhaustivo realizado en Colombia es el de Pérez (2003) quien registra las especies del orden odonata presentes en el distrito de Santa Marta detallando condiciones ecológicas generales, identifico en total 58 especies repartidas en 36 géneros y 10 familias.

Paulson (1983), propuso un listado de especies de Odonatos para Sudamérica distribuido por países, su publicación se encuentra en Internet. Según la última actualización realizada en Octubre del 2007 para Colombia se han registrado 234 especies de Odonatos.

4.2 HUMEDALES

La Convención de Ramsar² (1971) define los humedales como: "Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

² http://www.ramsar.org/about/about_infopack_1s.htm

Los humedales son zonas en las que el agua es el principal factor que controla el medio; la vida vegetal y animal relacionada con él, son zonas de la superficie terrestre que están temporal ó permanentemente inundadas, reguladas por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan².

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos de la tierra y son fuentes de diversidad biológica, pues aportan el agua y la productividad primaria de la que innumerables especies vegetales y animales dependen para su supervivencia. Tienen elevadas congregación de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y especies invertebradas

El estudio de insectos presentes en diversos humedales se ha incrementado desde mediados de los años 80, siendo la principal razón que las comunidades de insectos en estos cuerpos de agua son ideales para probar diversos paradigmas ecológicos. El manejo de plagas ha destacado la necesidad de obtener información sobre la ecología de insectos. De igual manera, aunque los dípteros (mosquitos y zancudos) han sido los insectos mayormente estudiados, debido a su estrecha relación con la salud pública, recientemente el tipo de estudios se hace más amplio y dentro de un contexto que incluye a otros grupos de insectos y sus diversas relaciones. Igualmente se consiguen estudios sobre la importancia en el manejo de plagas, la contaminación de aguas y la necesidad de ver a los humedales como lo que realmente son: complejos ecosistemas. Y así ver el valor de preservar ciertos cuerpos de agua, no sólo para mantener agua para el uso de futuras generaciones, sino que también de gran ayuda en el necesario proceso de conservar la biodiversidad.

Es así como cada día aparecen informes y trabajos científicos estudiando las estrategias de colonización y desarrollo de insectos de diversos grupos como coleópteros (escarabajos), hemípteros (chinchas), odonatos (caballitos del diablo, libélulas), por mencionar algunos. Se estudian sus actividades como consumidores primarios de detritos, algas, plantas, y su relación depredador-presa (González 2003).

Según el sistema para la clasificación de humedales del convenio Ramsar, los humedales se encuentran tipificados en tres grandes grupos: Los marinos, continentales y humedales artificiales. Los humedales continentales y artificiales hacen parte de la zona de estudio y estos están clasificados de la siguiente manera (Artunduaga 2007).

- a) Ribereños – fluviales: Humedales asociados a ríos y arroyos permanentes
- b) Lacustres: lagos y laguna estacionales que se encuentran cerrados
- c) Palustres. Son pantanos lodazales o ciénagas permanentes sobre suelos inorgánicos
- d) Artificiales: son los que el ser humano construye para diferentes actividades, como arrozales, represas hídricas, canales de drenaje, acuicultura y estanques para irrigar la tierra y recreación.

4.2.1 Humedales del municipio de Popayán

Popayán presenta una gran variedad de ambientes acuáticos naturales y seminaturales, siendo algunos de ellos únicos en cuanto al funcionamiento y a la presencia de especies animales y plantas endémicas, cuenta con humedales distribuidos entre la zona rural y urbana, los humedales de origen natural son formados en las zonas bajas adyacentes al río Cauca y sus afluentes (R. Piendamo, R. Pedregosa, R. Mambial, R. Molino, R. Cajibío, R. Urbio, R. Sucio, R. Piedras, R. Hondo, R. Roble, R. Palace, Qbra El Bosque, Qbra Victoria, Qbra Pisote, Qbra Sate) también son producto del represamiento de flujos de aguas pantanosas, de igual forma son creados como reservorios de agua con fines ganaderos y agrícolas a partir de la construcción de diques y los humedales artificiales que son alimentados por medio de canales y mangueras desde quebradas (Artunduaga 2007).

Los humedales se encuentran distribuidos en 10 corregimientos: San Bernardino, Santa Bárbara, Julumito, La Rejoja, Las Piedras, Cajete, Santa Rosa, San Rafael, El Sendero, Calibío y Zona Urbana del municipio (Artunduaga 2007, CRC-WWF 2006) (Tabla 1).

Tabla 1. Humedales Municipio de Popayán

Corregimiento	Humedales	# de lagos	Tipo de humedal	Descripción
San Bernardino	Humedal Balcones	2	Lacustre	Vegetación compuesta por pastizales
Julumito	Humedal Santillana	2	Palustre	Rodeados por bosque natural original, arbustos y gramíneas
La Rejoja	Humedal Los Naranjos	1	Lacustre	Rodeados por bosque natural original, arbustos y gramíneas
	Humedal Las Vegas	2	Lacustre	Vegetación compuesta por pastizales y arbustos
Las Piedras	Humedal Manzanares	1	Lacustre	Rodeados por bosque natural original, arbustos y gramíneas
	Humedal Las Guacas	1	Lacustre	Rodeados por bosque natural original, arbustos y gramíneas
Cajete	Humedal Providencia	1	Artificial (estanque)	Desprovisto de vegetación circundante
	Humedal Berlín	1	Palustre	Rodeado por un bosque de Eucalipto

Continuación tabla 1. Humedales Municipio de Popayán.

Corregimiento	Humedales	# de lagos	Tipo de humedal	Descripción
	Humedal Villa María Lucia	1	Palustre (Ciénaga)	Rodeado por bosque protector y arbustos
Santa Rosa	Humedal Esperanza	4	Lacustre	Vegetación compuesta por pastizales
San Rafael	Humedal Tayrona	2	Lacustre	Rodeados por bosque natural original, arbustos y gramíneas
	Humedal Santa Lucia	1	Lacustre	Rodeados por bosque natural original y pastizales
	Humedal Guindalito	1	Lacustre	Rodeado por Eucalipto a un lado, bosque ripario y arbustos al otro
El Sendero	Humedal Pomona	1	Palustre	Vegetación predominante arbustiva
Calibío	Humedal El Tablón	1	Palustre	Desprovisto de arbustos y bosque circundante
	Humedal Parque Industrial	1	Lacustre	Desprovisto de arbustos y bosque circundante
Zona Urbana	Humedal Olímpica	1	Palustre	Vegetación predominante arbustiva
	Humedal Sena	2	Artificial	Vegetación predominante arbustiva, vegetación flotante
	Humedal Unicauca	1	Palustre	Vegetación predominante arbustiva y gramíneas

