

**COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES EN DOS RELICTOS DE BOSQUE  
ALTO ANDINO PRESENTES EN LAS VEREDAS LOYOLA Y GUACAS, MUNICIPIO DE  
SAN SEBASTIÁN, CAUCA – COLOMBIA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo

ROBINSON STEVEL LIZCANO JIMENEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
2013

**COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES EN DOS RELICTOS DE BOSQUE  
ALTO ANDINO PRESENTES EN LAS VEREDAS LOYOLA Y GUACAS, MUNICIPIO DE  
SAN SEBASTIÁN, CAUCA – COLOMBIA**

**DIRECTORA:**

**Bióloga, M.Sc. GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ**  
Profesora Departamento de Biología  
Universidad del Cauca

**ASESOR:**

**Biólogo, M.Sc. LUIS GERMÁN GÓMEZ BERNAL**  
Profesor Departamento de Biología  
Universidad del Cauca

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
2013**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

Directora \_\_\_\_\_  
Bióloga, M.Sc. Giselle Zambrano González

Jurado \_\_\_\_\_  
Biólogo, M.Sc. Hernando Rafael Vergara Varela

Jurado \_\_\_\_\_  
Bióloga, Ana María Bastidas Urrutia

Fecha de sustentación: Popayán, 20 de Diciembre de 2013.

*A mis padres Wilmar y Norly por ser los semilleros de mi vida, a mi Pupita hermosa Claudia Pérez Arrubla que me observa y guía desde el cielo, a mis Abuelas Carmen y Rosa, al resto de mi familia, a Sassy y Estrella, a todas las personas que viven en Valencia Cauca y a todos los que creyeron en mí.*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, ya que es la mayor fuerza que ejerce todos los pasos de mi vida y es el que mejor me conoce.

A mis padres Wilmar Lizcano Neira y Norly Jimenez, por todo el amor, cariño, dedicación, apoyo, esfuerzo y enseñanzas que me han dado a lo largo de vida que me han hecho el hombre que hoy soy.

A Claudia Liliana Pérez Arrubla, por el amor, compañía y comprensión que me brindo en esta tierra, también por brindarme el mayor ejemplo de lucha por la vida y hacer muchos de mis días los más hermosos e inolvidables, te llevaré en el corazón toda la vida.

A toda mi familia por el cariño, confianza y respeto que siempre me han brindado día a día.

A la docente Bióloga, M.Sc. Giselle Zambrano González por su gran amistad, paciencia enseñanza, y consejos que siempre he recibido de su parte, en gran parte de mi carrera universitaria.

Al docente Biólogo, M.Sc. Luis Germán Gómez Bernal por su gran amistad, enseñanza, apoyo y consejos que recibí en la asesoría de este trabajo de grado.

Al docente Biólogo, M.Sc. Hernando Rafael Vergara Varela, por su amistad y gran enseñanza que me brindo dentro de mi carrera universitaria.

A los Biólogos Fernando Ayerbe Quimones y Juan Pablo López Ordoñez, quienes compartieron sus conocimientos en la ayuda de identificación de algunas especies y cantos de las aves registradas en este trabajo de grado.

Al Grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación (GECO), por brindarme la gran oportunidad de formar parte de este, conociendo a personas extraordinarias y responsables. También agradecerles por el préstamo de los equipos que use para la realización de este trabajo de grado.

Al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), por el préstamo de tubos de aluminio y las instalaciones que use para la realización de este trabajo de grado.

Al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia, por el préstamo de los mapas del complejo Sotará.

A la Junta de Acción comunal de las veredas Loyola y Guacas del Municipio de San Sebastián, por el apoyo y permiso para poder trabajar en estas.

Al señor Evelio Piamba, por el préstamo de sus bosques en la vereda Loyola y por su gran espíritu de lucha por el crecimiento de la región de Valencia y el macizo Colombiano.

Al señor José Benigno Jiménez, por el préstamo de parches de bosque en la vereda Guacas y por fomentar el crecimiento y fortalecimiento de la región.

A los hermanos Simeón y Fabiola Palechor, por el préstamo de los parches de bosque en la Vereda Guacas.

Al señor Arjemiro Quinayas, por el préstamo de parches de bosque en la vereda Guacas.

A mi abuela Carmen Jiménez y mi tía Viviana Jiménez, quienes me hospedaron y trataron con afecto y cariño en las salidas de campo.

A Deiner Champutis y Esteban Jiménez, quienes me acompañaron a las salidas de campo, mostrando un total interés por aprender y enseñarme cosas que me han servido para trabajar en campo.

A mis más grandes Amigos, Olga Lucia Pérez, José Cerón, Jose Arbey Camargo, Diana Realpe, Yurany Realpe, Javier Collazos, Julián David Fernández, Beatriz Piamba, Magaly Castrillon, Farith Achinte, Carolina Banbagüe, Lorena Isaza, por su gran amistad, apoyo y palabras sinceras que he recibido de cada uno de ellos en los diferentes acontecimientos que he vivido.

A mis amigos de universidad, Vianny Plaza, Diego Imbachi, Santiago Valencia, Alexandra Arenas, Karenth Meneses, Victoria Ortega, Ana María Maya, Elena Triana, Dayana Galindez y resto de compañeros que compartieron conmigo estos años de experiencias, risas y enseñanzas.

A Paula Vargas, por su compañerismo, amistad y tiempo que me brindo al escuchar este trabajo de grado, le estaré eternamente agradecido.

A todos los profesores de los departamentos de Biología, Química, Física y Matemática de la Universidad del Cauca que contribuyeron en mi formación universitaria.

A mis compañeros de Trabajo y estudiantes del Bachillerato Formal de Adultos del Cauca – Sede El Tambo Cauca, por brindarme dos años de maravillosas experiencias como docente.

## RESUMEN

Los bosques de los andes de Colombia sufren un inmenso deterioro por la expansión de la colonización humana que ha generado cambios drásticos en los paisajes. La avifauna de los andes se caracteriza por presentar distribuciones geográficas restringidas y estrechos requisitos de hábitat, haciéndolas vulnerables a la extinción y prioritarias para la conservación global. Por lo anterior este trabajo investigativo busca registrar la composición de la comunidad de aves en relictos de bosque alto andinos presentes en las veredas Loyola y Guacas, que se encuentran ubicadas en el municipio de San Sebastián, Cauca – Colombia.

Con tres métodos de muestreo: (1) captura de los individuos con redes de niebla, (2) toma de registros visuales y (3) toma de vocalizaciones, se registraron 69 especies en dos relictos de bosque alto andinos en las veredas Loyola y Guacas, pertenecientes a 12 órdenes y 25 familias. Para la vereda Loyola se registraron 68 especies, distribuidas en 11 órdenes y 24 familias. El orden más representativo de este bosque es Passeriformes con 36 especies registradas y la familia más característica es Trochilidae con 14 especies registradas. Para la vereda Guacas se registraron 50 especies, distribuidas en 12 órdenes y 24 familias. El orden más representativo del relicto de bosque fue Passeriformes con 27 especies registradas y la familia más representativa es Trochilidae con 7 especies registradas.

Se registraron 5 especies que se encontraban por fuera del rango de Preocupación menor (LC) de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN), dos de ellas en estado de Casi amenazada (NT) que son: *Eriocnemis derbyi* y *Andigena hypoglauca* y tres en estado vulnerable (VU) que son: *Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Leptosittaca branickii* y *Sericossypha albocristata*.

Para la comparación entre la composición de la avifauna de los relictos de bosque alto andinos de la vereda Loyola y Guacas, se usó el índice de Similaridad de Bray-Curtis y el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington, arrojando valores del 83% y 0,0289 respectivamente, concluyendo que los relictos de bosque alto andinos son complementarios.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
3.1 GENERAL.....	3
3.2 ESPECÍFICOS .....	3
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
3.1 FRAGMENTACIÓN. ....	4
3.2 FRAGMENTACIÓN DE BOSQUE ALTO ANDINO EN COLOMBIA. ....	5
3.3 AVES.....	6
3.4 ESTUDIOS DE AVES EN COLOMBIA. ....	6
3.5 ESTUDIOS DE AVES EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. ....	7
3.6 AVES ALTO ANDINAS.....	8
3.7 RELACIÓN AVES Y FRAGMENTACIÓN.....	9
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>10</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDIO. ....	10
4.1.1 <i>Municipio de San Sebastián</i> .....	10
4.1.2 <i>Corregimiento de Valencia</i> .....	11
4.1.3 <i>Vereda Loyola</i> .....	12
4.1.4 <i>Vereda Guacas</i> .....	13
4.1.5 <i>Zonas de Muestreo</i> .....	14
4.2 MÉTODOS DE MUESTREO. ....	15
4.2.1 <i>Muestreo de Avifauna</i> .....	15
4.2.2 <i>Análisis de los resultados</i> .....	16
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>18</b>
5.1 COMPOSICIÓN DE LA AVIFAUNA .....	18
5.1.1 <i>Composición de la avifauna en la vereda Loyola</i> .....	21
5.1.2 <i>Composición de la avifauna en la vereda Guacas</i> .....	25
5.2 COMPARACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN DE AVIFAUNA DE BOSQUE DE LA VEREDA LOYOLA Y GUACAS DEL MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN, CAUCA – COLOMBIA. ....	27
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>33</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>39</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa municipio de San Sebastián. Gobernación del Cauca. ....	11
<b>Figura 2.</b> Corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, Cauca. ....	12
<b>Figura 3.</b> Vista panorámica corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, Cauca. ....	12
<b>Figura 4.</b> Vista panorámica de la vereda Loyola, municipio de San Sebastián, Cauca....	13
<b>Figura 5.</b> Vista panorámica de la vereda Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca. .	13
<b>Figura 6.</b> Bosques pertenecientes a la zona de muestreo en la Vereda Loyola, municipio de San Sebastián, Cauca. ....	14
<b>Figura 7.</b> Bosques pertenecientes a la zona de muestreo en la Vereda Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca. ....	14
<b>Figura 8.</b> Número de especies por Orden registradas en el estudio. ....	20
<b>Figura 9.</b> Número de especies por Familia registradas en el estudio. ....	21
<b>Figura 10.</b> Número de especies por órdenes, presentados en la vereda Loyola. ....	22
<b>Figura 11.</b> Número de especies por familia registradas en la vereda Loyola. ....	23
<b>Figura 12.</b> Curva de rarefacción de especies vereda Loyola. ....	25
<b>Figura 13.</b> Número de especies por orden registradas en el estudio. ....	26
<b>Figura 14.</b> Número de especies por familia registradas en el estudio. ....	26
<b>Figura 15.</b> Curva de rarefacción de especies vereda Guacas. ....	27
<b>Figura 16.</b> Índice de similaridad de Bray-Curtis, en los bosque alto andinos de las veredas Loyola y Guacas, municipio de San Sebastián Cauca. ....	29

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.** Especies de avifauna registradas en las veredas Loyola y Guacas; lugar donde se encontró la especie (SECTOR), Loyola (LOY) y Guacas (GUA); tipo de registro (MET CAPTURA), Observación (OBS), Vocalización (VOC), Red de niebla (RED); Categoría IUCN, Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT). ..... 18

## **ANEXOS**

<b>ANEXO 1.</b> Registro fotográfico de aves en la vereda Loyola. ....	39
<b>ANEXO 2.</b> Registro fotográfico de aves en la vereda Guacas. ....	44

## INTRODUCCIÓN

La gran diversidad biológica Colombiana se debe a su ubicación global y por ende a su clima tropical característico, además recibe la influencia de la circulación atmosférica de la cuenca Amazónica y la presencia de la barrera orográfica que constituye los tres ramales de la cordillera de los Andes, que induce la formación de climas locales y regionales de alta complejidad (Poveda, 2004). Por esto, la mayor parte de los Andes colombianos presenta dos periodos húmedos y dos periodos secos cada año. Los periodos más lluviosos se extienden de mediados de Marzo a mediados de Junio y de Octubre a mediados de Diciembre. La verdadera “estación seca” de los Andes colombianos se prolonga desde Junio hasta Septiembre con una precipitación anual entre 1500 a 4000 mm.

Es muy importante reconocer que el número de especies que se han encontrado en los últimos años se debe a la gran diversidad de zonas topográficas con las que cuenta el territorio nacional. De igual modo en Colombia, los Andes se dividen en una compleja serie de tres cordilleras: Occidental, Central y Oriental, más o menos paralelas y orientadas de sur a norte (Hilty y Brown, 2001), dando como resultado que en esta zona de unión se registre una gran diversidad biológica tanto de fauna como de flora silvestre.

La cordillera Central, es conocida como el mayor complejo de ecosistemas naturales y cuenta con el corredor de páramos más extenso que se ubica en el macizo colombiano, con una extensión de 72350 ha distribuidas en los departamentos del Cauca y Huila. Este complejo termorregulador de los Andes presenta variaciones altitudinales entre los 3350 y 4640 msnm e hidrológicamente contiene las afluentes de las cuencas altas de los ríos Cauca y Magdalena (Morales *et al.*, 2007).

El macizo Colombiano es una de las áreas más densamente pobladas del país. Las veredas y corregimientos pertenecientes a esta zona se caracterizan por altas tasas de natalidad, altos índices de necesidades básicas insatisfechas y bajos índices de calidad de vida, y la gran mayoría de los pobladores participan activamente en altas producciones de tipo agrícola; desafortunadamente esta zona como muchas otras de nuestro país está actualmente sometida a una alta tasa de deforestación, dando lugar a la disminución de poblaciones de aves silvestres. Es así como 44 de las 76 especies endémicas de Colombia están categorizadas como amenazadas por la IUCN y tres ya se consideran extintas (IUCN, 2013; McMullan *et al.*, 2010).