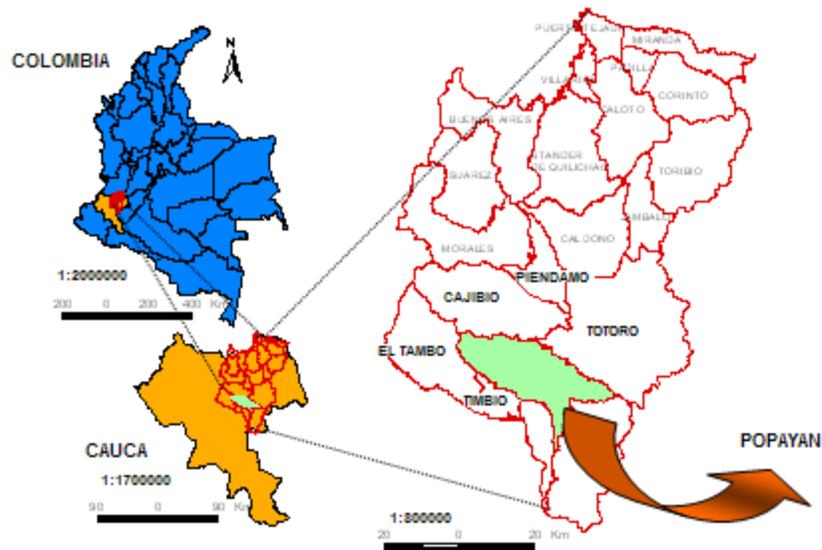
Fuente: Artunduaga 2007, CRC-WWF 2006

5. METODOLOGÍA

5.1 ÁREA DE ESTUDIO

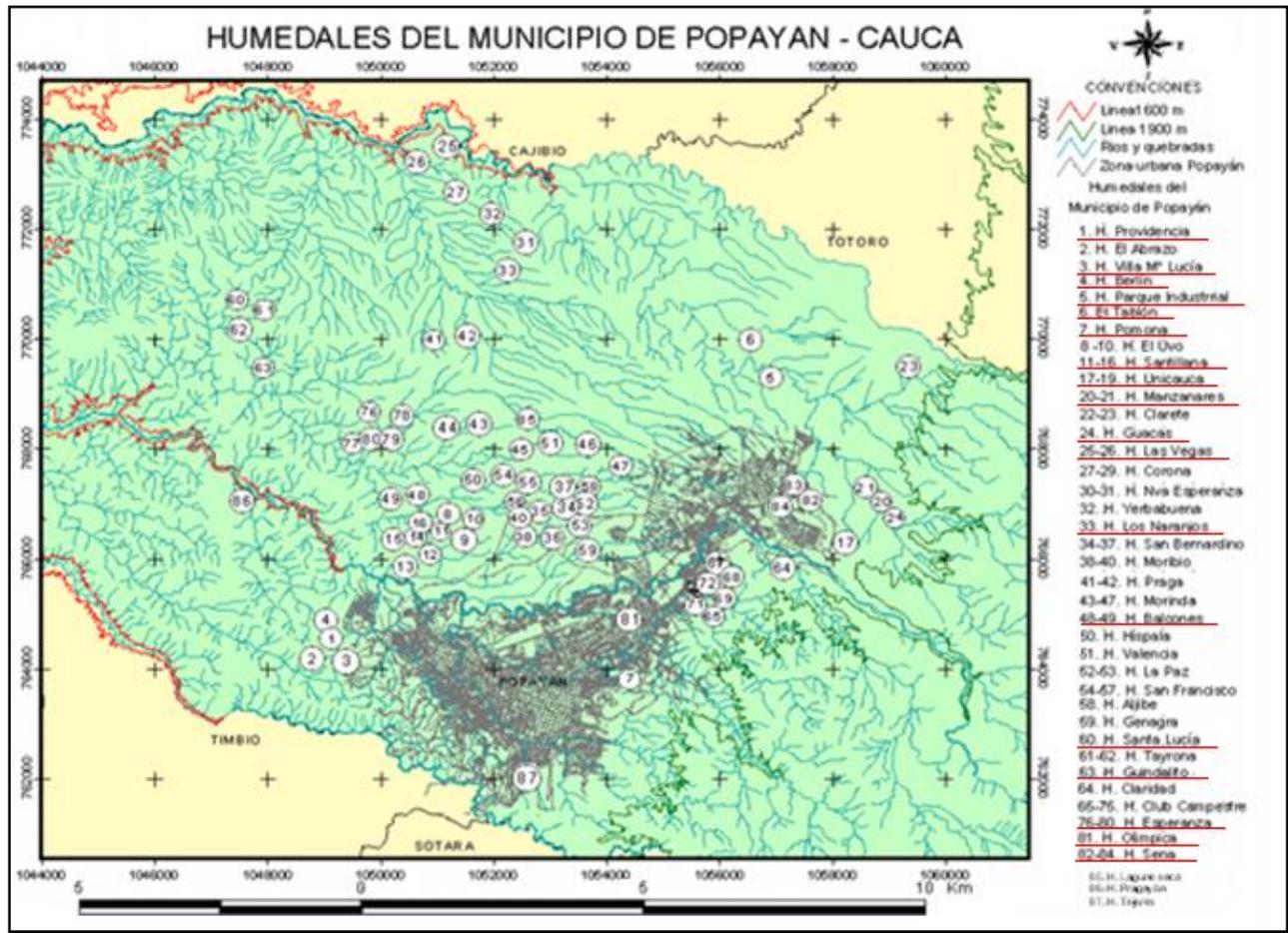
El municipio de Popayán se encuentra localizado al sur occidente de Colombia haciendo parte del Departamento del Cauca, con una coordenada máxima de 2° 30' 38" N 76° 31' 03" W y coordenada mínima 2° 28' 43" N 76° 43' 38" W. Forma parte del Altiplano de Popayán y el piedemonte de la cordillera central, en una franja subandina entre los 1600 y 1900 metros de altitud, según Cuatrecasas (1958) y Rangel (1995) la zona se encuentra localizada dentro del zonobioma de bosque subandino con una altitud entre 1000 y 2200 msnm (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del Municipio de Popayán



Fuente: Información Digital CRC- WWF, Artunduaga

Figura 2. Ubicación de los Humedales de Popayán.



Fuente: Información Digital CRC- WWF, Artunduaga

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE MUESTREO

La descripción de los sitios de muestreo se llevo a cado mediante datos ya establecidos en trabajos anteriores relacionados con el tema. Se realizo una visita previa a los humedales para constatar dicha descripción y aceptar o rechazar el humedal para el presente estudio, de los humedales presentes en Popayán 19 tienen las características escogidas (tabla 2) para el estudio. Los cuales se describen a continuación.

Corregimiento San Bernardino

Figura 3. Humedal Los Balcones

Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, rodeado por vegetación compuesta por pastizales, es usado como reservorio de agua y es alimentado por medio de una quebrada cercana.



Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería (figura 3).

Corregimiento Julumito

Figura 4. Humedal Santillana



Humedal Palustre, forma parte de un complejo de humedales que han existido por muchos años en la zona, pero ha sido modificado a partir del represamiento de flujos de agua, se abastece de una manera suave y continua por la quebrada Victoria, está rodeado por potreros cubiertos por gramíneas, especies herbáceas y arbustivas y un bosque ripariano que sigue el curso de la quebrada que lo

alimenta. Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería (figura 4).

Corregimiento La Rejoya

Figura 5. Humedal Los Naranjos



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, presenta sectores cubiertos de juncuales y una zona cubierta de arbustales sobre su cauce principal en la entrada del agua se encuentra entre dos laderas cubiertos de un relicto de especies remanentes de bosque natural original, arbustales y gramíneas, sirve como área de pastoreo para el ganado.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería y agricultura (figura 5).

Figura 6. Humedal Las Vegas



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, se encuentra entre dos laderas cubiertas por pastizales y arbustales para el pastoreo del ganado, aunque presenta un extenso espejo lagunar, el sector de entrada de agua se encuentra colmatado. Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería y agricultura (figura 6).

Corregimiento Las Piedras

Figura 7. Humedal Manzanares



Humedal Lacustre, extremadamente colmatado, es un pequeño lago cubierto por macrofitas.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la agricultura (figura 7).

Figura 8. Humedal Las Guacas



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, presenta una franja remanente de bosque natural original, arbustales y gramíneas sobre la entrada de agua, fue modificado para ser usado como reservorio de agua con fines recreativos (figura 8).

Corregimiento Cajete

Figura 9. Humedal Providencia



Humedal Artificial con presencia de espejo lagunar permanente, este presenta una forma rectangular desprovista de vegetación circundantes como arbustales o arboles.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería y piscicultura (figura 9).

Figura 10. Humedal Berlín



Humedal Palustre cubierto de vegetación hidrofílica totalmente colmatado, rodeado por un bosque de eucaliptos y sobre el otro una franja remanente de bosque natural original, arbustales y gramíneas muy denso (figura 10).

Figura 11. Humedal Villa María Lucía



Humedal Palustre (ciénaga), rodeado por bosque protector y arbustos, es usado como reservorio de agua (figura 11).

Corregimiento Santa Rosa

Figura 12. Humedal Esperanza



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, es usado como reservorio de agua para el ganado, la vegetación circundante es rala compuesta por pastizales que es usado como zona de pastoreo del ganado.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería (figura 12).

Corregimiento San Rafael

Figura 13. Humedal Tayrona



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, se encuentra rodeado de una franja remanente de bosque natural original, arbustales y gramíneas sobre el espejo lagunar se encuentran una gran película de algas que le da una apariencia de color amarillo.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería (figura 13).

Figura 14. Humedal Santa Lucia



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, se encuentra entre dos laderas, una donde aún se conservan especies remanentes del bosque natural original, y la otra por pastizales que son aéreas utilizadas para el pastoreo del ganado.

Este humedal se encuentra dentro de una finca de propiedad privada dedicada a la ganadería (figura 14).

Figura 15. Humedal Guindalito



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, producto del represamiento de 2 quebradas, construido hace 20 años. En el predio se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas sin hacer uso directo del humedal ya que se encuentra alejado de la zona. Este ecosistema representa un valor ambiental para el propietario de predio, siendo una gran reserva de agua,

conserva un relicto de especies de bosque original que hace unos años albergo conejos, zorros, armadillos, ardilla y nutrias (figura 15).

Corregimiento El Sendero

Figura 16. Humedal Pomona



Humedal Palustre, es una zona pantanosa de potrero inundable con un avanzado estado de sucesión vegetal con predominancia arbustiva, es usado como zona para el pastoreo del ganado, se abastece y drena al río Molino (figura 16).

Corregimiento Calibío

Figura 17. Humedal El Tablón



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, está desprovisto de arbustos y bosque circundante, alimentado por medio de un canal desde una quebrada cercana, usado como reservorio de agua para la ganadería (figura 17).

Figura 18. Humedal Parque Industrial



Humedal Lacustre dulceacuícola con presencia de espejo lagunar permanente, está desprovisto de arbustos y bosque circundante, alimentado por medio de un canal desde una quebrada cercana, usado como reservorio de agua para la ganadería (figura 18).

Zona Urbana

Figura 19. Humedal Olímpica



Humedal Palustre, se encuentra en un avanzado estado de colmatación y sucesión vegetal con predominio arbustivo, el área de este ecosistema ha sido reducida durante varios años, debido a los procesos urbanísticos, al desconocimiento de su importancia ecológica y ambiental, del humedal queda un sector que conserva las características, que lamentablemente está cubierto por escombros (figura 19).

Figura 20. Humedal Sena



Humedal artificial cubierto por vegetación flotante como el buchón de agua y ciperáceas, rodeado de una densa vegetación de arbustales.

Este humedal se encuentra ubicado dentro de la sede agropecuaria del Sena (figura 20).

Figura 21. Humedal Unicauca



Humedal Palustre con una pequeña zona de espejo lagunar en tiempo de lluvias, rodeado por vegetación predominantemente arbustiva y gramíneas.

Este humedal se encuentra en una zona suburbana, dividido por una vía vehicular, ocasionando una constante presión antrópica sobre él como el ruido, la contaminación por vertimientos de aguas residuales, materia orgánica del ganado que lo usa como zona de pastoreo (figura 21).

5.3 FASE DE CAMPO

Los muestreos se realizaron en cada corregimiento en donde había un humedal con las características escogidas para el estudio (Tabla 2). Los muestreos se realizaron con el esfuerzo de dos personas, colectando todos los ejemplares avistados durante el recorrido, llevados a cabo entre las 7:00 am a 4:00 pm con el fin de abarcar las horas de mayor actividad de las especies durante el día (Pérez, *et al* 2007). Para obtener una mayor heterogeneidad durante el muestreo en los distintos humedales, estos se realizaron siguiendo las márgenes de los lagos, capturando los ejemplares en vuelo y en percha; El método de colecta que se utilizó fue la captura activa de adultos con redes entomológicas.

Para este trabajo en particular se utilizó una jama con una red de 80 cm de profundidad y 40 cm de diámetro y una extensión de 150 cm. Después de capturar los individuos, se sacrificaron en una cámara letal compuesta por un frasco de vidrio y un compartimiento donde se depositó algodón con acetato de etilo; posteriormente, se preservaron en sobres de papel mantequilla y se mantuvieron en una caja plástica con silica gel, para evitar el deterioro por hongos, humedad e insectos.

Tabla 2. Clasificación de humedales según las características tenidas en cuenta para la realización de muestreos

PALUSTRE/ BOSQUE	PALUSTRE / PASTIZAL	PALUSTRE / CULTIVO
Humedal Santillana Humedal Villa María Lucia	Humedal Pomona Humedal Olímpica Humedal Unicauca	Humedal Berlín
LACUSTRE / BOSQUE	LACUSTRE /PASTIZAL	LACUSTRE / CULTIVO
Humedal Los Naranjos Humedal Las Guacas Humedal Tayrona Humedal Santa Lucia	Humedal Los Balcones Humedal Las Vegas Humedal Esperanza Humedal El Tablón Humedal Parque Industrial Humedal Manzanares	Humedal Guindalito
ARTIFICIAL / BOSQUE	ARTIFICIAL /PASTIZAL	ARTIFICIAL / CULTIVO
No registrados	Humedal Sena Humedal Providencia	No registrados

5.4 FASE DE LABORATORIO

Para la Identificación de los ejemplares se utilizaron descripciones de especies, trabajos monográficos y claves, Propuesta para la odonatofauna de Centroamérica (Förster 1999), Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata – Zygoptera (Heckman 2008), Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata – Anisoptera (Heckman 2006).

El material colectado fue depositado en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca y se conservara en seco, en sobres con la información necesaria logrando así un

almacenamiento más práctico; de este modo el espécimen puede ser examinado sin ser sacado del sobre.

Figura 22. Material entregado en sobres



Hetaerina cruentata



Orthemis discolor

5.5 ANALISIS ESTADÍSTICO

5.5.1 Riqueza esperada y representatividad

Se obtuvo mediante la Curva de acumulación de especies que es una medida de diversidad a nivel local o alfa y es establecida por la riqueza específica (número de especies) esta permitió estimar el número de especies esperadas a partir de los muestreos y se representaron gráficamente (Villarreal *et al* 2004). La matriz se importó al programa Stimates, versión 6.0 (Colwell 2005), que realizó el cálculo del número de especies observado y esperado utilizando estimadores y considerando la desviación estándar proveniente del proceso de aleatorización.

5.5.2 Riqueza Específica

Para obtener el número total de especies muestreadas en la comunidad se utilizó el índice de Margalef

$$\text{Índice de Margalef. } (r1) = S-1 / \ln N.$$

Donde: S = número de especies
N= número total de individuos

5.5.3 Diversidad.

La comparación de la diversidad entre los tres tipos de humedal se realizara mediante el índice.

$$\text{Shannon-Weaver. } (H') = - \sum (P_i \ln P_i)$$

Donde: P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

5.5.4 Rareza

La rareza de las especies tiene mucho que ver con la de sus áreas habitables. Se puede decir que una especie es rara cuando:

- Sus áreas habitables son raras, las condiciones físico-químicas inestables en la naturaleza pueden tener una flora y fauna especializada. Un ejemplo de este tipo de rareza es la adaptación de plantas a suelos con una gran concentración de metales pesados.
- Sus áreas habitables permanecen habitables durante un corto período de tiempo. Sus depredadores, competidores y parásitos, mantienen sus poblaciones por debajo de su nivel de carga.
- Sus áreas habitables son pequeñas. Esto es particularmente aplicable a las especies habitantes de islas (no sólo islas oceánicas, si no todo tipo de islas "ecológicas"). Las islas están frecuentemente habitadas por especies endémicas, que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo.
- Parte de sus áreas habitables están más allá de su rango de dispersión. Esto puede ocurrir también con las especies de las islas.
- Sus recursos, aunque son predecibles, están presentes sólo en pequeñas cantidades o en densidades relativamente bajas. Esto se puede aplicar a muchos superdepredadores, habitualmente aves y mamíferos, que se alimentan también de otros mamíferos o aves, y que tienen poblaciones de baja densidad, recorriendo amplias zonas para la búsqueda del alimento.
- La escasa variabilidad genética entre sus miembros limita su adaptabilidad a diferentes hábitats. Muchas de las especies presentes en las listas de especies amenazadas son especies que se reproducen asexualmente (Ezcurra,1990)

Debido a que ninguna de las características antes mencionadas corresponde a los resultados obtenidos en el trabajo, se tomó como especies raras, aquellas que solo cuenta con uno o dos individuos en la totalidad del inventario taxonómico de los odonatos presentes en los humedales de Popayán.

5.5.5 Comparación de especies según su entorno y el tipo de humedal

El índice de complementariedad evalúa que tan diferentes son dos paisajes en términos de la composición de especies del grupo biológico de interés. Este índice varía de 1 a 0. Los valores cercanos a 1 indican que los dos paisajes son muy diferentes en la composición de especies y que por lo tanto se complementan en una escala regional

De acuerdo a lo anterior la comparación de los diferentes entornos (bosque, pastizal y cultivo) y de los tres tipos de humedales se llevo a cabo mediante este índice:

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

Para obtener el valor de complementariedad obtenemos primero dos medidas:

1. La riqueza total para ambos sitios combinados.

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

Donde: 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 sitios A y B.

2. El número de especies únicas en cualquiera de los dos sitios.

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

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

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 INVENTARIO DE ESPECIES DE ODNATOS EN LOS HUMEDALES MUESTREADOS.

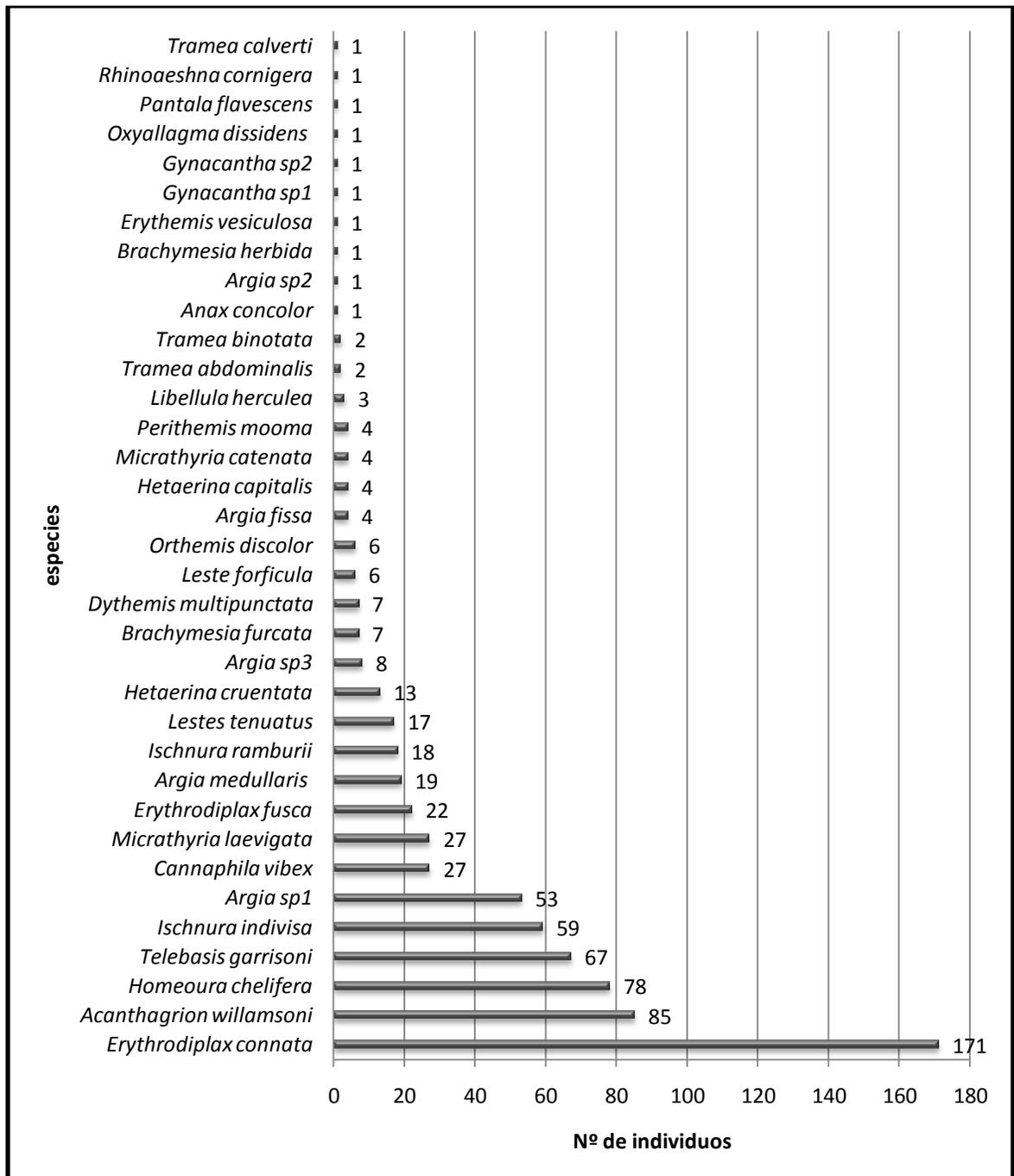
En el transcurso de los muestreos realizados en los humedales escogidos de Popayán se colectaron 723 individuos distribuidos en 22 géneros y 35 especies (Cuadro 1), correspondientes a 5 familias, presentes en los 3 tipos de humedales de Popayán; Estas 35 especies son los primeros registros para Popayán, de estos uno es un nuevo registro para Colombia (*Oxyallagma dissidens*) y se encontró otra especie, *Homeoura chelifera* presente el norte del país lo cual indica una ampliación de la distribución nacional de esta especie.

Cuadro 1. Listado de las especies registrada en humedales.

Orden Odonata	Suborden Zygoptera	Familia Calopterygidae	<i>Hetaerina capitalis</i> (Selys, 1873) <i>Hetaerina cruentata</i> (Rambur, 1842)
		Familia Coenagrionidae	<i>Acanthagrion williamsoni</i> (Leonard, 1977) <i>Argia fissa</i> (Selys, 1865) <i>Argia medullaris</i> (Hagen in Selys, 1865) <i>Argia sp</i> (Rambur, 1842) <i>Homeoura chelifera</i> (Selys, 1876) <i>Ischnura indivisa</i> (Ris, 1918) <i>Ischnura ramburii</i> (Selys, 1850) <i>Oxyallagma dissidens</i> (Selys, 1876) <i>Telebasis garrisoni</i> (Bick & Bick, 1995)
		Familia Lestidae	<i>Lestes forficula</i> (Rambur, 1842) <i>Lestes tenuatus</i> (Rambur, 1842)
	Suborden Anisoptera	Familia Aeshnidae	<i>Anax concolor</i> (Brauer, 1865) <i>Gynacantha sp</i> (Rambur, 1842) <i>Rhionaeschna cornigera</i> (Brauer, 1865)
		Familia Libellulidae	<i>Brachymesia furcata</i> (Hagen, 1861) <i>Brachymesia herbida</i> (Gundlach, 1889) <i>Cannaphila vibex</i> (Hagen, 1861) <i>Dythemis multipunctata</i> (Kirby, 1894) <i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775) <i>Erythrodiplax connata</i> (Burmeister, 1839) <i>Erythrodiplax fusca</i> (Rambur, 1842) <i>Libellula herculea</i> (Karsch, 1889) <i>Micrathyria catenata</i> (Calvert, 1909) <i>Micrathyria laevigata</i> (Calvert, 1909) <i>Orthemis discolor</i> (Burmeister, 1839) <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798) <i>Perithemis mooma</i> (Kirby, 1889) <i>Tamea abdominalis</i> (Rambur, 1842) <i>Tamea binotata</i> (Rambur, 1842) <i>Tamea calverti</i> (Muttkowski, 1910)

El total de individuos de las especies colectadas se resume en el siguiente gráfico (Figura 23):

Figura 23. Número de individuos por especie presentes en el muestreo.