A pesar de toda la presión antrópica y las diferentes amenazas que sufre la diversidad, Colombia es considerado uno de los países más ricos en especies de aves del mundo, con 1889 especies registradas según el Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB, 2013) y aproximadamente 3000 subespecies o razas geográficas; estas cifras aún siguen modificables, pues subsisten en el país grandes zonas en estado natural, donde las investigaciones ornitológicas no han sido todavía abordadas (Negret, 2001). Por otra parte, existe gran número de especies que han sido reportadas recientemente por primera vez para el país, por lo que resulta claro que el inventario de la avifauna Colombiana es aún incompleto (Cuervo *et al.*, 2006).

El Cauca debido a su complejidad biogeográfica, es considerado uno de los departamentos con mayor diversidad de aves registradas, con 1102 especies (Ayerbe-

Quiñones *et al.*, 2008). Para el municipio de San Sebastián, son reconocidas 200 especies que forman parte de la cordillera centro-oriental.

A pesar de los trabajos bibliográficos y de revisión en los diferentes museos de Colombia y el mundo, es importante realizar trabajos a nivel local en regiones del departamento, con el fin de corroborar y ratificar datos dentro de los inventarios que se han realizado, debido a que hay zonas del departamento del Cauca en donde no se cuenta con muestreo reciente de avifauna.

El departamento con su complejo pasado investigativo, su diversidad geográfica y su alta riqueza de aves, es una zona que ofrece un amplio panorama de investigación, además de conformar un área de gran relevancia para la conservación de importantes grupos de avifauna colombiana (Ayerbe-Quiñonez, 2008).

Son pocos los trabajos que se realizan para las zonas de amortiguación de los Parques Nacionales de nuestro país, debido a que muchos de ellos se desarrollan dentro del área protegida. El área de estudio, es una zona de alta influencia biológica y antropogénica debido a la interacción que existe entre los recursos naturales y pobladores en esta zona del departamento. Históricamente el proceso de transformación de zonas andinas a razón de actividades de pastoreo excesivo, y otros usos agrícolas y urbanísticos, han traído como consecuencia la pérdida de espacios naturales y amenazas para diferentes componentes de flora y fauna (Rangel, 2000).

La fragmentación, expansión de fronteras agrícolas y establecimiento de diferentes tipos de cultivos, se atribuyen como las principales causas de la pérdida de diversidad biológica (Verhelst, 2011) que están afectado a los diferentes bosques nativos, reemplazándolos por monocultivos y sistemas pastoriles que ayudan al sustento de las comunidades que habitan este sector.

Muchos de los bosques nativos que se encuentran a los alrededores del Corregimiento de Valencia en especial los de la vereda Guacas, han sido sustituidos por otros tipos de cobertura vegetal, debido a la llegada de colonos, grupos indígenas y campesinos. A medida que pasaron los años el paisaje característico de esta zona fue remplazado por monocultivos y zonas de pastoreo, que dejan alrededor de ellos parches o relictos de bosque nativo, que ya no cuentan con muchos componentes de la matriz inicial y que pueden afectar posiblemente la composición de la avifauna del sector. Mientras que en la vereda Loyola, se observan bosques más conservados, fundamentalmente por la influencia del trabajo de los Funcionarios del Parque Nacional Natural Puracé.

Por esto, es relevante determinar cuál es la composición de la comunidad de aves en relictos de bosque alto andino, presentes en las veredas Loyola y Guacas del corregimiento de Valencia municipio de San Sebastián Cauca ubicadas dentro de la zona de amortiguación en la parte sur del Parque Nacional Natural Puracé.

## **2. OBJETIVOS**

### **3.1 General**

Determinar la composición de la comunidad de aves en dos relictos de bosque alto andino presentes en las veredas Loyola y Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca – Colombia.

### **3.2 Específicos**

Elaborar un inventario de la comunidad de aves en dos relictos de bosque alto andino presentes en las veredas Loyola y Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca - Colombia.

Comparar la composición de avifauna de dos relictos de bosque alto andino, ubicados en las veredas Loyola y Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca – Colombia.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Fragmentación.

El origen de la idea de la fragmentación del hábitat en la teoría ecológica es fácilmente identificable en trabajos sobre la biogeografía de islas (Macarthur y Wilson, 1967). Muchos de los principios identificados en las Islas Galápagos y otros archipiélagos se aplican en mayor o menor grado a todos los hábitats naturales.

Desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad, es importante averiguar como la fragmentación de los bosques influye en el funcionamiento general de la flora y fauna remanente, debido a que esta puede afectar las condiciones abióticas de los fragmentos, la composición y abundancia de las especies asociadas a ellos, o bien puede influir indirectamente en algunas interacciones biológicas tales como mutualismo, depredación y competencia (Bustamante y Grez, 1995). También en la reducción del tamaño de hábitat y la fragmentación, que han sido consideradas como una de las principales causas de extinción de las especies; además la forma de los fragmentos como por ejemplo la proporción de la longitud del perímetro en relación con el área, tiene un gran impacto en procesos ecológicos y ambientales, ya que se da una mayor exposición al efecto de borde, principalmente en hábitats lineales y fragmentos pequeños (Bennett, 2004; Forman y Godron, 1986). De la misma manera se ha propuesto que los fragmentos circulares y con menor efecto de borde disminuyen el efecto península, considerándose como diseños óptimos para la conservación de especies (Macarthur y Wilson, 1967).

Autores como Pickett y Thompson (1978), Harris (1984), Bennett (1990), Haila (2002), y Turner (2005), mencionan que diversos aspectos de la ecología y conducta de la vida silvestre están regulados por la distribución espacial, tamaño, forma, densidad, heterogeneidad y grado de conectividad entre unidades del paisaje. Dichos factores pueden generar consecuencias como pérdida y reducción de hábitats, aislamiento de parches, incremento del efecto de borde, vulnerabilidad y reducción de poblaciones, desaparición de algunos individuos, disminución en la biodiversidad y cambios en la composición de las comunidades (Hernández y Chinchilla, 2011).

La pérdida de hábitat y fragmentación se reconocen como una enorme amenaza para la conservación de la biodiversidad. La fragmentación del hábitat lleva al aislamiento de las poblaciones, por tanto, puede incluir altas tasas de extinción y finalmente una reducción de la diversidad biológica (Rosenberg, 1997). Son precisamente las actividades humanas las que causan esto, en los órdenes regional, nacional y mundial. Estos cambios se manifiestan mediante la pérdida de complejidad de las comunidades de vegetales y animales, es decir, se produce una simplificación a consecuencia de la extinción de especies o poblaciones (Mora *et al.*, 2005).

Un bosque fragmentado puede ser descrito por atributos tales como número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos. El tipo de matriz que rodea a los fragmentos también es importante en esta caracterización. Los fragmentos pueden estar rodeados de vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso (Bustamante y Grez, 1995). Por una parte, la reducción y aislamiento del bosque remanente puede llevar a una reducción en los números poblacionales de las especies que habitan los fragmentos, ya sea por aumento de la mortalidad o por aumento en las emigraciones de los individuos. Por otra parte, la

fragmentación de los bosques nativos puede facilitar la invasión de nuevas especies a los fragmentos debido a los cambios microclimáticos que ocurren en ellos (Bustamante y Grez, 1995).

### **3.2 Fragmentación de Bosque Alto andino en Colombia.**

Uno de los tipos de disturbio más comunes en Suramérica durante el último siglo ha sido el reemplazo de bosque nativo por la plantación extensiva de especies exóticas, pino y eucalipto (Granda, 2006). A pesar de ser uno de los biomas más diversos del mundo, el bosque alto andino Colombiano ha sido fragmentado y desplazado por paisajes agropecuarios, plantaciones forestales de especies exóticas, e invadido por procesos de paramización (Rodríguez *et al.*, 2004). Estas interacciones, traen consigo la fragmentación del bosque nativo, donde los parches más pequeños pueden ser seriamente influenciados (León-Gamboa *et al.*, 2010).

Los Andes forman parte entre los 25 “puntos calientes” de biodiversidad y endemismo a nivel mundial, pero se encuentran amenazados o han sido poco estudiados (Latta *et al.*, 2011). Varios autores han registrado altas tasas de deforestación en los andes colombianos que consecuentemente aumentan en el tiempo acorde se establecen mayores procesos de producción. Armenteras *et al.*, (2003) indican una tasa de deforestación de bosques andinos en 600000 hectáreas por año y una pérdida de cobertura de bosque tropical original del 75%, que coincide con lo descrito por Kattan y Álvarez (1996), Durán y Kattan (2005) y Verhelst (2011).

Un número creciente de estudios han mostrado que el bosque de niebla y su biodiversidad son particularmente sensibles a los cambios causados por la fragmentación (Williams-Linera, 1992). Los parches de bosque alto andino menos alterados están aislados y poseen forma alargada; los parches pequeños, tienen forma casi circular, lo que contribuye a reducir los efectos de borde. Los parches de bosque andino se encuentran en zonas de pendiente, generalmente poco accesibles y menos útiles para otros usos del suelo; estas condiciones pueden haberlos protegido de una mayor explotación y degradación por el hombre, como reportan estudios en otros bosques tropicales (Williams-Linera *et al.*, 2002).

El proceso de cambio de las zonas andinas y paramunas a razón de las actividades de pastoreo excesivo, uso de leña como combustible, expansión agrícola, urbanización acelerada y apertura de carreteras, producto de la necesidad de uso de bienes y servicios que brinda este ecosistema para los asentamientos presentes, ha traído como consecuencias significativas, pérdidas en espacios naturales e importantes amenazas para los distintos taxones. Las comunidades vegetales también figuran como uno de los componentes que mayor transformación ha experimentado. Una acelerada desaparición de zonas limítrofes entre vegetación arbórea y herbácea, la homogenización de coberturas vegetales y el impedimento de regeneración de plantas nativas, se han señalado como las consecuencias directas más importantes del asentamiento humano en estas zonas (Rangel, 2000).

### 3.3 Aves.

De los vertebrados, el grupo de las aves es el más notable, consideradas por la mayoría de las personas, como melodiosas y hermosas. Con más de 9000 especies distribuidas por casi toda la tierra, las aves son uno de los grupos más numerosos de vertebrados a excepción de los peces. Las aves se encuentran en los bosques, desiertos, montañas, praderas y en todos los océanos (Hickman *et al.*, 2002). Alrededor de 3300 especies de aves han sido registradas para Centro y Sur América, lo que corresponde a más de una tercera parte de la avifauna mundial, convirtiendo a estas regiones en las más ricas en especies de aves del mundo (Haffer, 1985). La clasificación de las aves a nivel de órdenes para la parte de Sur América es: Accipitriformes, Gruiformes, Eurypygiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Opisthocomiformes, Cuculiformes, Strigiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Trogoniformes, Coraciformes, Galbuliformes, Piciformes, Cariamiformes, Falconiformes, Psittaciformes y Passeriformes (Remsen *et al.*, 2013).

El surgimiento de las aves como grupo taxonómico, podría plantearse desde la diversificación y distribución geográfica, que se fundamentan en teorías que abarcan diferentes escalas geográficas y cronológicas que derivan de ideas como la dispersión intercontinental, que llevó a una diversificación de las especies que actualmente se conocen.

Otras ideas explican el papel que desempeñó el tipo de refugio en la distribución y clasificación que actualmente poseen las aves. El surgimiento de las aves como grupo taxonómico data del Pleistoceno, donde la evolución de este grupo se ligó a los cambios cíclicos propios de periodos glaciales e interglaciares que a su vez causaron cambios en los hábitats. Además incluyen temas como la importancia de la evolución fisiográfica de Suramérica para la diferenciación de la avifauna; otro punto de vista integra información de distribución geográfica del orden, con el fin de identificar áreas de endemismo de aves (Cracraft, 1985; Haffer, 1967; Hernández-Camacho, 1993).

### 3.4 Estudios de aves en Colombia.

Muchas de las citas que se pueden encontrar sobre avifauna Colombiana están referenciadas en libros como la Guía de aves de Colombia (Hilty y Brown, 2001), así como también el libro rojo de las aves de Colombia (Renjifo *et al.*, 2002) y el manual de identificación CITES de aves de Colombia (Roda *et al.*, 2003), entre otros. Aunque son muchos los trabajos realizados por diferentes autores e instituciones, todavía se encuentran vacíos sobre el conocimiento de aves en algunas regiones del país (Córdoba-Córdoba, 2009).

En Colombia describir y registrar la diversidad de la biota fue un proceso lento y en muchos casos desordenado. Para la época de Linneo ya se conocían varias aves de América, sin embargo fue sólo hasta la décima edición de su "*Sistema Naturae*" (Linnaeus, 1758), que incorporó aves a su clasificación y designó a diferentes aves americanas con su sistema jerárquico de nomenclatura binomial. De esta edición se conoce la primera descripción de una especie de ave de una localidad colombiana, el loro *Aratinga pertinax* cuya localidad se encuentra en el departamento de Bolívar (Olivares, 1966).

En la Sección de Ornitología del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), Federico Carlos Lehmann como jefe y Rafael Cortéz como preparador, comenzaron a coleccionar aves. En varias salidas de campo recorrieron diferentes zonas del país incluidas áreas andinas de la Cordillera Oriental, varios lugares de la Orinoquía y la costa Caribe principalmente, asegurando ejemplares ornitológicos para la colección (Alvarez-López, 2005). Muchas de las publicaciones sobre aves antes de 1900 fueron listados y descripciones de especies de diferentes regiones y localidades del planeta, donde América continuó revelándose como un sitio exótico con innumerables organismos nuevos. En ocasiones diferentes autores publicaron la misma especie con diferente descripción y nombre, con lo cual se generaron muchas sinonimias y problemas taxonómicos (Córdoba-Córdoba, 2009). Algunos colectores profesionales ofrecieron sus servicios a instituciones que ya los conocían, este fue el caso de Melbourne A. Carriker Jr, quien colectó y envió ejemplares de la Sierra Nevada de Santa Marta al Carnegie Museum a partir de las exploraciones y colectas que realizó desde 1911 hasta al menos 1913 (Todd y Carriker, 1922)

En Colombia se desarrollaron ocho expediciones, las cuales recorrieron desde la costa del Pacífico hacia la Cordillera Occidental, luego hacia la Cordillera Central, hacia el norte hasta Antioquia, posteriormente de la Cordillera Central hacia el valle alto del Magdalena y luego la Cordillera Oriental y parte de los Llanos y Amazonía hacia el Caquetá (Chapman, 1917). En 1964 fue publicado "The Birds of Colombia and adjacent areas of South and Central America" de Meyer de Schauensee, la cual sirvió como la primera guía de campo para las aves del país ya que describió cortamente cada especie para poder identificarla: además presentó la distribución de cada especie para Colombia y luego su distribución general (Córdoba-Córdoba, 2009).

En los últimos años la participación de investigadores nacionales en el estudio y conocimiento de las aves en Colombia ha crecido dentro del país al igual que el intercambio y trabajo conjunto entre especialistas; sin embargo, algunos de estos estudios no serían posibles sin la existencia de especímenes en museos y de nuevas tecnologías para el estudio de individuos en su hábitat natural (Córdoba-Córdoba, 2009).

Parte de la riqueza de especies registrada en Colombia se debe a su posición geográfica, la cual permite recibir un gran número de especies migratorias, especialmente de la zona templada del norte del continente americano. Estas especies permanecen en Colombia durante el invierno de su región de origen (Hilty y Brown, 2001). Todo lo anterior da puntos de partida para entender que la distribución geográfica de las aves, es producto de una serie de circunstancias que de acuerdo a aspectos intrínsecos y extrínsecos a la avifauna, han hecho que las especies tengan diferentes rasgos de distribución geográfica asociadas a regiones naturales, topografía y distribución de hábitats entre otras características de América (Ayerbe-Quiñonez, 2008).

### **3.5 Estudios de Aves en el Departamento del Cauca.**

El Cauca es quizás el departamento con mayor cantidad de unidades biogeográficas (cinco) en Colombia, en donde adicionalmente se encuentra el Macizo Colombiano, principal estrella hidrológica del país, y los Parques Nacionales Naturales Isla Gorgona, Munchique, Nevado del Huila, Puracé, Serranía de los Churumbelos y Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel (Ayerbe-Quiñones *et al.*, 2008).

En la década de 1930 en Popayán había gran interés por la historia natural, y la familia de Federico Carlos Lehmann tenía en sus haberes colecciones de objetos naturales en parte por tradición familiar. Con las colecciones personales que poseía, junto con unas pieles preparadas en conjunto con el Sueco Kjell Eriksson Von Sneidern, se inició la Colección de Historia Natural a finales de 1936 en la Universidad del Cauca (Londoño-Díaz, 2002).

Es importante anotar que Von Sneidern colectó principalmente en los departamentos de Nariño, Cauca y Valle del Cauca, entre otras localidades. Muchos de estos especímenes fueron enviados a la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia en Estados Unidos donde se encontraba Rodolphe Meyer de Schauensee, al museo Real de Historia Natural de Estocolmo y al Museo de Chicago. Mientras él fue el encargado de la colección en Popayán, continuó con la labor de conseguir ejemplares para el museo del Cauca y otras instituciones y museos de Colombia y el exterior (Córdoba-Córdoba, 2009).

En 1936, la Universidad del Cauca creó su Museo de Historia Natural, el cual ha sido la principal fuente de estudio de las aves en la región (Bustamante, 1954). Con el aporte de investigadores mencionados anteriormente, la colección del Museo creció considerablemente y su legado fue continuado por otro naturalista payanés, el biólogo Álvaro José Negret quien dirigió el Museo de Historia Natural hasta su muerte en 1998. El trabajo del Museo ha continuado y en la actualidad tiene 4,908 ejemplares de aves en la colección de referencia, de los cuales el 49% corresponde a pieles de localidades caucanas (Ayerbe-Quiñones *et al.*, 2008).

Según últimos trabajos, el departamento del Cauca cuenta con un total de de 1102 especies, pertenecientes a 22 órdenes, 81 familias y 525 géneros. Esto equivale al 58.3% de las aproximadamente 1889 especies que se encuentran en Colombia. Se destacan 96 especies migratorias boreales, una austral y 18 endémicas del país, de las cuales *Eriocnemis mirabilis* y *Eriocnemis isabellae* son incluso endémicas para el departamento; 70 especies se encuentran en alguna categoría de amenaza o alerta a nivel nacional: 5 En Peligro Crítico, 16 En Peligro, 20 Vulnerables, 25 Casi Amenazadas y 4 en Datos Deficientes. No se incluye aquí al Zamarrito del Pinche - *E. isabellae*, descrito por Cortés-Diago (2007), ya que aún no cuenta con categoría de amenaza. Las familias con mayor diversidad son Tyrannidae (115 sp), Thraupidae (98 sp) y Trochilidae (96 sp). Se encontró además que el 78% de las especies tienen registros en colecciones zoológicas, 66% de las cuales se encuentran en colecciones internacionales y un 92% en museos nacionales (Ayerbe-Quiñones *et al.*, 2008).

### **3.6 Aves Alto andinas.**

La avifauna de los andes se caracteriza por presentar distribuciones geográficas restringidas y estrechos requisitos de hábitat, encontrándose vulnerables a la extinción y haciéndolas prioritarias para la conservación global (Kattan, 1992; Rengifo, 2001). La alta tasa de especiación que se observa en los andes, se considera el resultado de la gran diversificación evolutiva que a escala altitudinal ha presentado (Kattan *et al.*, 2004).

Los Andes colombianos, comprenden el sistema montañoso central del país, conformado por las tres cordilleras andinas. En ellas el gradiente altitudinal climático permitió el surgimiento evolutivo de diferentes tipos de vegetación en los que se distribuyen diferentes especies de aves. Sobre esta región se encuentra las formaciones de páramo exclusivas de los andes septentrionales y hábitat de un sin número de especies

endémicas. En esta amplia región del país existen aves que poseen distribuciones geográficas restringidas, ocasionalmente limitadas a un solo tipo de vegetación andina y a una o dos cordilleras. Las aves netamente andinas son por ejemplo, el pato de torrentes (*Merganetta armata*), el pato de paramo (*Anas flavirostris*), varias especies de pavas como la pava de cara azul (*Chamaepetes goudotii*) y otras pavas (*Penelope perspicax*, *Penelope montagnii* y *Aburria aburri*); la polla de agua negra (*Pardirallus nigricans*), la torcaza bombona (*Geotrygon frenata*) y varios loros y pericos (*Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Bolborhynchus lineola*, *Leptosittaca branickii* y *Ognorhynchus icteroctis*). Entre los colibríes existen numerosas especies exclusivas de la región andina y, así mismo, varios passeriformes (Negret, 2001). Las aves se han señalado como el grupo más representativo de la zona con 203 especies registradas para las zonas elevadas de la cordillera central y centro oriental (Ayerbe-Quiñones *et al.*, 2008).

### **3.7 Relación Aves y Fragmentación.**

La deforestación y la rápida degradación ambiental durante las últimas décadas han intensificado la necesidad de información sobre el comportamiento, reproducción, vocalizaciones, estatus y hábitat de aves colombianas (Hilty y Brown, 2001).

Según Ramamoorthy (1998), las aves son un instrumento ecológico importante para estudios de fragmentación de bosques, ya que su taxonomía y distribución son bien conocidos y porque los métodos de inventario están desarrollados. Además, se ha encontrado una notable coincidencia en los patrones de diversidad y endemismo entre los diferentes grupos taxonómicos en América Central, por lo que las estrategias óptimas de conservación en general, deben coincidir. Los análisis de patrones de diversidad de aves puede ser un indicativo de los efectos de fragmentación de los bosques (Martínez-Morales, 2005).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Área de Estudio.

La zona de estudio, se localiza dentro del macizo colombiano o nudo de Almaguer, en la cordillera centro-oriental. Presenta alturas que oscilan entre los 2800 a 3200 msnm; geológicamente se caracteriza por la presencia de depósitos volcánicos no diferenciados, depósitos de flujos de lodo, depósitos glaciares del terciario y cuaternario. A esta zona también se conoce como el valle de las papas debido a su morfología suavemente ondulada por donde discurre sinuoso el río Caquetá que arrastra consigo, material desde las partes más altas, depositándose luego en sus grandes terrazas aluviales. Este proceso unido a las condiciones climáticas, ha generado suelos muy fértiles, propicios para el cultivo de papa y desarrollo de diversas especies vegetales, como los bosques de cerote, aliso, encino y encenillo, que desafortunadamente sufren fragmentación debido a las altas actividades agropecuarias que se presentan en esta zona del departamento (Beltrán *et al.*, 1983).

#### 4.1.1 Municipio de San Sebastián.

El municipio de San Sebastián, está constituido por la cabecera municipal que lleva su mismo nombre, seis corregimientos y el “Resguardo Indígena Yanacona”, tiene un total de 54 veredas (Figura 1).

Este municipio se encuentra ubicado en la Cordillera Central del sistema montañoso de los Andes, en zona del Macizo Colombiano, al sur del departamento del Cauca, su extensión es de 436 Km<sup>2</sup> equivalentes a 43600 ha, a una altura de 2400 msnm, cuya temperatura oscila entre los 8º y 22º C. Limita por el norte con el Municipio de la Vega, al sur con el Municipio de Santa Rosa, al occidente con los municipios de Almaguer y Bolívar y al oriente con el Municipio de San Agustín departamento del Huila y el Municipio de Santa Rosa (CRC, 2000).

El paisaje del Municipio, muestra un área enclavada que aporta una cadena de lagunas: la Magdalena, Santiago, Cusiyaco, Sucubúm, entre otras, ubicadas en el corregimiento de Valencia y el Departamento del Huila, donde nacen dos de los principales ríos de nuestro país; Magdalena y Caquetá, que aparte de ser fuentes hídricas de carácter nacional, son de importancia ambiental y socioeconómica para el desarrollo de la región (CRC, 2000).

El relieve es fuertemente quebrado a escarpado, de cimas ligeramente redondeadas y laderas largas e irregulares; pendientes de 25 – 50 y 75%. Los suelos están ligeros a moderadamente afectados por erosión de tipo laminar, en surcos, reptación, solifluxión y deslizamientos en masa. Las tierras están utilizadas principalmente en ganadería de tipo extensivo, en potreros con Kikuyo y pastos naturales (Beltrán *et al.*, 1983).

Los seis corregimientos que comprenden el municipio de San Sebastián son: Santiago, San Sebastián, Venecia, Marmato, Valencia, Paramillos y Rosal. El resguardo indígena, representa aproximadamente el 14 % del área total del municipio, en ella se establece el 35% de la población, en 16 veredas se encuentran asentada la comunidad indígena Yanacona, pero hay campesinos y reductos de ciudadanos asentados en esta zona (CRC, 2000).

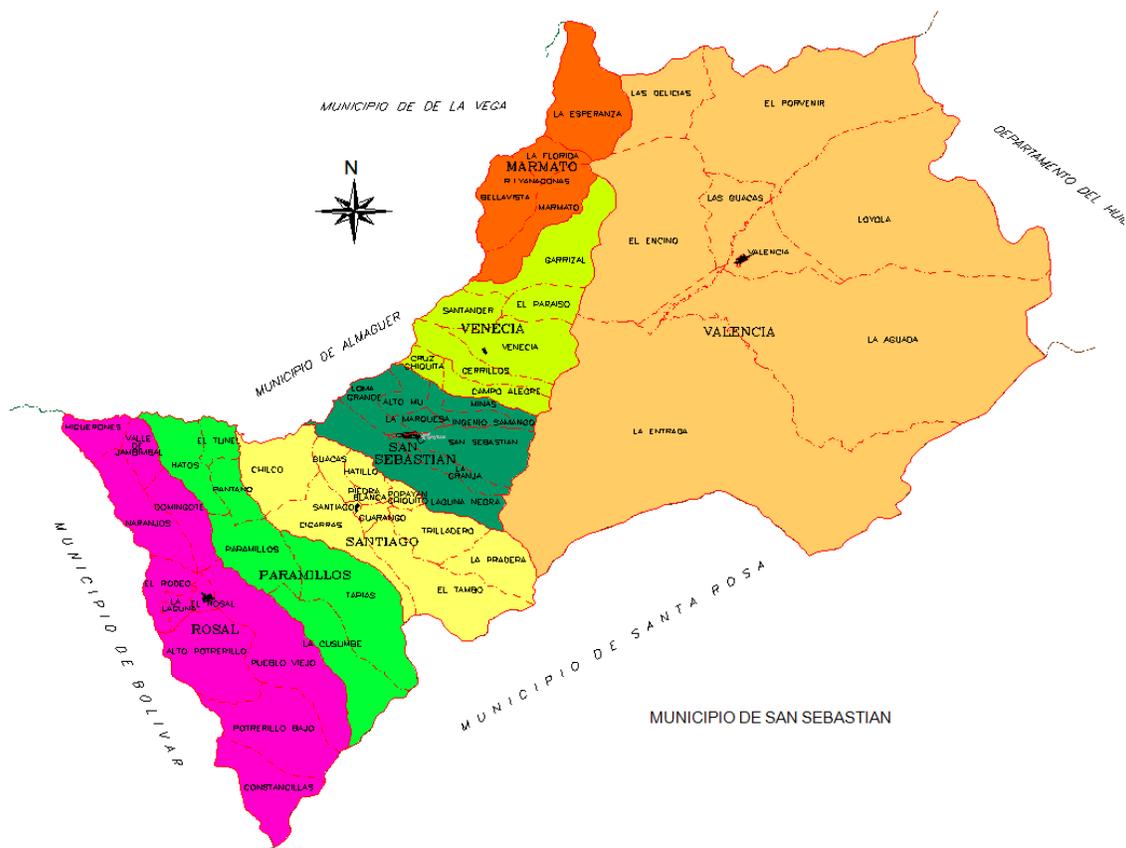


Figura 1. Mapa municipio de San Sebastián. Gobernación del Cauca.