En el presente trabajo se registraron 35 especies del orden odonata presentes en los humedales de Popayán al realizar la comparación con los registros de estudios anteriores se conoce que Bermúdez (2005) registra para el Valle del Cauca 49 especies del suborden Anisoptera, Urrutia (2005) registró para el Valle del Cauca 40 especies del suborden Zygoptera; Moreno y Borjas (2006) 23 especies para el departamento del Atlántico, Pérez y colaboradores (2007) 38 especies para la región del choco central, Paulson (1983) realiza datos estadísticos y un listado de las especies en Colombia la última actualización describe (236) al confrontar los resultados de los trabajos locales con los obtenidos en el proyecto de los humedales de Popayán se aprecia que número de especies encontradas no se está muy alejado al de los trabajos ya realizados y es de destacar que los muestreos fueron realizados en una zona pequeña, al comparar con el número de las especies en Colombia, el numero registrado en los Humedales de Popayán representa el 14,83% de la odonatofauna.

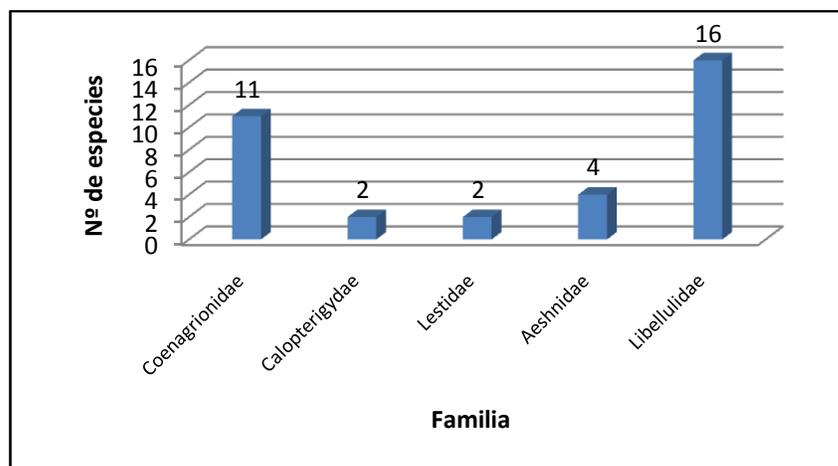
Esta relación de semejanza de especies en los diferentes estudios de odonatos se da al parecer porque las condiciones bióticas son similares en todos los casos, en las zonas de muestreo dominan una características, son áreas inundables o con focos de agua, áreas de vegetación densa, y de bosque. Los odonatos se encuentran en la estratificación que va desde lo herbáceo hasta lo arbustivo, este es hábitat propicio para las especies, asimismo se encuentran en donde abundan las charcas y quebradas, allí las parejas se aparean sobre el follaje cercano y se cumple el desarrollo de las ninfas acuáticas.

La especie con mayor número de individuos durante todo el muestreo fue *Erythrodiplax connata* 23,65%, seguida por *Acanthagrion willamsoni* 11.75%, *Homeoura chelifera* 10.78%, las demás especies registras representan porcentajes menores del 10%. (Anexo 1).

De las familias colectadas en los muestreos, la familia Libellulidae presentó el mayor número de especies (16 spp) seguida por Coenagrionidae (11 spp), Aeshnidae (4 spp), Calopterygidae (2 spp) y Lestidae (2 spp) (Figura 24).

De acuerdo con los datos obtenidos y según la literatura, de las familias registradas para Colombia, en el área de estudio están presentes aproximadamente un 35.7%.

Figura 24. Distribución del número de especies por familia (Odonatos) de los Humedales de Popayán.



Las familias mejor representadas fueron Libellulidae y Coenagrionidae al comparar los trabajos reportados en Colombia se ve que sigue la tendencia, Bermúdez (2005) registra para esta familia 39 especies distribuidas en todas las zonas fisiográficas del Valle del Cauca, Urrutia (2005) registra 17 especies para Coenagrionidae, Moreno y Borjas (2006) también registran a Libellulidae y Coenagrionidae como las familias mejor representadas en las localidades de La Sierra (Sabanalarga), Tierra Arena (Juan de Acosta), Bijibana (Repelón) y Guaibana (Piojo) en el departamento del Atlántico, Pérez y colaboradores (2007) también registran a Libellulidae y Coenagrionidae como las familias más abundantes en su estudio con 16 y 9 especies respectivamente.

Con relación a los humedales y las capturas obtenidas en ellos, se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 3), en donde se describe el número total de especies presentes en los tipos humedales y en su entorno.

Tabla 3. Número de especies en Humedales

Palustre			Lacustre			Artificial		
23			30			14		
bosque	pastizal	cultivo	bosque	pastizal	cultivo	bosque	pastizal	cultivo
19	12	9	16	28	8	0	14	0

En la tabla se describe el número de especies presentes en cada tipo de humedal y a su vez el número de especies presentes en los entornos de los humedales.

Las especies con mayor número de individuos en los tres tipos de humedales fueron: *Erythrodiplax connata* 23,65%, *Acanthagrion willamsoni* 11.75%, *Homeoura chelifera* 10.78%.

Realizando una recopilación de especies en los tipos de humedales se encontró que, los humedales de tipo Palustre presentaron 23 especies (equivalentes al 65% del total), los humedales de tipo Lacustre con 30 especies (85%) y los humedales de tipo Artificial con 14 especies (40%). El mayor número de capturas se realizó en el entorno pastizal en todos los tipos de humedales (Anexo 1).

La razón por la cual en los humedales de tipo palustre encontramos una mayor riqueza es que estos humedales son ambientes con niveles elevados de materia orgánica, que favorecen el establecimiento y la concentración de un gran número de especies de insectos. La existencia de hábitats aéreos, acuáticos y edáficos (suelo consolidado) propicia la colonización de muchas clases de insectos y artrópodos. La complejidad de este ecosistema se aprecia por la forma como los insectos se integran como alimento para otros animales (vertebrados y otros artrópodos) o como aprovechan los recursos provenientes de la vegetación, el agua y el suelo (Andrade 2000). Al ser las larvas de los odonatos netamente acuáticas las condiciones de los humedales de tipo palustre son óptimas para el desarrollo, cuando son adultos pueden alejarse del medio donde vivieron como larvas, pero cuando alcanzan su madurez sexual vuelven a este medio, o a otro de características similares, para reproducirse y continuar con el ciclo.

Los humedales artificiales, no tienen un valor importante con respecto al número de especies con relación a los humedales Palustre y Lacustre, ya que los humedales artificiales son muy intervenidos debido al uso como estanques piscícolas lo cual hace que presenten constantemente la actividad antrópica.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS

6.2.1. Familia Libellulidae.

La familia Libellulidae es la más diversa de todos los Anisoptera, posee más de 1000 especies distribuidas a nivel mundial en más de una región biogeografía. Algunas especies están presentes en climas tropicales, subtropicales y templados y presentan una gran diversidad de formas, tamaños y colores (Silsby 2001).

Una de las principales características de esta familia es la forma ensanchada de su abdomen y su forma característica de bota que presenta en la curva anal del ala posterior. Su tamaño varía desde 20 hasta 60 mm con una envergadura alar de 30 a 100 mm. Su cuerpo es mucho más corto que la envergadura alar y presenta patrones de coloración rojos, amarillentos o azules. Algunas especies presentan patrones de coloración en sus alas y los machos de la mayoría de las especies tienen colores brillantes y tienden a posarse en áreas abiertas, maleza o costas arenosas de los ríos. Los Libellulidae pasan mucho más tiempo en percha que los miembros de otras familias; los machos tienden a reposar en posición horizontal, sin embargo existen excepciones. La mayoría se precipitan hacia las presas desde su posición de percha, a la cual vuelven después de la captura (Dunkle 1989). Una característica etológica de los machos es su marcado territorialismo, lo cual hace que esta familia sea mucho más fácil de coleccionar que otras familias del suborden (Silby 2001)

En este trabajo se colectaron 286 especímenes y se identificaron 16 especies (Cuadro 1, Figura 25)

Figura 25. Especímenes Familia Libellulidae encontrados en este estudio



Orthemis discolor



Alas *Orthemis discolor*



Erythrodiplax connata



Alas *Erythrodiplax connata*

Fotografías: Stella Ramirez

6.2.2. Familia Coenagrionidae

Los coenagrionidos son odonatos de tamaño pequeño a mediano (20 a 45 mm), con el cuerpo más o menos fino y patas y abdomen corto. Tienen la cabeza alargada transversalmente y los ojos separados. Su coloración es muy diversa; los machos generalmente son de colores vistosos (celeste, rojo, verde) y las hembras de color castaño. Los adultos inmaduros por lo general son más pálidos, de color castaño claro con líneas o manchas blancuzcas. Las alas son agostas, ambos pares con forma y venación similares. Esta es la familia más grande y común de odonatos del suborden Zygoptera.

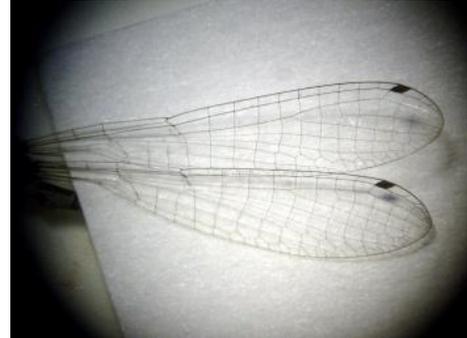
Esta familia se encuentra en todos los tipos de ambientes acuáticos: quebradas, ríos, pantanos y lagunas, tanto en bosque seco como húmedo. Su vuelo es lento; generalmente se posan cerca del agua, manteniendo el cuerpo en posición horizontal y las alas cerradas.