#### 4.1.2 Corregimiento de Valencia.

Representa aproximadamente el 58% del área total del municipio (Figura 1), en ella se establece el 16% de la población. Las familias de colonos provienen de Nariño, Antioquia, Huila, el Cauca y poblaciones vecinas. El corregimiento cuenta con un total de 8 veredas: El Porvenir, Delicias, Loyola, Encino, La Entrada, La Aguada, Guacas y la Cabecera corregimental Valencia la cual se encuentra ubicada geográficamente a  $N01^{\circ}54'09.4''$  y  $W76^{\circ}40'26.5''$  con una altura aproximada de 2970 msnm. La comunidad trabaja colectivamente de acuerdo a sus tradiciones y cultura, pero esta se ha desligado de la conservación y el uso racional de los recursos naturales, la mayoría de los pobladores en su entorno no le da importancia a las áreas de interés ecológico (CRC, 2000) (Figura 2 y 3).

El corregimiento cuenta con un clima muy frío húmedo, susceptible de sufrir inundaciones ocasionales; situado entre 2.800 y 3.000 msnm, se encuentra en zona de vida transicional entre el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y el bosque pluvial montano (bp-M) (CRC, 2000). El relieve es plano o ligeramente plano, con pequeños desniveles y taludes muy suaves; pendientes 0 – 3%. El drenaje natural es moderadamente bien drenado. Son tierras sin erosión, utilizadas en ganadería extensiva y para cultivos de papa y demás hortalizas (Beltrán *et al.*, 1983).



Figura 2. Corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, Cauca.



Figura 3. Vista panorámica corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, Cauca.

#### 4.1.3 Vereda Loyola.

La vereda Loyola se encuentra ubicada aproximadamente a 2.5 Km de la cabecera corregimental de Valencia, su ubicación geográfica es  $N01^{\circ}54'45.8''$  y  $W76^{\circ}38'56.1''$  en el punto estratégico denominado “La Piedra” el cual se encuentra cerca a la frontera del Parque Nacional Natural Puracé, hace de esta zona un lugar de mucha diversidad biológica, tanto de flora como de fauna silvestre (Figuras 2 y 4).

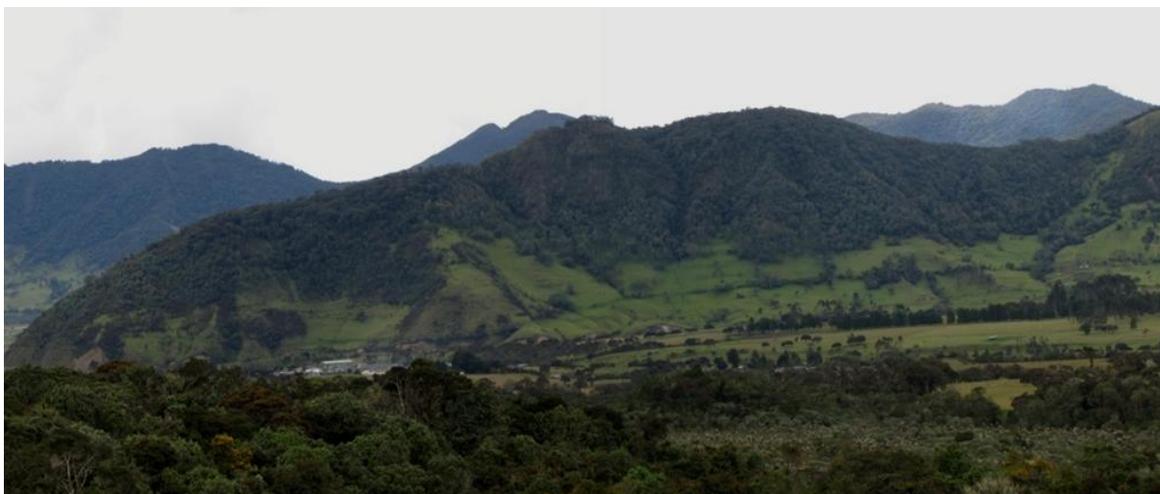
La comunidad de campesinos que viven en esta vereda, cuentan con servicios públicos básicos, como la energía y el agua; pero el agua es tomada de sus propios nacederos, de posos y arroyos, por medio de recolección a través de manguera (Beltrán *et al.*, 1983).



**Figura 4.** Vista panorámica de la vereda Loyola, municipio de San Sebastián, Cauca.

#### **4.1.4 Vereda Guacas.**

La vereda Guacas, se encuentra localizada aproximadamente a 3 Km del corregimiento de Valencia, su ubicación geográfica es N01°54'42.2" y W 76°40'58,7" en el punto denominado "Finca San Felipe", esta vereda se encuentra cerca a la carretera de acceso al municipio de San Sebastián y al corregimiento de Valencia (Figura 2 y 5). Esta zona en su totalidad está constituida por propiedades privadas, representadas en fincas que son usadas especialmente para procesos de agricultura y ganadería extensiva.



**Figura 5.** Vista panorámica de la vereda Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca.

#### 4.1.5 Zonas de Muestreo.

Los bosques se encuentran ubicados en la vereda Loyola y Guacas, ambos en el corregimiento de Valencia Municipio de San Sebastián. Estos dos parches de bosque alto andino se encuentran, uno en una zona de poca intervención antrópica en la vereda Loyola (N01°54'17.7" y W76°39'03,8") a una altura aproximada de 3068 msnm, cerca a la parte sur del Parque Nacional Natural Puracé, zona de amortiguación del Parque Nacional (Figura 6) y el otro se encuentra ubicado en la vereda Guacas (01°54'53.2" y W76°40'47.5") a una altura aproximada de 3103, cerca a la cabecera municipal donde muestra mayor interacción antrópica (Figura 7).



Figura 6. Bosques pertenecientes a la zona de muestreo en la Vereda Loyola, municipio de San Sebastián, Cauca.

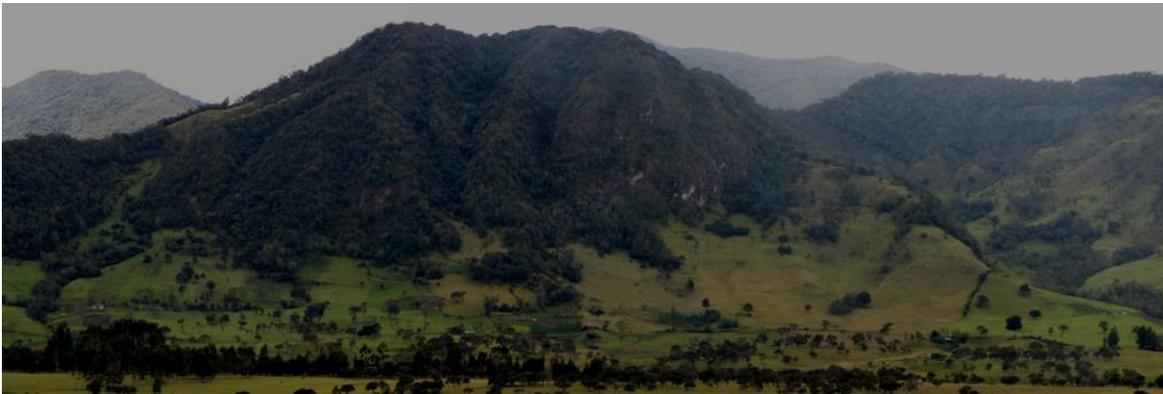


Figura 7. Bosques pertenecientes a la zona de muestreo en la Vereda Guacas, municipio de San Sebastián, Cauca.

Los bosques de la vereda Loyola cuentan con una cobertura vegetal muy conservada, se encuentran especies vegetales como: Chaquiluo (*Plutarchia angulata*), Chucha (*Siparuna echinata*), Colorado (*Tibouchina grossa*), Cerote (*Hesperomeles ferruginea*), Mortiño (*Pernettya prostrata*), Laurel (*Morella pubescens*), Encino (*Weinmannia mariquitae*), Impamillo (*Clusia multiflora*), entre otros; estas especies forman una gran inmensa capa vegetal cuyo dosel de bosque es amplio, permitiendo el flujo constante de especies de aves a través de él. En cambio, los bosques de la vereda guacas cuentan con estas especies anteriormente mencionadas, pero la cobertura vegetal es muy baja, debido a la gran deforestación en que se ha puesto a este lugar, para ser usado como zona de pastoreo y con una alta intervención antrópica.

## **4.2 Métodos de Muestreo.**

### **4.2.1 Muestreo de Avifauna.**

Se realizaron cinco salidas de campo desde el mes de octubre de 2012 a mayo de 2013, con una duración de ocho días cada una, tres días efectivos de muestreo por salida en cada relicto de bosque, para un total de 30 días efectivos para todo el estudio.

Para caracterizar de manera rápida la composición de la comunidad de aves, se empleó la metodología de captura con redes de niebla, de detecciones visuales y auditivas propuesta por Villarreal *et al.*, (2006).

#### **4.2.1.1 Captura con redes de niebla.**

Para realizar capturas de aves, se instalaron 18 redes de niebla, cada una de doce metros de largo, tres metros de ancho, cuatro bolsas y un ojo de malla de 24 milímetros. Se instalaron por tres días en cada relicto de bosque, situadas de manera continua en la matriz de este, para tener un total de 216 metros de red. Las redes se activaron entre las 5:30 hasta las 11:00 horas y desde las 16:00 hasta las 18:30 horas y fueron revisadas cada 20 minutos a partir de la última red.

#### **4.2.1.2 Registros visuales y auditivos.**

Se realizaron observaciones alrededor del sitio de instalación de las redes con ayuda de binoculares, tomando registro de las aves observadas. Los registros auditivos, fueron tomados con la ayuda de una grabadora y un micrófono unidireccional, estos registros se realizaron por tres días por jornada de campo desde las 5:00 hasta las 18:00 horas, en cada relicto.

#### **4.2.1.3 Toma de datos y preservación del material.**

Las aves capturadas se identificaron con la ayuda de la guía de aves de Colombia (Hilty y Brown, 2001), la Guía de campo de las aves de Colombia (McMullan *et al.*, 2010) y National Geographic field guide to the birds of North America (Dunn y Alderfer, 2006).

Para la identificación de los cantos de las aves se empleó la Guía sonora de las aves de los andes Colombianos (Álvarez *et al.*, 2007) y también se revisaron cantos en la página oficial de (Xeno-Canto, 2013).

Se tomaron fotografías de cada individuo, para obtener registros visuales, que ayuden a la identificación de especies, en caso que sea difícil su reconocimiento en campo. Los ejemplares que murieron por causa de la manipulación, se sometieron a procesos de preservación de pieles y se incluyeron en la colección de referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC).

## 4.2.2 Análisis de los resultados.

### 4.2.2.1 Composición de la Avifauna.

Como se conoce el número de especies es quizás el atributo más frecuente utilizado a la hora de describir una taxocenosis, ya que es una expresión mediante la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de su diversidad (Gaston y Spincer, 2009; Magurran, 1988).

En los inventarios de la diversidad biológica, a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada. Este es un grave problema, dado que la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Las curvas de rarefacción de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar la riqueza obtenida en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo (Jimenez-Valverde y Hortal, 2003).

Sin embargo la mayoría de los inventarios faunísticos son forzosamente incompletos. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad. Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que para hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir igual número de individuos) (Magurran, 1988). Como muchas veces es imposible contar con este requisito, la rarefacción se impuso como un método ampliamente utilizado. Esta técnica desarrollada por Sanders (1968) y corregida posteriormente por Hulbert (1971), calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras posean el mismo número de individuos capturados. A la composición se realizó la curva de rarefacción de especies mediante el programa estadístico PAST versión 3.0.

Se realizaron diagramas de barras del número de especies por órdenes y familias, para cada uno de los relictos de bosque alto andinos en las veredas que fueron seleccionadas para este estudio.

### 4.2.2.2 Comparación de la composición de la avifauna.

Los índices de similitud/disimilitud, expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Pielou, 1975). Sin embargo, a partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras:  $d=1-s$  (Magurran, 1988). Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Moreno, 2001).

Para comparar la avifauna entre los relictos de bosque, se empleo el índice de Similaridad de Bray-Curtis (Villarreal *et al.*, 2006), que se calcula con el siguiente algoritmo:

$$B = 1 - \frac{\sum |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum (X_{ij} + X_{ik})}$$

Donde:

B: Media de Bray-Curtis entre las muestras j y k

X<sub>ik</sub>: número de individuos de la especie i en la muestra j

X<sub>ij</sub>: número de individuos de la especie i en la muestra k

El concepto de complementariedad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas, Colwell y Coddington (1994) proponen un índice de complementariedad que permite cuantificar las especies compartidas en dos áreas (Miranda y Vega, 2006), mediante la fórmula:

$$CC = \frac{(a + b - 2j)}{(a + b - j)}$$

Donde:

a: Número de especies en una zona (ejemplo vereda Loyola)

b: Número de especies en otra zona (ejemplo vereda Guacas)

j : Número de especies compartidas entre ambas zonas

El valor de complementariedad varía de 0 a 1. Cero indica coincidencia total respecto a la composición de especies del par de nodos y uno que la complementariedad es total, es decir ninguna especie es compartida entre ambos nodos. El IC x 100 es el porcentaje de especies complementarias para cada par de nodos (Mondragón y Morrone, 2004)

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Composición de la avifauna

En los muestreos realizados con redes de niebla se acumuló un esfuerzo de muestreo de 210 horas – red para los dos zonas, mientras que para los registros visuales y toma de vocalizaciones, se acumuló un esfuerzo de muestreo de 195 horas.

Se registraron 69 especies en los dos relictos de bosque, pertenecientes a 12 órdenes y 25 familias, distribuidos de la siguiente manera: 11 especies capturadas por redes, 15 especies por observación, 3 especies por vocalizaciones y 40 especies compartieron algún método de muestreo (Tabla 1). El listado de las especies registradas fue organizado según orden evolutivo propuesto por Remsen *et al.*, (2013) y la categoría de la IUCN fue tomada de la base de datos de aves de BirdLife Intenational (2013).

**Tabla 1.** Especies de avifauna registradas en las veredas Loyola y Guacas; lugar donde se encontró la especie (SECTOR), Loyola (LOY) y Guacas (GUA); tipo de registro (MET CAPTURA), Observación (OBS), Vocalización (VOC), Red de niebla (RED); Categoría IUCN, Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT).

N°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	SECTOR		MET CAPTURA			CATEGORIA (IUCN)
				LOY	GUA	OBS	VOC	RED	
1	ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>			x	x		LC
2	GALLIFORMES	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	x			x		LC
3			<i>Chamaepetes goudotii</i>	x	x	x	x		LC
4	CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	x	x	x	x		LC
5	CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	x	x	x			LC
6			<i>Cathartes aura</i>	x	x	x			LC
7	FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	x	x	x	x		LC
8			<i>Geranoaetus polyosoma</i>	x	x	x	x		LC
9			<i>Falco sparverius</i>	x	x	x	x		LC
10	COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	x	x	x	x		LC
11			<i>Columba livia</i>	x	x	x	x		LC
12			<i>Patagioenas fasciata</i>	x	x	x			LC
13	PSITTACIFORMES	Psittacidae	<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	x			x		VU
14			<i>Leptosittaca branickii</i>	x	x	x	x		VU
15	STRIGIFORMES	Strigiidae	<i>Ciccaba albitarsis</i>	x	x	x			
16	APODIFORMES	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	x	x	x			LC
17		Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	x	x			x	LC
18			<i>Coeligena lutetiae</i>	x				x	LC
19			<i>Coeligena torquata</i>	x		x			LC
20			<i>Metallura tyrianthina</i>	x	x	x		x	LC
21			<i>Metallura williami</i>	x			x		LC
22			<i>Lesbia nuna</i>	x	x	x		x	LC
23			<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	x	x	x		x	LC
24			<i>Ensifera ensifera</i>	x	x	x		x	LC

25			<i>Heliangelus exortis</i>	x				x	LC
26			<i>Eriocnemis mosquera</i>	x				x	LC
27			<i>Eriocnemis vestita</i>	x				x	LC
28			<i>Eriocnemis derbyi</i>	x	x	x	x		NT
29			<i>Aglaeactis cupripennis</i>	x	x	x	x		LC
30			<i>Chalcostigma herrani</i>	x			x		LC
31	TROGONIFORMES	Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	x	x	x	x	x	LC
32	PICIFORMES	Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	x	x	x	x		NT
33		Picidae	<i>Campephilus pollens</i>	x			x	x	LC
34	PASSERIFORMES	Furnariidae	<i>Margarornis squamiger</i>	x	x	x		x	LC
35			<i>Asthenes fuliginosa</i>	x				x	LC
36		Tyrannidae	<i>Elaenia chiriquensis</i>	x	x	x		x	LC
37			<i>Mecocerculus leucophrys</i>	x	x			x	LC
38			<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	x	x	x		x	LC
39			<i>Ochthoeca fumicolor</i>	x	x			x	LC
40			<i>Myiotheretes fumigatus</i>	x	x			x	LC
41		Cotingidae	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	x			x	x	LC
42			<i>Pipreola riefferii</i>	x	x	x	x	x	LC
43		Corvidae	<i>Cyanolyca turcosa</i>	x	x	x	x	x	LC
44			<i>Cyanocorax yncas</i>	x			x	x	LC
45		Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	x	x	x			LC
46			<i>Orochelidon flavipes</i>	x	x	x			LC
47			<i>Orochelidon murina</i>	x			x		
48		Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>	x	x	x			LC
49		Turdidae	<i>Turdus fusca</i>	x	x	x	x	x	LC
50			<i>Turdus serranus</i>	x	x	x			LC
51		Thraupidae	<i>Sericossypha albocristata</i>	x			x	x	VU
52			<i>Diglossa cyanea</i>	x	x	x		x	LC
53			<i>Diglossa humeralis</i>	x	x	x		x	LC
54			<i>Diglossa caerulea</i>	x	x			x	LC
55			<i>Diglossa albilatera</i>	x	x	x		x	LC
56			<i>Tangara vassorii</i>	x	x	x	x	x	LC
57			<i>Iridosornis rufivertex</i>	x			x	x	LC
58			<i>Anisognathus lacrymosus</i>	x				x	LC
59			<i>Buthraupis montana</i>	x			x	x	LC
60		Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	x	x	x	x	x	LC
61			<i>Atlapetes pallidinucha</i>	x	x	x		x	LC
62			<i>Atlapetes schistaceus</i>	x	x	x		x	LC
63			<i>Arremon brunneinucha</i>	x	x	x		x	LC
64			<i>Phrygilus unicolor</i>	x				x	LC
65			<i>Catamenia inornata</i>	x	x			x	LC

66	Parulidae	<i>Myioborus ornatus</i>	x	x	x	x	x	LC
67		<i>Basileuterus nigrocristatus</i>	x	x			x	LC
68	Icteridae	<i>Cacicus chrysonotus</i>	x	x	x	x	x	LC
69	Fringillidae	<i>Spinus xanthogaster</i>	x	x			x	LC

El orden con mayor número de especies fue Passeriformes con 36 especies; esto corresponde al 52,17% del total de las especies registradas; seguida del orden de los Apodiformes con 15 especies (21,73%); los órdenes Falconiformes y Columbiformes, cada uno con 3 especies (4,35%); los órdenes Galliformes, Cathartiformes, Psittaciformes y Piciformes con 2 especies (2,90%) y por último los órdenes Anseriformes, Charadriiformes, Stringiformes y Trogoniformes con 1 registro (1,45%) (Figura 8).

El orden Passeriformes presenta una ventaja por haber colonizado todos los ambientes, diversificándose ecológicamente para explorar una variedad de nichos (Ridgely y Tudor, 1994). Este orden es rico en especies con distribuciones amplias, proporciona un grupo común y predominante en zonas andinas. La enorme variedad del orden ha sido considerada una consecuencia evolutiva de la variedad de hábitats y compleja topografía de los andes; también existen explicaciones de cómo el contexto de los andes pudo haber impulsado la diversificación de este orden en las diferentes familias y especies que hoy posee sobre el mundo, especialmente en Colombia.

Según el inventario realizado, de las 69 especies registradas, dos se encuentran en estado de Casi amenazada (NT), determinado por la Unión internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN), tres en estado Vulnerable (VU) y las 64 restantes se encuentran en estado de preocupación menor (LC) .

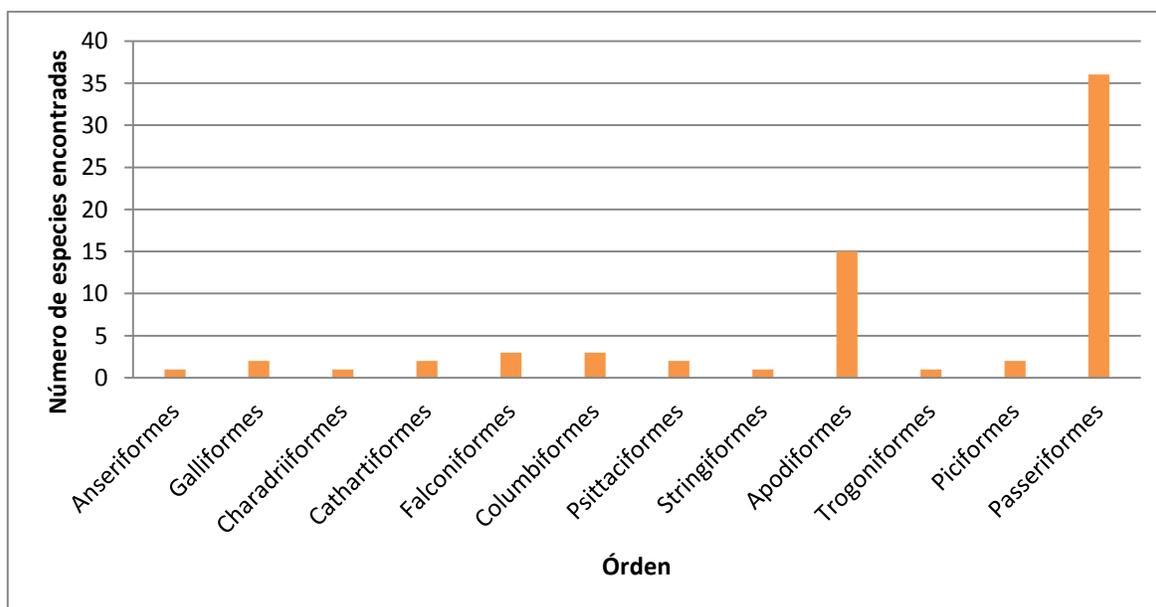


Figura 8. Número de especies por Orden registradas en el estudio.

Según Ridgely y Tudor (1994), únicamente el 13,6% de las especies de Passeriformes neotropicales pueden ser encontradas regularmente por arriba de los 3000 metros de altitud. Entre los oscines, aproximadamente un cuarto de las especies que están

adaptadas a la altura pertenecen a tres géneros: *Diglossa*, *Hemispingus* y *Phrygilus*. *Asthenes* y *Muscisaxicola* comprenden un quinto de los suboscines adaptados a la altura.

En la composición de la avifauna, se observó que el género *Diglossa* está representado por 4 especies *D. cyanea*, *D. humeralis*, *D. caerulescens* y *D. albilatera* (Anexo 1). Lo anterior, evidencia lo expresado en la bibliografía debido a que este grupo se encuentra con mucha frecuencia forrajeando, se escucha mucho sus vocalizaciones y tiene un alto índice de captura en redes en los bosques alto andino de las veredas.

La familia con mayor número de especies es Trochilidae. Con 14 especies, representa al 20,29% de la totalidad de las especies registradas; seguidas de la familia Thraupidae con 9 especies (13,04%); la familia Emberizidae con 6 especies (8,70%); la familia Tyrannidae con 5 especies (7,25%); las familias Falconidae, Columbidae e Hirundinidae cada una con 3 especies (4,34%); las familias Cathartidae, Psittacidae, Furnariidae, Cotingidae, Corvidae, Turdidae y Parulidae cada una con 2 especies (2,90%) y por último las familias Anatidae, Charadriidae, Strigiidae, Apodidae, Trogonidae, Ramphastidae, Picidae, Troglodytidae, Icteridae, Fringillidae cada una con 1 especie (1,45%) (Figura 9).

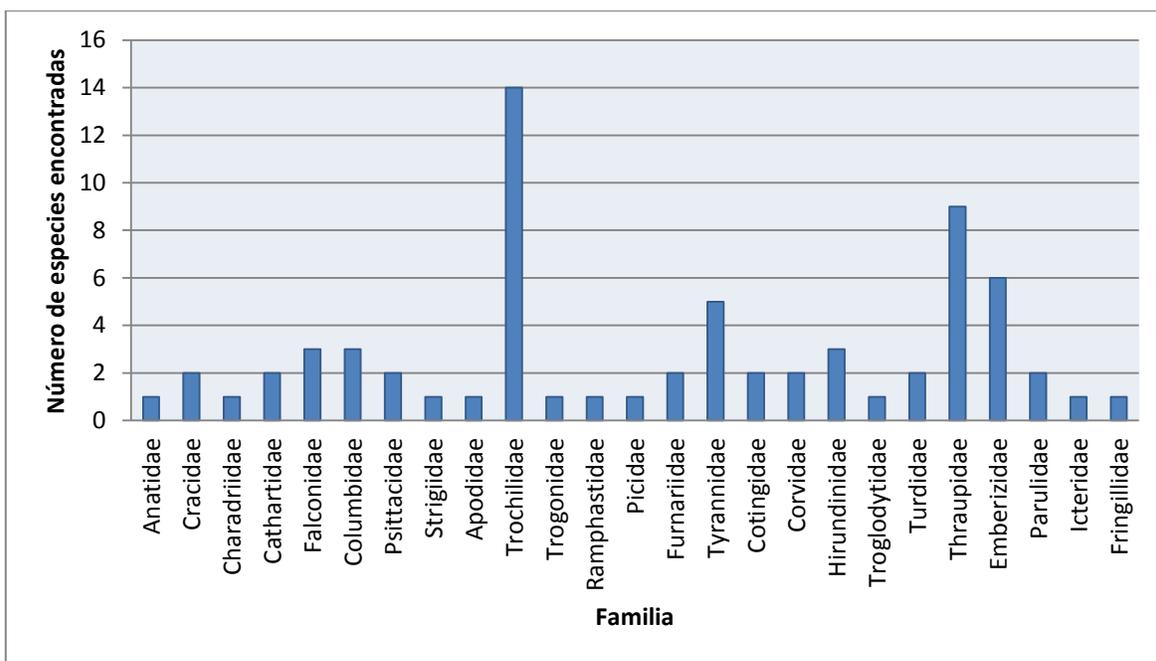


Figura 9. Número de especies por Familia registradas en el estudio.