En este trabajo se colectaron 393 especímenes y se identificaron 11 especies (Cuadro 1, Figura 26)

Figura 26. Ejemplares familia Coenagrionidae encontrados en este estudio



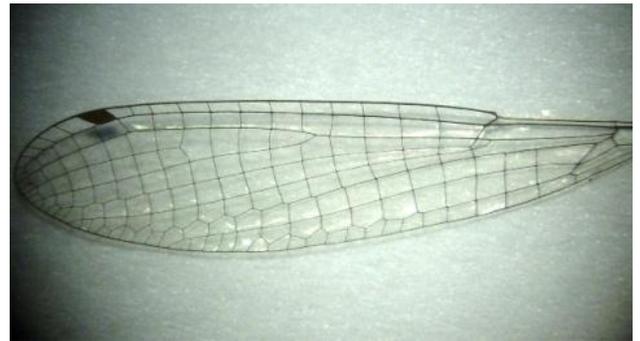
Homeoura chelifera



Alas *Homeoura chelifera*



Oxyallagma dissidens



2da ala *Oxyallagma dissidens*

Fotografía: Stella Ramirez

6.2.3. Familia Aeshnidae

Aeshnidae es una familia de amplia distribución mundial y son considerados los representantes más primitivos del suborden Anisoptera (Silsby 2001), son de tamaño grande a muy grande 60 - 80 mm con un cuerpo alargado y muy robusto: la cabeza es esférica, con los ojos grandes y unidos en la parte dorsal; los ojos suelen ser muy brillantes y de colores vivos. La región delantera de la cabeza es amplia y plana, generalmente de color claro o vivo. El tórax es grueso y negro con bandas de color claro en los costados o de un solo color (pardo, verde claro, rojo), las patas son largas y fuertes. Las alas son largas, anchas en la base con un tinte pardo en algunas especies. El primer par de alas tiene la forma y la venación un poco diferente al segundo par.

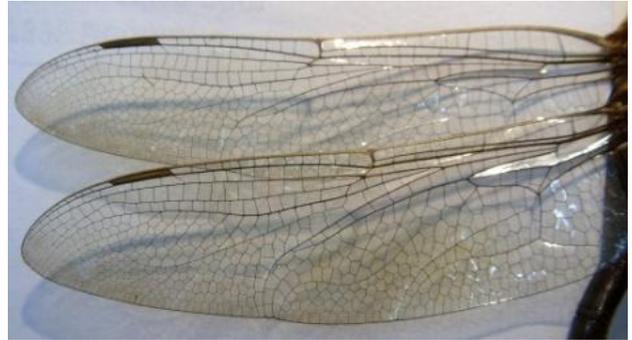
Esta familia tiene hábitos variables, algunos pueden ser totalmente diurnos mientras que otros tienen hábitos crepusculares y en menor medida nocturnos. Gracias a su vuelo pueden tener una amplia distribución, que incluso puede llevar a un individuo a muchos kilómetros de distancia de donde nació.

En este trabajo se colectaron 4 especímenes y se identificaron 4 especies (Cuadro 1, Figura 27)

Figura 27. Ejemplares familia Aeshnidae encontrados en este estudio



Anax concolor



Alas *Anax concolor*



Rhionaeschna cornígera



Alas *Rhionaeschna cornígera*

Fotografía: Stella Ramirez

6.2.4. Familia Calopterygidae

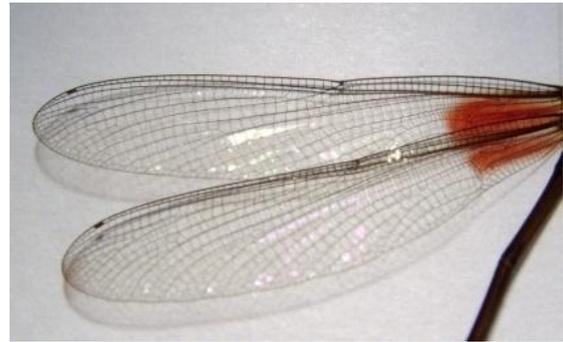
Los calopterigidos son de tamaño mediano 45 - 60 mm, cuerpo esbelto y patas largas y finas. Su cabeza es alargada transversalmente, con los ojos separados. Ambos sexos tiene la cabeza negra, a veces con la boca color verde metálico. Los machos presentan en la región dorsal del tórax una coloración púrpura e iridiscente; los lados del tórax son negros con bandas pardas a crema. Ambos pares de alas tienen forma y venación similares, la venación es muy densa y presentan muchas venas antenodales. Las alas tienen una mancha roja en la región basal y las puntas rojas o pardas. Esta familia se reconoce precisamente por esta mancha roja en la base de las alas.

En este trabajo se colectaron 17 especímenes y se identificaron 2 especies (Cuadro 1, Figura 28)

Figura 28. Ejemplares familia Calopterygidae encontrados en este estudio



Hetaerina capitalis



Alas Hetaerina capitalis



Hetaerina cruentata



Alas Hetaerina cruentata

Fotografía: Stella Ramirez

6.2.5. Familia Lestidae

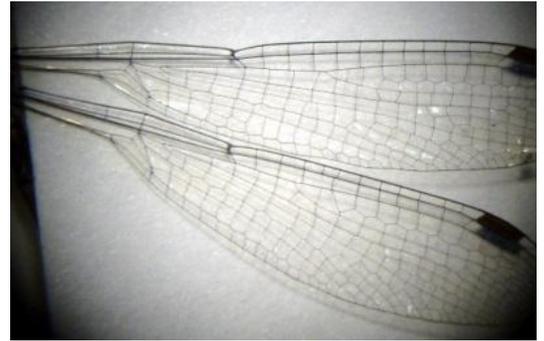
Odonatos de tamaño mediano a grande (40 a 75 mm), con el cuerpo esbelto y las patas finas. Ambos sexos tienen la cabeza alargada transversalmente y los ojos separados. Los machos tienen la cabeza azul y el tórax celeste, azul oscuro o verde iridiscente; algunas especies presentan bandas claras en los costados. Ambos pares de alas tienen forma y venación similares, y son transparentes, con estigma grande. El abdomen es largo y delgado, de color azul o verde iridiscente. Las hembras presentan una coloración parda o verde oscura iridiscente; su abdomen es más corto y grueso que el de los machos. Los léstidos son comunes. Su modo de volar es lento; generalmente se posan en ramas verticales o vegetación emergente con las alas parcialmente abiertas, manteniendo el cuerpo vertical o muy inclinado hacia atrás (Esquivel 1997).

En este trabajo se colectaron 23 especímenes y se identificaron 2 especies (Cuadro 1, Figura 29)

Figura 29. Ejemplares familia Lestidae encontrados en este estudio



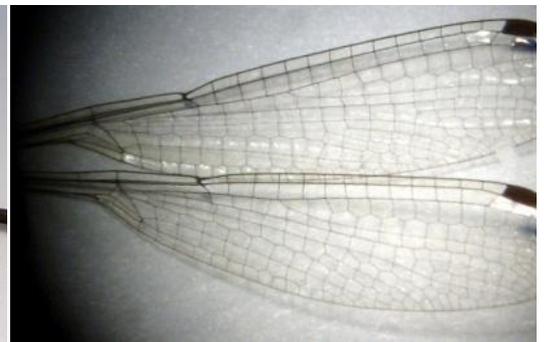
Lestes forficula



Lestes forficula



Lestes tenuatus



Alas *Lestes tenuatus*

Fotografía: Stella Ramirez

6.3 ATRIBUTOS DE LA COMUNIDAD

6.3.1. Riqueza esperada y Representatividad.

En general, las curvas de acumulación muestran un leve submuestreo, ya que según Soberón y Llorente (1993), un muestreo es representativo es cuando se obtiene el 80% de las especies estimadas. En este trabajo se obtuvo un 76% de representatividad con una riqueza esperada de 46 especies de Odonatos frente a las 35 especies observadas, lo cual nos indica que se logró registrar un porcentaje suficiente de especies de la comunidad de Odonatos en los muestreos.

A pesar de que no se cuenta con curvas de acumulación que permitan estimar la totalidad de especies, o por lo menos un porcentaje significativo, puede afirmarse que los datos generados son representativos, al contrastar el número de especies conocida contra lo que se esperaría encontrar en estudios posteriores. La riqueza específica es alta (5.16) si se compara con lo que se conoce para diferentes localidades en Colombia.

En humedales de tipo Palustre el promedio de los estimadores dio como resultado 34 especies esperadas de Odonatos frente a 23 especies observadas con una representatividad de muestreo de 68%, en los humedales de tipo Lacustre el promedio de los estimadores arrojó como resultado 34 especies esperadas de Odonatos frente a 30 especies observadas con una representatividad de muestreo de 85% y en humedales de tipo Artificial los estimadores en promedio dieron como resultado 18 especies esperadas de Odonatos frente a 14 especies observadas con una representatividad de muestreo de 78%.

Aunque la representatividad en algunos muestreos se puede considerar baja se utilizó la metodología comúnmente usada para la captura efectiva del grupo, pero hay que tener en cuenta que la efectividad de la captura depende también de la agilidad del que esta muestreando ya que los odonatos se destacan por ser ágiles, rápidos y tienen una gran destreza en el vuelo y a su vez tiene una buena visión lo cual hace que sean difíciles de capturar.

Esto se debe a que los odonatos son de los mejores voladores en el mundo de los insectos, y pueden pulsar sus alas hasta 50 veces por segundo. Se han medido volando hasta 98 km/hr. Su visión es extraordinaria (con ojos que contienen hasta 28,000 omatidas), combinado con su poder y velocidad en el vuelo, se manejan en el aire con gran habilidad (Corbet y Philip 1999).

Debido a que las curvas de acumulación de especies muestran que faltó esfuerzo de muestreo los datos presentados sobre las especies preliminares son alentadores, pues muchas de las especies no eran conocidas ni registradas en Popayán. Esta situación permite deducir que el muestreo en esta zona probablemente tendería a cero en la medida que se aumentara el esfuerzo de muestreo y fueran registrándose más especies.

6.3.2 Riqueza específica.

Para valorar la riqueza específica se empleó el índice de margalef, que nos indica la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes. Al realizar el cálculo para todos los humedales muestreados dio como resultado 5,16 lo cual nos indica que los humedales de Popayán en conjunto pueden ser considerados como una zona de alta biodiversidad con respecto a la odonatofauna, al realizar este índice en cada uno de los tipos de humedales el resultado varía pero no drásticamente ya que los valores obtenidos están por encima de 3,0 lo cual nos indica que no son zonas de baja diversidad.