### 5.1.1 Composición de la avifauna en la vereda Loyola.

En la vereda Loyola, se realizaron los muestreos con un esfuerzo de muestreo de 105 horas – red y 97.5 horas en registros visuales y toma de vocalizaciones.

Se registraron 68 especies, pertenecientes a 11 órdenes distribuidas en 24 familias, distribuidos de la siguiente manera: 15 especies registradas con la ayuda de las redes de niebla, cuatro registradas con vocalizaciones, 18 registradas solo por observaciones y 29 especies compartieron algún método de muestreo (Tabla 1).

El orden con mayor número de especies es Passeriformes con 36 especies registradas, corresponde al 52,94%; seguido del orden Apodiformes con 15 especies (22,1%); los órdenes Falconiformes y Columbiformes, cada uno con 3 especies (4,41%); los órdenes Galliformes, Cathartiformes, Psittaciformes y Piciformes, con 2 especies (2,2%) y por último los órdenes Charadriiformes, Stringiformes y Trogoniformes, con 1 especie (1,1%) (Figura 10).

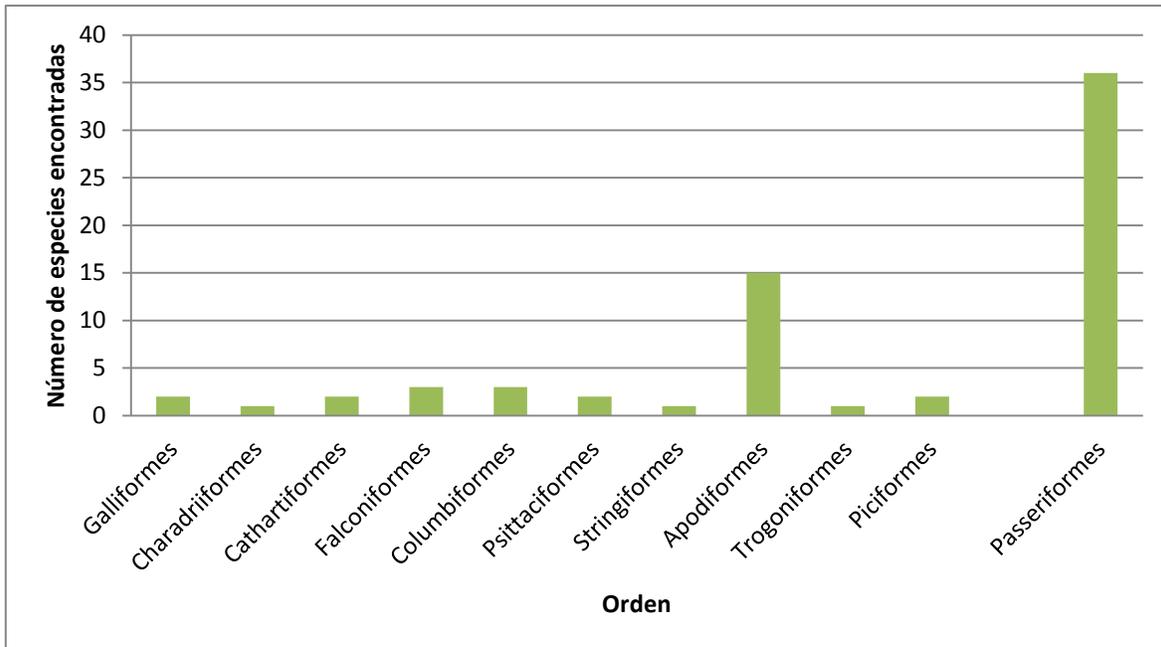


Figura 10. Número de especies por órdenes, presentados en la vereda Loyola.

Los Apodiformes son el segundo grupo con más especies en la zona, debido a que los colibrís, son un grupo diverso, gracias a que ha ocupado la mayoría de los hábitats y se encuentran especies que van desde los 0 metros de altitud hasta los 3500 metros. Otro representante de este grupo es el vencejo *Streptoprocne zonaris*, que es un ave veloz conocida en todos los pisos geográficos por ende cosmopolita.

La familia con el mayor número de especies registradas es Trochilidae con 14 especies, representa el 22,1% de las especies de la zona; seguidas de la familia Thraupidae con 9 especies (13,23%); la familia Emberizidae con 6 especies (8,82%); la familia Tyrannidae con 5 especies (7,35%); las familias Falconidae, Columbidae e Hirundinidae con 3 especies (4,41%); las familias Cracidae, Cathartidae, Psittacidae, Furnariidae, Cotingidae, Corvidae, Turdidae y Parulidae, cada una con 2 especies (2,94%) y las familias Characidae, Striigidae, Apodidae, Trogonidae, Ramphastidae, Picidae, Troglodytidae, Icteridae y Fringilidae, con 1 especie (1,47%) (Figura 11).

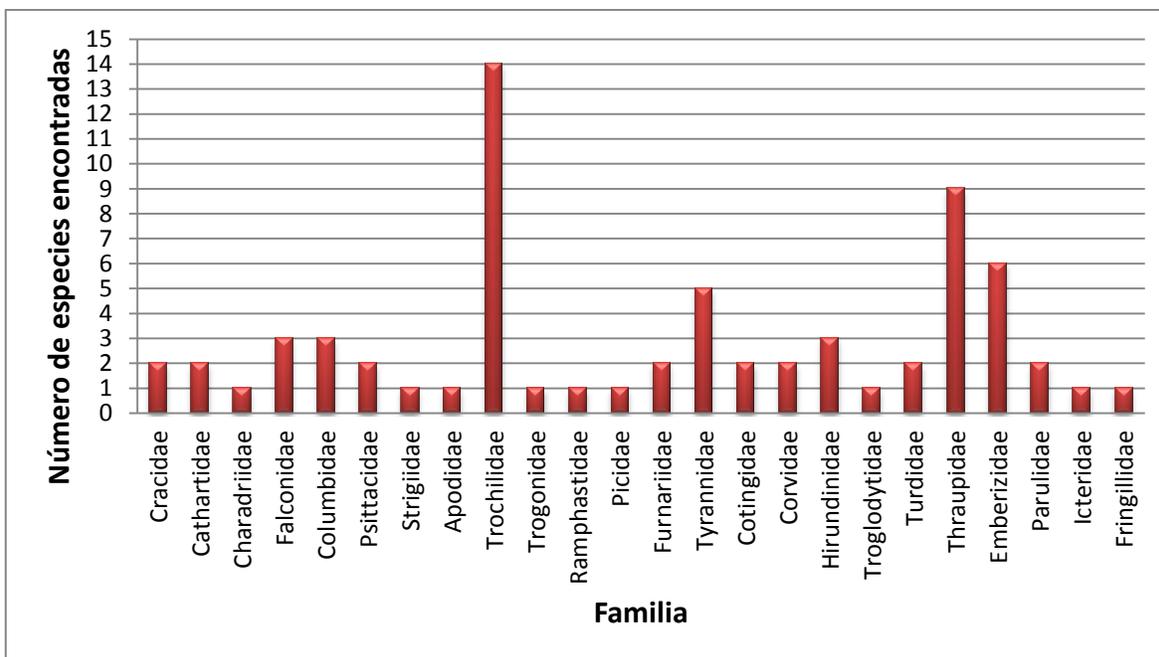


Figura 11. Número de especies por familia registradas en la vereda Loyola.

La familia Trochilidae es una de las familias con mayor número de especies, debido a que para Colombia y en especial para la región tropical, se incluyen más de 300 especies distribuidas (Stiles, 1981); los colibrís se alimentan principalmente de néctar y requieren del consumo diario de pequeños artrópodos para su nutrición (Stiles, 1995); este tipo de forrajeo demanda una estructura corporal especializada, con adaptaciones particulares a nivel morfológico, fisiológico y de comportamiento (Rodríguez-Florez, 2005). Varios investigadores han sugerido que algunas comunidades de colibrís y flores particulares exhiben patrones de morfología y fenología que reflejan adaptaciones evolutivas relacionadas con interacciones competitivas entre las especies de cada grupo y estrechas interacciones mutualistas entre las aves y las flores polinizadas (Gutierrez-Zamora, 2008; Stiles, 1975). Esto lleva a que muchas especies de colibrís se adaptaran a ambientes difíciles como el bosque alto andino, logrando colonizar estos espacios y así poder realizar las diferentes funciones de interacción y forrajeo en dichos lugares.

De las 68 especies registradas para la vereda Loyola, dos de ellas se encuentran en estado de Casi amenazada (NT), como es el caso de *Eriocnemis derbyi* y *Andigena hypoglauca* (Anexo 2) y tres en estado vulnerable (VU), como es el caso de *Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Leptosittaca branickii* y *Sericossypha albocristata* (BirdLife, 2013; IUCN, 2013).

***Eriocnemis derbyi*:** como sugiere su nombre, las plumas alrededor de las patas son de color negro, haciéndolo único entre los zamarritos; por otras partes su plumaje es de color verde con una cola de contrastes negros. Se encuentra en el borde de los bosques húmedos y barrancos de las montañas andinas de Colombia y el norte de Ecuador. Esta especie se encuentra amenazada por la pérdida de hábitat (Avibase, 2013).

***Andigena hypoglauca*:** especie de los bosques andinos de Colombia, Perú y Ecuador. Mide un promedio de 46 cm de longitud, el pico mide entre 8,9 y 10 cm de largo y es coloreado, en la parte inferior amarillo en la base y negro hacia la punta, en la parte superior amarillo en la base separada por una franja negra delgada del resto que es rojo.

Corona y nuca hasta los lados de la cabeza negras; anillo ocular azul turquesa; dorso y cara anterior de las alas marrón oliváceo; rabadilla superior amarilla y cola negruzca con punta color castaño. Un collar bajo la nuca, el vientre y el pecho color azul grisáceo; la rabadilla inferior roja. Esta especie se puede encontrar preferentemente entre los 2400 y 3400 metros de altitud, pero puede encontrarse entre los 2000 y 3650 msnm. Es un ave amenazada por la pérdida y fragmentación de hábitat (Avibase, 2013).

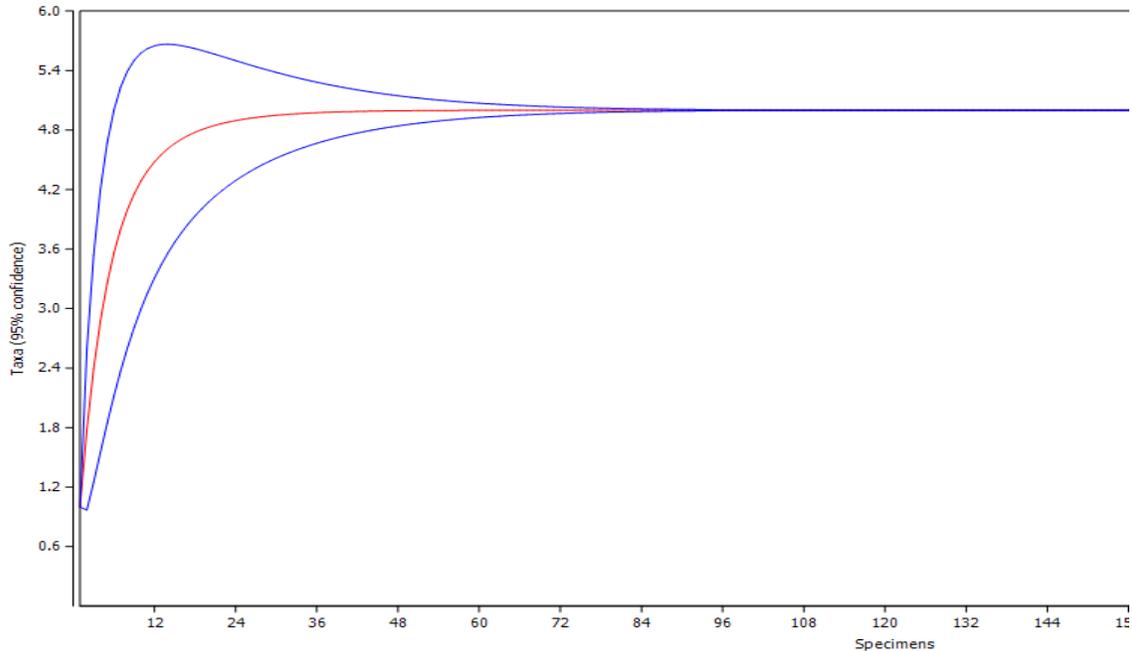
***Bolborhynchus ferrugineifrons***: esta especie presenta notable endemismo en las selvas alto andinas y en los páramos de la cordillera central entre el Nevado del Ruiz, en el Departamento de Caldas, y el volcán Puracé, en el Cauca. Aparentemente las poblaciones son muy bajas en el área de su distribución geográfica, es un ave prácticamente desconocida por cazadores e indígenas. Es necesario y urgente detectar las poblaciones y realizar investigaciones que permitan determinar el status real de la especie y fomentar un monitoreo de los individuos y su hábitat (Negret, 2001).

***Leptosittaca branickii***: habita las selvas alto andinas y páramos del Ecuador y la región central de Perú. En Colombia vive en zonas altas de la cordillera central, entre 2500 y 3500 metros de altitud, desde el Parque Nacional Natural de los Nevados, en Caldas, hacia el sur, a través del Valle y Cauca, hasta Nariño y la zona alto andina del Putumayo. Aparentemente la especie realiza amplios vuelos diarios en procura de alimento, lo que aumenta su vulnerabilidad (Negret, 2001).