El valor que arrojó el índice de margalef en los diferentes tipos de humedales fueron: Humedales de tipo Palustre (3.96), Humedales de tipo Lacustre (4.81) y Humedales de tipo Artificial (3.22); los humedales de tipo Lacustre son entonces los que tienen un mayor nivel de biodiversidad y se corrobora ya que en este tipo de humedal fue en donde se capturó un número mayor de individuos y un mayor número promedio de especies, aclarando que la biodiversidad está dada por el número de especies presentes y es en este tipo de humedal en donde se afirma y es por esto que debido a que las condiciones de estos humedales son mucho más favorables para los odonatos ya que presentan un fragmento mayor de agua (espejos de agua) que facilitan la puesta de los huevos,

seguido por los humedales de tipo Palustre que muestra en términos generales que este tipo de humedal presenta diversidad media debido a que las condiciones de estos humedales son más drásticas en decir el agua está presente pero en condiciones diferentes (pantanos) y finalizando con los de tipo Artificial coincidiendo con la intervención a lo que son sometidos estos humedales.

Los estudios sobre la composición, la riqueza y la distribución de las especies de artrópodos terrestres de humedales colombianos se han concentrado en hábitats de montaña, como en los humedales bogotanos (Amat y Quitiaquez 1998) y los humedales de la Sabana de Bogotá (Amat y Blanco 2003); estos estudios dan a conocer diversos aspectos sobre composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de artrópodos a nivel de unidades de vegetación; la relación de grupos de artrópodos con hábitos alimenticios bajo diferentes factores de perturbación y su función dentro de la dinámica ecológica del humedal pero los demás hábitats han sido poco estudiados y/o documentados es por esto que la información es poca y es necesario su ampliación es por eso que se realiza la composición, riqueza de las especies de artrópodos terrestres de humedales, en este caso y en este trabajo de específicamente de Odonatos.

La composición y riqueza de especies de artrópodos en los humedales también está relacionada con varios factores de perturbación antrópica como los depósitos de rellenos, el establecimiento de ganado y la acumulación de basuras y aguas residuales (Amat y Quitiaquez 1998).

Los humedales suelen ser ecosistemas muy productivos, ricos en nutrientes y donde la materia orgánica se transforma con rapidez. Esto favorece el rápido crecimiento de las plantas y animales y ayuda a sustentar grandes poblaciones de las especies mejor adaptadas a estos ambientes caso contrario en los humedales de tipo artificial visitados estos humedales (lagos) son creados para el cultivo de peces, para este fin los lagos deben ser tratados para el desarrollo de los peces, en el transcurso de este procedimiento pueden aparecer larvas de Odonatos las cuales atacan los peces pequeños y es ahí en donde el efecto antrópico se hace presente, ya que consideran a las larvas como plaga y para el control de esta utilizan insecticidas o desocupar los lagos factores que impiden el desarrollo larvario y por consecuencia la no presencia de Odonatos adultos.

6.3.3 Diversidad.

El índice de Shannon en general ($H' = 2.6298$) indica que hay igualdad entre el número de especies y la cantidad de organismos de las mismas, los valores para cada uno de los tipos de humedales no se alejan del valor total y no hay una variación individual drástica lo cual nos indica que continua una uniformidad en cada tipo de humedal, Palustre ($H' = 2,4218$), Lacustre ($H' = 2,5246$) y Artificial ($H' = 2,2585$).

Aunque el resultado obtenido por el índice de Shannon (desarrollado con \ln) es bajo, la zona estudiada se puede interpretar como diversa y se confirma con los datos obtenidos, es destacable la elevada riqueza en especies (35) sobre todo teniendo en cuenta lo puntual de los muestreos; las comunidades de odonatos ocupan preferiblemente ambientes lénticos (Carchini y Rota 1985) y homogéneo que crean microhábitats con

factores que favorecen el alojamiento de los adultos y hábitats acuáticos para las larvas lo cual ofrece una mayor diversidad (Minshall 1984).

La abundancia de artrópodos en los humedales, en la región andina de Colombia, depende de varios factores como su historial paleoecológico, su régimen climático, sus dimensiones, las características del espejo de agua, la heterogeneidad de los hábitats, el tipo de vegetación y sus condiciones de manejo (Amat y Blanco 2003), otro factor que incide en el número de especies son: la depredación y la migración (Córdoba y Aguilar 1994). Teniendo en cuenta esto, se puede decir que en algunos muestreos las condiciones climática (nublado) y físicas de los humedales (turbio debido a las lluvias) no colaboraron con la captura de odonatos, en el desarrollo de los muestreos se veía que la abundancia de individuos se veía afectada por la presencia de la luz solar, en días nublados y de lluvia las capturas y el avistamiento de ejemplares eran muy bajas. Caso contrario en los días de sol, la captura y el avistamiento era notablemente mayor, presentaban mayor abundancia y es posiblemente a que en estas condiciones climáticas se da el periodo de emergencia de imagos.

6.3.4 Rareza.

Las especies raras, son aquellas que se encuentran en un número lo significativamente bajos como para representar un problema de conservación (Halffter y Ezcurra 1992, Kershaw *et al.*1995).

En el presente trabajo se tomó como especies raras, aquellas que solo cuenta con uno o dos individuos en la totalidad del inventario taxonómico.

Tabla 4. Especies raras encontradas en humedales de Popayán

Especie	Palustre	Lacustre		Artificial
	Bosque	Bosque	Pastizal	Pastizal
<i>Anax concolor</i>			1	
<i>Argia sp2</i>				1
<i>Brachymesia hervida</i>	1			
<i>Erythemis vesiculosa</i>			1	
<i>Gynacantha sp1</i>			1	
<i>Gynacantha sp2</i>			1	
<i>Oxyallagma dissidens</i>			1	
<i>Pantala flavescens</i>	1			
<i>Rhinoaeshna cornigera</i>	1			
<i>Tamea abdominalis</i>			2	
<i>Tamea binotata</i>		1	1	
<i>Tamea calverti</i>			1	

Se contaron 12 especies raras que corresponden al 34% de todas las especies analizadas. El 75% de estas especies raras se encuentran en los humedales de tipo Lacustre, especies que se encontraron en dos entornos diferentes bosque con un 8,33% y

pastizal con 66,67%; el 25% de estas especies raras se encontraron en los humedales de tipo Palustre con entorno bosque y el 8,33% restante en los humedales Artificiales con entorno pastizal (Tabla 4).

Los humedales lacustres son dominados por plantas que crecen principalmente sobre o debajo de la superficie del agua, ya sea que estén sujetas al sustrato o que floten libremente, se encuentran presentes la mayoría del año, son plantas que requieren de aguas superficiales, semipermanentes o bajo condiciones de inundación constante (Cowardin 1979), las especies de odonatos encontradas en estos humedales tienen un medio ideal para vivir, vegetación persistente que da refugio, agua constante para el desarrollo, es por esto en donde se asume que en este tipo de humedal se encuentre la gran mayoría de especies raras encontradas.

En los humedales palustres las condiciones varían, la vegetación es emergente y está caracterizada por plantas herbáceas acuáticas erguidas y enraizadas. Esta vegetación está presente la mayoría del año, y es por esto que es considerada persistente y no persistente, la vegetación persistente son las que permanecen erguidas al menos hasta el comienzo de la siguiente temporada de crecimiento y la no persistente son las plantas que caen a la superficie del sustrato o bajo la superficie del agua una vez terminada la temporada de crecimiento, de esta manera en ciertas épocas del año no existe señal obvia de vegetación emergente (Cowardin 1979). Al no existir vegetación que provea refugio para los odonatos se ve la rareza de especies presentes en este tipo de humedal, según esto, en este humedal se debería haber encontrado un número mayor de especies raras debido a la complejidad del hábitat pero según el estudio y la visualización de ejemplares estos buscan las mejores condiciones para su desarrollo.

De las doce especies clasificadas en este trabajo como raras se puede decir que *Oxyallagma dissidens* y *Rhinoeshna cornígera* son especies que no han sido registradas en los trabajos mencionados anteriormente lo cual nos da la razón para afirmar su rareza; *Brachymesia hervida*, *Tamea abdominalis* y *Tamea binotata* están presentes y han sido registradas en el Atlántico, *Anax concolor*, *Erythemis vesiculosa*, *Pantala flavescens* y *Tamea calverti* han sido registradas en los trabajos del Valle del Cauca y en el Atlántico y finalmente la mayoría de especies de los géneros *Argia* y *Gynacantha* no se reconocen como especies raras ya que estos géneros se encuentran en todos los estudios registrados de odonatos en Colombia.

6.4 COMPARACIÓN DE ESPECIES SEGÚN SU ENTORNO Y EL TIPO DE HUMEDAL

Las localidades que más se complementan son: el tipo Lacustre entre pastizal y cultivo (80%) y el humedal tipo Palustre, bosque – cultivo, las diferencias entre las localidades en composición de hábitat, el humedal visitado con características Lacustre - cultivo presentaba una gran dimensión y a su vez estaba rodeado por un bosque lo cual permite una mayor área para volar y ocultarse, lo cual indica que hay una diferencia entre los sitios y que no existe una gran cantidad de especies compartidas, mientras que la más similar en composición fue palustre y lacustre (39%) debido a que estos humedales son de origen natural (Tabla 5).

Para el humedal artificial no se realizó el índice de complementariedad en el entorno debido a que solo se han registrado humedales artificiales rodeados de pastizales lo cual impide realizar una comparación.

Tabla 5. Índice de complementariedad. (A) Tipos de humedal (B) Entorno de los humedales.

(A)

Índice de complementariedad	H. Palustre – H. Lacustre	H. Palustre – H. Artificial	H. Lacustre – H. Artificial
Tipos de Humedal	0,39	0,58	0,63

(B)

Índice de complementariedad	Bosque - cultivo	Bosque - Pastizal	Pastizal - cultivo
Palustre	0,73	0,52	0,50
Lacustre	0,59	0,53	0,80

Los valores descritos en la tabla 6 nos indican porcentajes que evalúa que tan diferentes son las zonas estudiadas, en rojo están los porcentajes que representan una mayor complementariedad es decir son muy diferentes en la composición de especies y en azul los valores mínimos.

El índice de complementariedad en los tipos de humedal dice que las áreas mas complementarias son los humedales lacustre y artificial, el 63% de la especies son diferentes lo cual hace que se complementen en una escala regional, el 39% descrito entre los humedales palustre y lacustre nos indican que las especies encontradas en estos humedales son iguales.