***Sericossypha albocristata***: esta especie rara de azulejo posee un comportamiento migratorio y errático bastante diferente de las otras especies de la familia. Su distribución geográfica abarca los bosques nublados muy húmedos de los Andes, desde el noroccidente de Venezuela (Táchira), a través de Colombia y Ecuador, hasta Perú. Se conoce muy poco sobre su comportamiento reproductivo y sus movimientos migratorios (Negret, 2001).

La curva de rarefracción (Figura 12), determinó que el número de especies nuevas registradas, se estabiliza en 60. El programa estadístico estima, con un 95% de confianza, que el número de especies dentro del bosque está alrededor de las 90; también evidencia la necesidad de mayor esfuerzo de muestreo por jornada, para así alcanzar el número de especies sugerido por el paquete estadístico.

Las condiciones climáticas que afectaron la zona en días que se realizó el muestreo, afectó la identificación y captura de especies, debido a las altas precipitaciones la efectividad de los métodos de muestreo se vio afectada, las redes de niebla no tuvieron mucha eficacia, ya que las aves mientras llueve se esconden en medio del bosque para resguardarse y no realizan vuelos largos, evitando también que puedan ser vistas y escuchadas.



**Figura 12.** Curva de rarefacción de especies vereda Loyola.

### 5.1.2 Composición de la avifauna en la vereda Guacas.

Los muestreos realizados con redes de niebla tuvieron un esfuerzo de muestreo de 105 horas – red. En registros visuales y toma de vocalizaciones se acumuló en esfuerzo de muestreo de 97,5 horas.

Se registraron 50 especies, pertenecientes a 12 órdenes, distribuidos en 24 familias. Los métodos de captura empleados arrojaron como resultado: 4 especies registradas con redes de niebla, 1 especie registrada por vocalización, 13 registradas por observaciones y 28 especies compartieron algún método de muestreo (Tabla 1).

El orden con el mayor número de especies es Passeriformes con 27 especies registradas, correspondientes al 54% de la totalidad de las especies, seguido por el orden de los Apodiformes con 8 especies (16%); los órdenes Falconiformes y Columbiformes con 3 especies (6%); la familia Cathartiformes con 2 especies (4%) y por último los órdenes Anseriformes, Galliformes, Charadriiformes, Psittaciformes, Strigiformes, Apodiformes, Trogoniformes, Piciformes y Passeriformes, con 1 especie cada uno (2%) (Figura 13).

Los Passeriformes, son uno de los órdenes más diversos a nivel mundial, también muchos de los géneros de este orden, han logrado adaptarse para habitar zonas de mayor altitud sobre el nivel del mar. Los Apodiformes, son el segundo grupo con mayor número de especies registradas, ya que es conformado por colibrís y muchas especies de estas aves han logrado adaptarse a zonas de alta montaña.

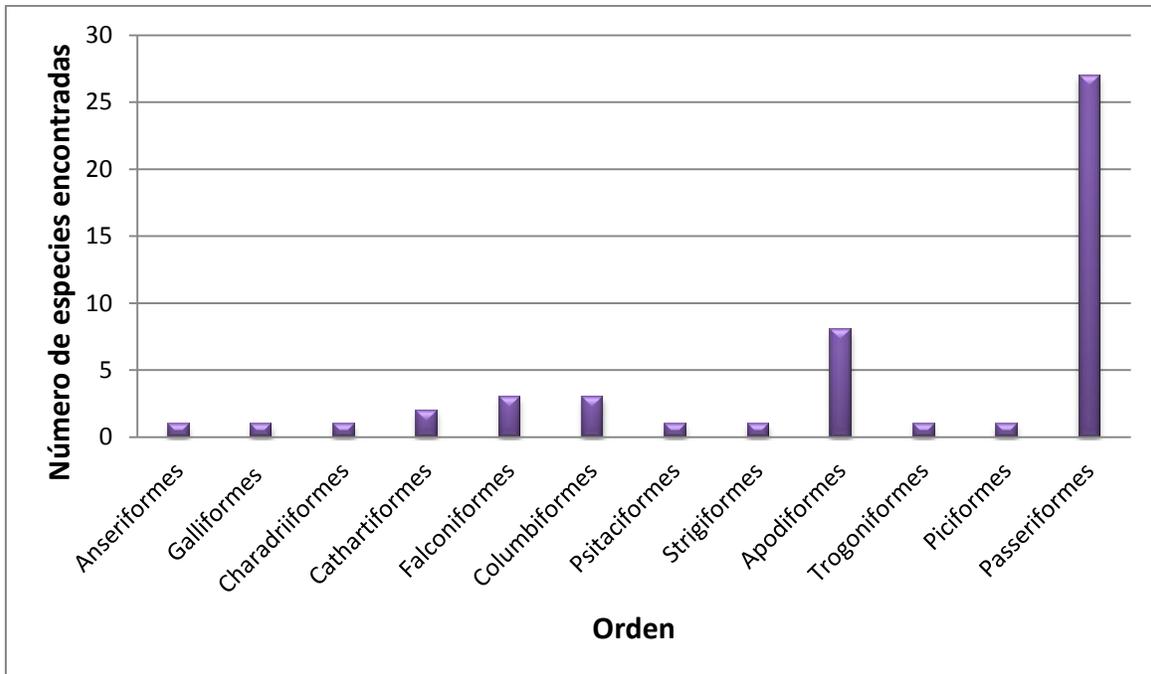


Figura 13. Número de especies por orden registradas en el estudio.

La familia que tiene mayor número de especies es Trochilidae con 7 especies registradas, comprende el 14% de las especies; seguida de las familias Tyrannidae, Thraupidae y Emberizidae cada una con 5 especies (10%); las familias Falconidae y Columbidae con 3 especies respectivamente (6%); las familias Cathartidae, Hirundinidae, Parulidae y Turdidae con 2 especies (4%) y las familias Anatidae, Cracidae, Charadriidae, Psittasidae, Strigiidae, Apodidae, Trogonidae, Ramphastidae, Furnariidae, Cotingidae, Corvidae, Troglodytidae, Icteridae y Fringillidae cada una con 1 especie ( 2%) (Figura 14).

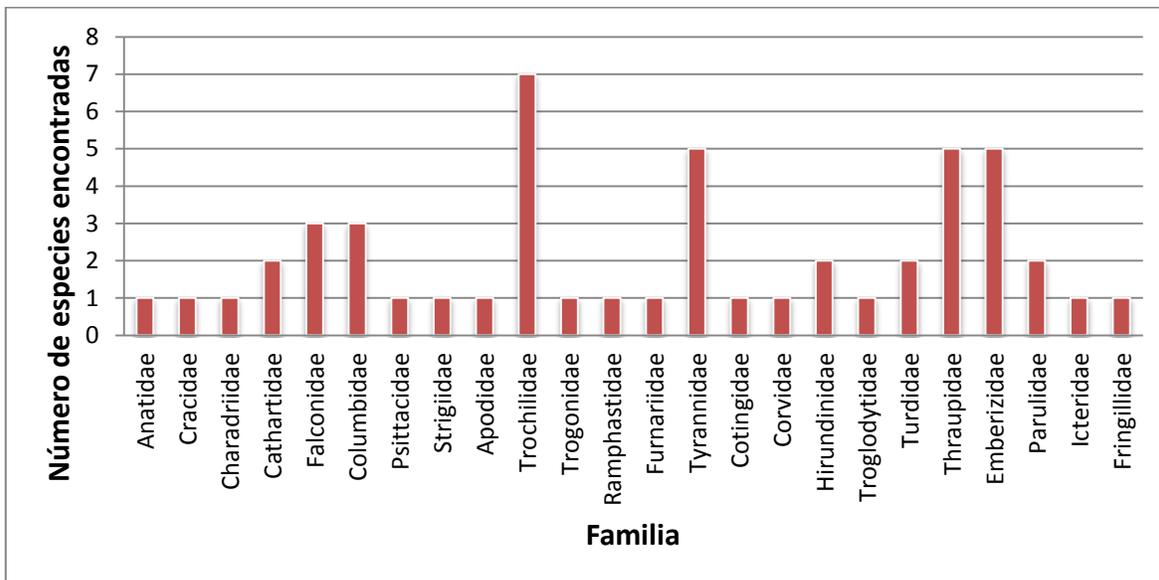


Figura 14. Número de especies por familia registradas en el estudio

La curva de rarefacción (Figura 15), determinó que el número de especies nuevas registradas, se estabiliza a las 50, el programa estadístico con un 95% de confianza estima que el número de especies dentro del bosque esta alrededor de las 75, evidencia la necesidad de mayor esfuerzo de muestreo por jornada, para así alcanzar el número de especies sugerido por el paquete estadístico.

Dentro del inventario se encontraron especies que se encuentra fuera del estado de preocupación menor (LC) de la IUCN, como son *Leptosittaca branickii* que esta vulnerable (VU), *Eriocnemis derbyi* y *Andigena hypoglauca* en estado casi amenazada (NT). Evidencia la importancia de la conservación de este bosque, ya que alberga tres especies que se encuentran con grado de peligro que puede llevar a una extinción local de estas especies de aves.

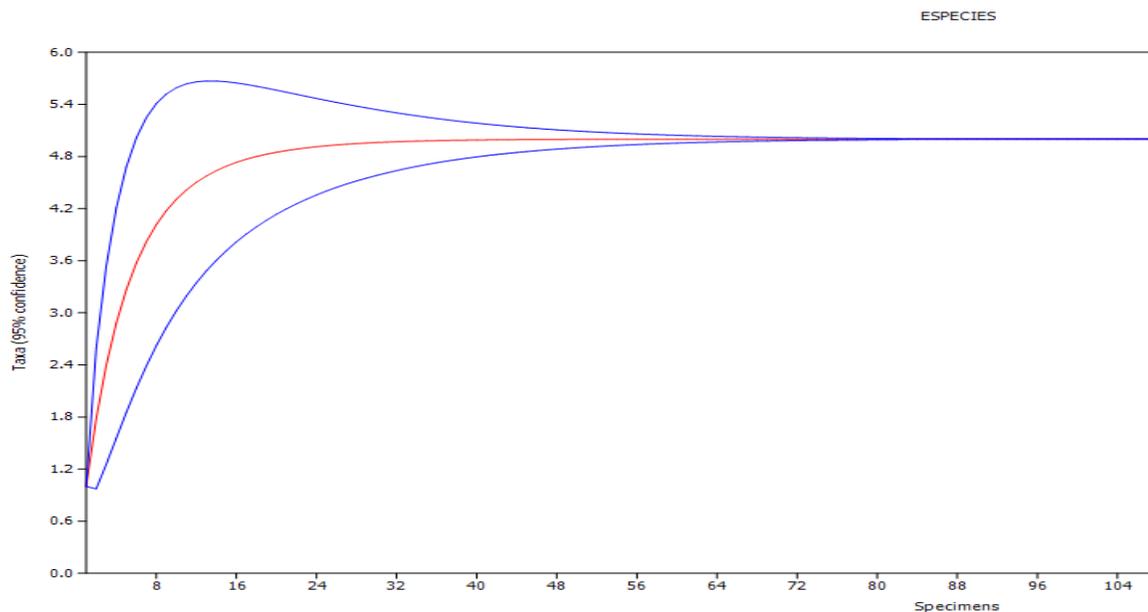


Figura 15. Curva de rarefacción de especies vereda Guacas.

## 5.2 Comparación entre la composición de avifauna de bosque de la Vereda Loyola y Guacas del municipio de San Sebastián, Cauca – Colombia.

Por medio del índice de similaridad de Bray-Curtis (Figura 16), evidencia que los bosques de las veredas Loyola y Guacas son similares en un 83%, esta similaridad en el número de especies, puede deberse a las características que posee ambos lugares como son, altitud, clima, entre otros. Algunas de las especies compartidas son: *Chamaepetes goudotii*, *Vanellus chilensis*, *Coragyps atratus*, *Phalcoboenus carunculatus*, *Patagioenas fasciata*, *Leptosittaca branickii*, *Ciccaba albitarsis*, *Streptoprocne zonaris*, *Colibri coruscans*, *Trogon personatus*, *Andigena hypoglauca*, *Margarornis squamiger*, *Ochthoeca fumicolor*, *Pipreola riefferii*, *Cyanolyca turcosa*, *Pygochelidon cyanoleuca*, entre otras (Anexo 1 y 2).

La familia Cracidae a la cual pertenece *Chamaepetes goudotii*, es de distribución exclusivamente neotropical. Esta familia de aves Galliformes de tamaño grande y de hábitos frugívoros, es una de las más amenazadas a nivel global, debido a la pérdida de

hábitat de bosque y la cacería (Brooks y Strahl, 2000). En estas aves a pesar de su amplia distribución geográfica, no se han realizado estudios ecológicos detallados sobre la historia natural, solo se han realizado las observaciones esporádicas que se han reportado dentro de diferentes inventarios a lo largo del neotrópico (Londoño *et al.*, 2007).

Dentro de las especies compartidas esta *Phalcoboenus carunculatus*, es un ave solitaria de color oscuro, los machos tienen una cresta muy llamativa, el cuello y el dorso son algo azules, el pectoral tiene jaspeado blanco y negro, las porciones corporales desnudas son naranjas, se alimenta por lo general de insectos, larvas y escarabajos (Pozo y Trujillo, 2005). Aunque esta especie puede tener un área de distribución restringida, no se cree que se acerque a valores de Vulnerabilidad bajo el criterio de tamaño de rango de distribución (extensión de presencia < 20000 km<sup>2</sup>); el tamaño de la población puede ser pequeño, pero no se cree acerque a los umbrales de vulnerable bajo el criterio de tamaño de población (< 10000 individuos maduros con una disminución continua estimada en > 10% en diez años o tres generaciones). Por estas razones la especie es evaluada en Preocupación menor (LC) (BirdLife, 2013).