Para la complementariedad entre los entornos, el 80% de las especies en el entorno pastizal-cultivo de los humedales lacustres nos indica la heterogeneidad de la odonofauna en el área de estudio, en el entorno pastizal es en donde se encontró un mayor número de individuos en comparación al cultivo, lo cual se corrobora con este resultado, y el 50% de la especies en el entorno pastizal-cultivo pero en las humedales palustres indican una menor complementariedad

Al calcular los índices de complementariedad entre los tipos de humedales se encontró que existe una semejanza en la composición de especies entre los tipos de humedal y su entorno; Esta semejanza se debe a que los odonatos no tienen en cuenta el entorno en sí, más bien están totalmente interesados en los lugares en donde el agua sea el factor principal para la continuidad de su especie; buscan un lugar en donde depositar sus huevos para el desarrollo de sus larvas que son completamente acuáticas; es por eso que son fáciles de encontrar en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente, en aguas limpias o ligeramente eutrofizada (Montes 2009).

7. CONCLUSIONES

- La fauna de odonatos encontrada en los humedales de Popayán la constituyen 5 familias, 22 géneros y 35 especies. Una especie *Oxyallagma dissidens* nuevo registro para Colombia y *Homeoura chelifera* ampliación en localidad.
- Los resultados obtenidos muestran que los Humedales de Popayán son de gran interés para la odonatofauna, su importancia es mayor de la esperada debido a la pequeña superficie de los humedales y la homogeneidad de los hábitats, contrariamente se refleja en el número elevado de individuos colectados a lo largo del estudio.
- La riqueza de odonatos registrada en el área de estudio representan el mayor inventario de este grupo en Popayán y constituye un aporte significativo para los registros del Cauca.
- Las familias Coenagrionidae y Libellulidae son familias muy comunes por lo que es normal que sean las que inicialmente se encuentran representadas con mayor cantidad de ejemplares.
- La familia Coenagrionidae fue una de las más ricas en especies en el suborden Zygoptera, esto puede deberse a que es una familia que explora una gran diversidad de hábitats.
- La familia Libellulidae fue la más rica en especies en el suborden Anisoptera lo cual se es coherente con todos los estudios de Odonatos.
- El número de individuos de cada familia no es referencia de su abundancia en campo ya que algunas son simplemente más difíciles de capturar que otras.
- Los odonatos son tanto terrestres como acuáticas y íntimamente asociados a la vegetación es por esto que en los humedales se encuentran un gran número de individuos.
- Si bien los odonatos adultos no son un grupo de insectos con una difusión muy relevante en su estudio son de gran interés debido a su poder como indicador de aguas (fase larvaria) ya que son organismos sensibles a las modificaciones del medio en donde se desarrollan.
- Los humedales son ecosistemas altamente productivos que se caracterizan por cumplir múltiples funciones, manteniendo además una alta diversidad biológica.
- La conservación de un solo tipo, o todos los tipos de humedales, es suficiente para la preservación óptima de la biodiversidad de Odonatos.

- Debido a la expansión urbana, el humedal Olímpica (Palustre) han sido expuesto a fuertes presiones antrópica que han reducido el área y la regularidad del humedal generando un así impacto sobre la biota que genera una disminución de biodiversidad y cambios en la composición de especies.
- Los humedales Palustres y Lacustres constituyen ecosistemas que sostienen una gran biodiversidad, y que los insectos son claves en el mantenimiento de esta.

8. RECOMENDACIONES

- Completar el inventario faunístico de Odonatos adultos en todos los humedales presentes en Popayán, futuros muestreos aportarían nuevas especies a las ya registradas y esto permitiría una mejor aproximación a la riqueza total de odonatos.
- Se recomienda unir estudios para relacionar las fases de vida de este grupo (larvario y adulto) para verificar el territorialismo que los destaca.
- Se recomienda controlar y proteger la calidad del agua de los humedales, ya que son importantes ecosistemas acuáticos que cumplen funciones como almacenamiento de agua y son el hábitat de un sin número de especies de fauna y flora.
- La conservación de los hábitats es fundamental, si bien manteniéndolos en un estado próximo al natural o con el uso de desarrollo sostenible en el territorio haciendo que no impacte negativamente sobre las comunidades de odonatos.
- Crear áreas que protejan un grupo heterogéneo de Odonatos, debido a sus cualidades como cazadores infalibles sirven como controladores de insectos plaga, insectos vectores de enfermedades del hombre (mosquitos, zancudos) y de otros mamíferos, también como controladores biológicos ya que los odonatos encontrados en hábitats no perturbados con buena vegetación tienden a ser especialistas con una distribución limitada, por otro lado las especies que encontradas en zonas industriales y/o urbanas con vegetación impactada son generalistas con una amplia preferencia de hábitat y distribución (Subramanian 2002).
- Colombia es tierra incógnita (Paulson, 2004) en cuanto a diversidad de Libélulas y algunas áreas permanecen prácticamente desconocidas (Donnelly, 1992), esto hace que estudios de este tipo tengan alta prioridad dado que permiten asociar la diversidad de Libélulas con el estado del hábitat que la sostiene.
- Este trabajo sirve de basa para futuros estudios con enfoque más aplicado como evaluaciones de impacto ambiental mediante monitoreo a largo y mediano plazo utilizando parámetros de comunidades como bioindicadores.
- La aplicación de planes de manejo en los humedales de Popayán serian de gran utilidad en la prevención de la pérdida de especies y sus hábitats.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AMAT, G. y BLANCO E. 2003. Artopofauna de los Humedales de la Sabana de Bogotá. en: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y Conservación internacional – Colombia (eds.). Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Tomo I, Bogotá. pp. 90-106
- AMAT, G. y QUITIAQUEZ G. 1998. Un Estudio de la Entomofauna de Humedales: El Humedal Juan Amarillo en Bogotá. en: E. Guerrero (ed.). Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN Colombia- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Bogotá. pp. 107 – 123
- ANDRADE, G. AMAT, G. y RENJIFO, J. M. 2000. Guía preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores. Bogotá, Medio Ambiente, Alcaldía Mayor. <http://www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/insectos/indice.htm>
- ARANGO, M.C y ROLDAN, G. 1983. Odonatos Inmaduros del Departamento de Antioquia en Diferentes Pisos Altitudinales. Universidad de Antioquia. Medellín. Actualidades Biológicas.12(46). pp. 91 - 115
- ARTUNDUAGA, D. B. 2007 Caracterización Ambiental de los Humedales en una Franja Subandina del Municipio de Popayán – Cauca. Tesis pregrado. Popayán-Colombia. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. pp. 52 – 140
- BERMÚDEZ, C. 2005. Estudio Taxonómico de los Adultos del Suborden Anisoptera (Odonata), del Valle del Cauca, Colombia. Tesis pregrado. Cali-Colombia. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. pp. 1 - 28
- BORROR, D. J. 1942. A Revision of the Libellulinae Genus Erythrodiplax (Odonata). Contributions in zoology and Entomology, No 4. Biological Series. Ohio State University. Columbus U.S.A. pp. 200 - 286
- BRUES, T. C., MELANDER, A. L., y CARPENTER, F. M. 1945. Classification of Insects. Cambridge: Museum of comparative zoology. Vol. 108. pp. 261 - 270
- BYBEE, S. 2005. Libelulas y Caballitos del diablo (Insecta: Odonata) Departamento de Entomology and Nematology, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). <<http://edis.ifas.ufl.edu>>
- CARCHINI, G. y ROTA, E. 1985. Chemico-physical data on the habitats of rheophile odonata from central Italy. Odonatologica, 14(3): pp. 329 - 245

CCR – WWF, convenio CRC – WWF 1065-22-1204. 2006. Caracterización Ambiental Preliminar de los Humedales de la Meseta de Popayán y Purace en el Departamento del Cauca. Cali - Colombia. pp. 52 - 119

COLWELL, R.K. 2005. EtimatesS, Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 7.5b1. University of Connecticut.

CONVENCION RAMSAR. 1971. Carpeta Informativa RAMSAR. http://www.ramsar.org/about/aboutinfopack_1s.htm

CORBET, P. S. y PHILP S. 1999. Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. Ithaca, NY: Comstock Pub. Associates. pp. 234 – 250

CORDOBA y AGULIAR. 1994. Adult survival and movement in males of the damselfly *Hetaerina cruentata*. Xalapa, Veracruz, Mexico. Florida Entomologist 77(2): pp. 256 -264

COWARDIN, L. M. 1979. Wetland classification in the United States. J. For. 76 (10): pp. 666-668

CRUZ, L. F. 1986. Contribución a los Estudios Taxonómicos de Odonata - Zygoptera de Colombia descripción de una nueva especie de Cianallagma (Odonata: Coenagrionidae). Caldasia. XIV (68 -70). pp. 743 - 747

CUÁN, J. A. 2001. Acerca de la Taxonomía y Ecología de odonata (Arthropoda, Insecta) en la Ciénaga de Guarinocito (Caldas). Tesis de maestría. Universidad de los Andes. Colombia. 230 p.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. Revista Academica Colombiana de Ciencias Exactas Fisicas y Naturales. 10(40): pp. 221 - 264

DONNELLY, T. W. 1970. The Odonata of Dominica, British West Indies. Smithsonian Contributions to Zoology. 37: pp.1-20.

DONNELLY, T. W. 1979. The genus Phyllopomphoides in Middle America (Anisoptera: Gomphidae). Odonatologica 8: pp. 245 – 26.

DONNELLY, T. W. 1992. The Odonata of Central Panama and their Position in the Neotropical Odonata Fauna, with checklist, and descriptions of new species Cap. 5 en: Quintero, D.A. Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies. Oxford University Press. Faunísticos. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo. pp.53 - 90.

DUNKLE, S. W. 1989. Dragonflies of the Florida Peninsula, Bermuda and the Bahamas. Scientific Publishers Nature Guide. 155p.

ESQUIVEL, C. 1997. Las Familias de insectos de Costa Rica. In: Solís, A. (ed.) INBio. <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto221.html>

EZCURRA, E. 1990. ¿Por qué hay tantas especies raras? La riqueza y rareza biológicas en las comunidades naturales. Ciencias (Biotropica No. especial) 4: pp. 82-88.

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

FÖRSTER, S. 1999. The dragonflies of Central America exclusive of Mexico and the West Indies: A guide to their identification. Braunschweig, G Rehfeltd. 141p.

GONZALEZ, J. M. 2003. El agua, los humedales y los insectos. Athens Ecolatino 1(2). <http://www.athensecolatino.com/v1n2/ecologia.html>

HALFFTERG. y EZCURRA, E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En G. Halffcer (Ed.). La diversidad biológica de Iberoamerica, Acta Zoológica Mexicana, CYTED-D, Volumen especial, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Xalapa, Mexico. pp. 3-24

HECKMAN, C. W. 2008. Encyclopedia of south America Aquatic Insects: Odonata – Zygoptera. Olympia, Washigton. U.S.A. Ed. Springer p. 45 -558

HECKMAN, C. W. 2006. Encyclopedia of south America Aquatic Insects: Odonata – Anisoptera. Olympia, Washigton. U.S.A. Ed. Springer p. 93 – 376, 382 - 511

IMMS, A. D. 1964. A general text book of Entomology. 9th. Ed. London: Methun & co. Ltd. pp. 124 - 170

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT.1999. <http://www.humboldt.org.co>

INTRODUCTION TO THE ODONATA, Dragonflies and Damselflies. <http://www.ucmp.berkeley.edu./arthropoda/uniramia/odonatoida.html>

KERSHAW, G. M, MACEA, y WILLIAM. 1995. Threatened Status, Rarity, and Diversity as Alternative Selection Measures for Protected Areas: A Test Using Afrotropical Antelopes. Conserv. Biol. 9: pp. 324-334.

McCAFFERTY, P. W. y PROVONSHA A.V.. 1981. Aquatic Entomology. Science Books International. Nord. 2ª ed. Delachaux et Niestlé, Paris. 463 p.

MINSHALL, G. W. 1984. Aquatic Insect-Substratum Relationships. en: Resh, V. H. y D. M. Rosemberg Eds. The Ecology of the Aquatic Insects. Praeger Publisher. USA. pp. 358-400

MONTES, C. 2009. Los Bioindicadores como Herramienta de Evaluación de la Calidad de Agua en uno de los Afluentes del Río Combeima. <http://www.monografias.com/trabajos71/bioindicadores-herramienta-evaluacion-calidad-agua/bioindicadores-herramienta-evaluacion-calidad-agua.shtml>

MORENO, L.C, BORJAS, R.A. 2006 *et-al*. Odonatos. Sistema de Áreas Protegidas del Departamento del Atlántico. Universidad del Atlántico, Corporación Autónoma regional del Atlántico. pp. 4-50

- PAULSON, D. 2004. Critical odonata in Middle & South America. Guardians of the watershed. Global status of dragonflies: critical species, threat and conservation IUCN Regional report. International journal of Odonatology 7(2): pp. 163- 188
- PAULSON, R. D. 1983. List of the Odonata of South America, by country. <http://www.ups.edu/biology/museum/ODofSA.html>
- PEREZ, L. 2003. Estudio biotaxonomico de los odonatos (Insecta: Anisoptera fabricius, 1793) del distrito de Santa Marta (Magdalena, Colombia). Tesis de grado. Universidad del Magdalena. 176 p.
- PEREZ, L. MONROY, D. y REALPE, E. 2007. Patrones de Distribucion Local de Odonatos en la Region del Choco Central, Pacifico Colombiano. Laboratorio de Zoología y Ecología Acuática LAZOE, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia. pp. 3 – 15
- POTES, L. F. 1999. Los Ricos en Megadiversidad. Universidad del Valle. Palmira. 186 p.
- RACENIS, J. 1953. Contribución al estudio de los Odonata de Venezuela. Anales de la universidad Central de Venezuela. 35: pp. 31- 96.
- RACENIS, J. 1957. El primer hallazgo de la familia Synlestidae (Odonata: Zygoptera) en Venezuela. Memoria de la sociedad de Ciencias Naturales. "La salle". 17: pp. 26-27.
- RACENIS, J. 1958. Dos nuevas especies del genero Aeshna (Odonata: Aeshnidae) de Venezuela. Acta Biológica Venezuelica. 2: pp. 179 – 226
- RACENIS, J. 1959. Lista de los Odonata del Perú. Acta Biológica Venezuelica. 2: pp. 467 – 522.
- RAMIREZ, A. 1992. Description and natural history of Cost Rican dragonfly larvae. *Heteragrion erythrogastrum* (Selys 1886) *Odontológica* 21 (3): pp. 361-365.
- RANGEL, CH, J. O. 1995. Diversidad Biótica I: Clima, Centros de Conservación de Especies, Fauna. Universidad Nacional, Instituto de Ciencias Naturales. Santafé de Bogota. D.C. Colombia. 442 p
- RICHARDS, O. W., DAVIES R. G. 1977. *Imms General Text Book of Entomology*. 2(10) ed. London Chapman and Hall. pp. 55 - 56
- RODRIGUEZ, A. 1992. Fauna de la republica de argentina (Insecta Odonata), PROFADU (CONICET), La Plata. 34 (1): pp 1 - 91
- ROLDAN, P. G. 1999 Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad del Agua. *Revista Académica Colombiana Ciencias*. 23 (88): pp. 375-387

SANTOS, N. D. 1981. Arthropoda Odonata. En: Aquatic Biota of Tropical South America. Part 1. California. pp. 64-85

SILSBY, J. 2001. Dragonflies of the world. Smithsonian Institution Press. U.S.A. 216p.

SOBERÓN, J. y LLORENTE J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology 7: 480-488.

SUBRAMANIAN, K. A. 2002. When dragons fly nature watch. Centre for Ecological Science, Bangalore. India. pp. 69 – 78

URRUTIA, M. X. 2005. Riqueza de especies de Odonata Zygoptera por Unidades Fisiográficas en el Departamento del Valle del Cauca. Tesis de grado. Boletín del museo de entomología de la universidad del Valle 6(2): pp. 30-36

VILLAREAL H., M. ALVAREZ, S. CORDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. ÓSPINA Y A. M. UMAÑA. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de biodiversidad. Programas de Inventarios de Biodiversidad. Instituto De Investigaciones En Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, 236 p.

WESTFALL, M. y MAY L. 1996. Damselflies of North America. Scientific Publisher. USA. pp. 37 - 60

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

WILLIAMSON, E. B. 1918b. Results of the University of Michigan - Williamson expedition to Colombia. 1916 – 1917: Two interesting New Colombian Gomphides (Odonata). Occasional Papers of the museum of Zoology. University of Michigan. 52: pp.1 – 14.

WILLIAMSON, E. B. 1918c. Results of the University of Michigan – Williamson expedition to Colombia. 1916 – 1917:A new species of Agriogomphus (Odonata). Occasional Papers of the museum of Zoology. University of Michigan. 59 : pp.1 – 22.

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 the museum of Zoology. University of Michigan. 77: pp. 1 – 21.

10. ANEXOS

Anexo 1. Abundancia de especies según el tipo de humedal y su entorno.

Especie	Palustre			Lacustre			Artificial		
	Bosque	Pastizal	Cultivo	Bosque	Pastizal	Cultivo	Bosque	Pastizal	Cultivo
<i>Acanthagrion willamsoni</i>	8	7	9	20	36	1		4	
<i>Anax concolor</i>					1				
<i>Argia fissa</i>		1			1	1		1	
<i>Argia medullaris</i>	1	2		7	4	1		4	
<i>Argia sp1</i>	1	17	7	27	1				
<i>Argia sp2</i>								1	
<i>Argia sp3</i>	2				1			5	
<i>Brachymesia furcata</i>					7				
<i>Brachymesia herbida</i>	1								
<i>Cannaphila vibex</i>	1	10	3	6	5	2			
<i>Dythemis multipunctata</i>			6		1				
<i>Erythemis vesiculosa</i>					1				
<i>Erythrodiplax connata</i>	19	31	8	42	50	17		4	
<i>Erythrodiplax fusca</i>	2	1		6	13				
<i>Gynacantha sp1</i>					1				
<i>Gynacantha sp2</i>					1				
<i>Hetaerina capitalis</i>								4	
<i>Hetaerina cruentata</i>		1	2	5		1		4	
<i>Homeoura chelifera</i>	6	8		2	45			17	
<i>Ischnura indivisa</i>	8	23		2	25			1	
<i>Ischnura ramburii</i>					11			7	
<i>Leste forficula</i>	3			2	1				
<i>Lestes tenuatus</i>	15				2				
<i>Libellula herculea</i>			1	1		1			
<i>Micrathyria catenata</i>	1			1	2				
<i>Micrathyria laevigata</i>	3	1	2	7	12			2	
<i>Orthemis discolor</i>	1			2	1	1		1	
<i>Oxyallagma dissidens</i>					1				
<i>Pantala flavescens</i>	1								
<i>Perithemis mooma</i>	2				2				
<i>Rhinoeshna cornigera</i>	1								
<i>Telebasis garrisoni</i>	22	9	9	7	19			1	
<i>Tremea abdominalis</i>					2				
<i>Tremea binotata</i>				1	1				
<i>Tremea calverti</i>					1				

Anexo 2. Índice de complementariedad.

Índice de complementariedad	H. Palustre – H. Lacustre	H. Palustre – H. Artificial	H. Lacustre – H. Artificial
Número de especies de la primera localidad de cada comparación (A)	23	23	30
Número de especies de la segunda localidad de cada comparación (B)	30	14	14
Especies en común entre los dos sitios (C)	20	11	12
Especies exclusivas sitio A	3	3	9
Especies exclusivas sitio B	9	2	2
$SAB = a + b - c$	33	26	32
$UAB = a + b - 2c$	13	15	20
Complementariedad $AB = UAB \div SAB$	0,39	0,58	0,63

Índice de complementariedad H. Palustre	Bosque - cultivo	Bosque - Pastizal	Pastizal - cultivo
Número de especies de la primera localidad de cada comparación (A)	19	19	12
Número de especies de la segunda localidad de cada comparación (B)	9	12	9
Especies en común entre los dos sitios (C)	6	10	7
Especies exclusivas sitio A	9	9	1
Especies exclusivas sitio B	1	1	1
$SAB = a + b - c$	22	21	14
$UAB = a + b - 2c$	16	11	7
Complementariedad $AB = UAB \div SAB$	0,73	0,52	0,50

Índice de complementariedad H. Lacustre	Bosque - cultivo	Bosque - Pastizal	Pastizal - cultivo
Número de especies de la primera localidad de cada comparación (A)	16	16	28
Número de especies de la segunda localidad de cada comparación (B)	8	28	8
Especies en común entre los dos sitios (C)	7	14	6
Especies exclusivas sitio A	0	0	10
Especies exclusivas sitio B	0	10	0
$SAB = a + b - c$	17	30	30
$UAB = a + b - 2c$	10	16	24
Complementariedad $AB = UAB \div SAB$	0,59	0,53	0,80