Dentro de los Stringiformes esta *Ciccaba albitarsis* (Anexo 2), es poco común en bosques montanos hasta el borde del páramo (Ridgely y Greenfield, 2001). Su hábitat en los Andes y estribaciones interandinas ha declinado considerablemente (Freile *et al.*, 2012).

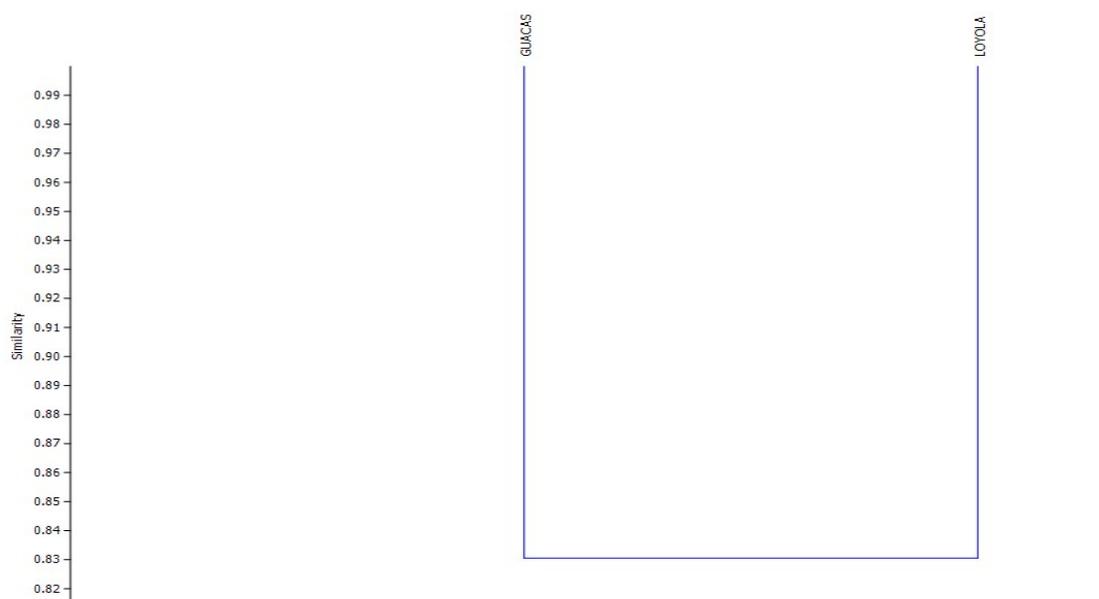
Según BirdLife (2013), esta especie tiene una distribución amplia y la tendencia de la población es estable, por lo tanto la especie no se aproxima a los valores de vulnerabilidad otorgados por IUCN; el tamaño de la población no ha sido cuantificado hasta el momento. El *Trogon personatus* (Anexo 1), habita los bosques subtropicales de 700 a 3600 msnm, desde Venezuela hacia el sur, hasta llegar al centro de Bolivia, a pesar de este rango relativamente amplio, se ha publicado poco sobre su ecología o historia natural (Greeney *et al.*, 2007).

La mayoría de las especies registradas en el inventario, cuentan con características como: pocas han sido estudiadas en cuanto a comportamiento, dieta, ecología y otros factores; a pesar de que sus rangos de distribución son amplios y sus estados de conservación están en preocupación menor, muchas de ellas se encuentran restringidas a ambientes de baja altura como es el caso de *Cyanolyca turcosa*, *Margarornis squamiger*, entre otras. Es por ello que se enfatiza en la conservación de los bosques alto andinos en los cuales estas especies habitan, para garantizar la continuidad y permanencia de las especies en esta región del departamento, evitando que se generen extinciones locales de especies.

El valor de complementariedad entre los bosques alto andinos en las veredas Loyola y Guacas dio como resultado **0,289**. Este valor indica una amplia coincidencia respecto a la composición de las especies. La vereda Loyola tiene especies exclusivas como: *Penelope montagnii*, *C. goudotii*, *B. ferruginefrons*, *C. lutetiae*, *C. torquata*, *M. williami*, *H. exortis*, *E. mosquera*, *E. vestita*, *C. herrani*, *C. pollens*, *A. fuliginosa*, *A. rubrocristatus*, *C. yncas*, *O. murina*, *S. albocristata*, *I. rufivertex*, *A. lacrymosus*, *B. montana* y *P. unicolor*; la vereda guacas tiene como especie exclusiva a: *Anas flavirostris* (Tabla 1).

El valor de complementariedad, muestra que las especies de los dos bosques varían en un 28,9%. Este valor indica la amplia coincidencia respecto a la composición de las especies. A partir de esto, se infiere que las características físicas y biológicas de los bosques son parecidas; también esto se debe a que muchas especies tienen la capacidad

de desplazarse entre zonas adyacentes. Esta oportunidad depende del recurso disponible en cada bosque, debido a que para la alimentación de ciertas especies es necesario la floración o fructificación de especies vegetales.



**Figura 16.** Índice de similaridad de Bray-Curtis, en los bosque alto andinos de las veredas Loyola y Guacas, municipio de San Sebastián Cauca.

Teniendo en cuenta que la similaridad entre los dos bosques es alta, hay que tener presente, que en el inventario de avifauna de la vereda Loyola se encuentra la especie *Sericossypha albocristata*. Esta tiene como hábitat los bosques andinos y se alimentan de frutos e insectos característicos de estos, también se pueden encontrar en grupos de cuatro a ocho individuos, aunque en ocasiones se encuentran hasta 20 juntos y por lo general la especie no está con bandadas mixtas; sin embargo hace movimientos estacionales en algunas partes de su área de distribución. Esta especie tiene como amenaza latente la deforestación de los bosques andinos (IUCN, 2013).

Dado que la especie mencionada anteriormente no se encuentra en la vereda Guacas, evidencia la importancia de la conservación que se ha realizado dentro de los bosques de la vereda Loyola, que protegen y sirven de hábitat a esta especie de Tangara que se encuentra en estado Vulnerable (VU) dentro de las convenciones de la IUCN. La presencia de esta especie es reflejo de la conservación y poca interacción que se ha ejercido; también evidencia el trabajo de conservación realizado dentro de la zona de amortiguación por parte de los funcionarios del Parque Nacional Natural Puracé, que señala la importancia de conservar los bosques nativos para que especies como *S. albocristata* no sean impactadas por los procesos de deforestación, llevándolas a la pérdida de esta especie localmente.

## 6. CONCLUSIONES

Se registraron 69 especies de aves presentes en los dos relictos de bosque alto andino en las veredas Loyola y Guacas, pertenecientes a 12 ordenes y 25 familias, de las cuales 3 se encuentran es estado de vulnerabilidad (VU), *Bolborhynchus ferrugineifrons*, *Leptosittaca branickii* y *Sericossypha albocristata*; y 2 en estado de casi amenazada (NT), *Eriocnemis derbyi* y *Andigena hypoglauca*.

Al utilizar los tres métodos de muestreo para identificación de aves (captura con redes de niebla, toma de vocalizaciones y registros visuales), se registraron 11 especies con redes de niebla, 15 especies por registros visuales, 3 por vocalizaciones y 40 especies compartieron algún método de muestreo.

El orden con el mayor número de especies en los dos bosques alto andinos es el Passeriformes con 36 especies registradas, seguida del orden Apodiformes, en el cual se tiene la familia más representativa en el estudio que es Trochilidae, con 14 especies registradas en los dos relictos de bosque, estas son: *Colibri coruscans*, *Coeligena lultetiae*, *Coeligena torquata*, *Metallura tyrianthina*, *Metallura williami*, *Lesbia nuna*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Ensifera ensifera*, *Heliangelus exortis*, *Eriocnemis mosquera*, *Eriocnemis vestita*, *Eriocnemis derbyi*, *Aglaeactis cupripennis* y *Chalcostigma herrani*.

Para el relicto de bosque alto andino presente en la vereda Loyola, se registraron 68 especies. El orden con mayor número de especies es Passeriformes con 36 especies registradas. El segundo orden más representativo es Apodiformes, en el cual está la familia más representativa en este estudio que es Trochilidae con 14 especies registradas, las cuales se encuentran: *Colibri coruscans*, *Coeligena lultetiae*, *Coeligena torquata*, *Metallura tyrianthina*, *Metallura williami*, *Lesbia nuna*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Ensifera ensifera*, *Heliangelus exortis*, *Eriocnemis mosquera*, *Eriocnemis vestita*, *Eriocnemis derbyi*, *Aglaeactis cupripennis* y *Chalcostigma herrani*.

Se registraron 50 especies de aves en el relicto de bosque en la vereda Guacas. El orden más representativo de este relicto de bosque es Passeriformes con 27 especies registradas, seguido del orden Apodiformes con 8 especies, en el cual está la familia más representativa del bosque que es Trochilidae con 8 especies registradas que son: *Streptoprocne zonaris*, *Colibri coruscans*, *Metallura tyrianthina*, *Lesbia nuna*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Ensifera ensifera*, *Eriocnemis derbyi* y *Aglaeactis cupripennis*.

El índice de similaridad de Bray-Curtis, evidencia que los dos relictos de bosque alto andino tienen una similaridad de más de 83% en las especies, esto los hace similares y permite que compartan la gran mayoría de las especies. Al realizar el índice de complementariedad de Colwell y Coddington, se obtiene un valor de 0,289, esto evidencia una amplia complementariedad entre las especies de las dos veredas. La similaridad de los bosques deduce que cada uno de ellos se encuentra ubicado en rangos altitudinales muy parecidos, tienen el mismo clima y pertenecen a la misma zona de vida, debido a esto comparten muchas de las especies.

Las condiciones climáticas sobre los relictos de bosque en las veredas Loyola y Guacas, en especial las altas precipitaciones de fin de año que son características en esta zona, afectaron las metodologías propuestas, viéndose influenciadas sobre el esfuerzo de

muestreo, que impidió que muchas especies de aves pudieran moverse con más facilidad y ser capturadas, observadas o escuchadas sus vocalizaciones.

La presencia de la especie *Sericossypha albocristata* en la vereda Loyola, es reflejo de la conservación que se ha ejercido al los bosques de esta vereda; también evidencia el trabajo realizado dentro de la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Puracé y se muestra como un indicador relevante de la conservación de los bosques; ya que esta especie habita exclusivamente en zonas de ambientes conservados y es altamente vulnerable a los procesos de deforestación.

## 7. RECOMENDACIONES

Realizar muestreos durante todo el año debido a que dentro del listado realizado de avifauna no se encontraron aves que migran de regiones del norte de América. Se propone realizar muestreos en los meses de Agosto a Octubre y finales de Abril, para aumentar el número de especies que se registren dentro de los bosques, ya que de las 200 especies registradas para esta zona del departamento (Ayerbe-Quiñones *et al.*, 2008), solo se logro registrar el 34,5%.

Realizar los muestreos tanto en épocas de altas precipitaciones, como también en tiempo de verano, ya que esto afecta la captura, visibilidad y escucha de las especies de aves del sector.

Realizar trabajos complementarios, que ayuden a evidenciar la conservación de las aves en esta zona del departamento, como por ejemplo el marcaje y recaptura, para medir abundancia de especies en esta zona, ya que los resultados de este trabajo muestran la gran cantidad de especies que posee la región.

Las políticas de conservación de aves en el municipio de San Sebastian, Cauca – Colombia, deben implementarse de manera rápida y efectiva, con la finalidad de que ayuden a mitigar los impactos sobre los bosques alto andinos y así conservarlos, ya que estos son el territorio donde viven e interactúan este grupo de fauna silvestre. La conservación de estos bosques, ayuda indirectamente a la conservación de otros grupos taxonómicos silvestres.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez-López, H., 2005. José Ignacio Borrero (1921-2004): semblanza del naturalista y maestro. *Ornitología Colombiana* 3, 107-109.

Álvarez, M., V. Caro Ramirez, O. Laverde y A.M. Cuervo, 2007. Guía sonora de las aves de los Andes Colombianos. Cornell Laboratory of Ornithology.

Armenteras, D., F. Gast y H. Villarreal, 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113, 245-256.

Avibase, 2013. The world bird database. [En línea]. Disponible en: <http://avibase.bsc-eoc.org/>. [Fecha de revisión: Noviembre 2013].

Ayerbe-Quiñones, F., J.P. López-Ordóñez, M.F. González-Rojas, F.A. Estela, M.B. Ramírez-Burbano, J.V. Sandoval-Sierra y L.G. Gómez-Bernal, 2008. Aves del departamento del Cauca - Colombia. *Biota Colombiana* 9, 77-132.

Ayerbe-Quiñonez, F., 2008. Analisis de la distribucion altitudinal y perspectiva de conservacion de la avifauna en un sector de la cordillera centro-oriental Colombiana. Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Popayán, 178 pp.

Beltrán, R.A., P.R. Rivas, B.M.D. Muñoz, C.L. Zambrano, C.R. Trujillo y A.B. Burgos, 1983. Estudio general de suelos de los municipios de Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, Bolivar, Mercaderes, San Sebastian, Balboa, Argelia, Patia, El Bordo, Departamento del Cauca, Republica de Colombia Ministerio de Hacienda y Credito Publico Instituto Geografico "Agustin Codazzi" Subdireccion Agrologica ed, Dogotá D.C., 674 pp.

Bennett, A., 1990. Habitat Corridors. Their role in wildlife management and conservation. Department of Conservation & Environment, Mellbourne, Australia, 37 pp.

Bennett, A., 2004. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de vida silvestre. UICN, San José, Costa Rica, 276 pp.

Birdlife, 2013. Zona de datos de especies de aves del mundo. [En línea]. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/species/search>. [Fecha de revisión: Septiembre 2013].

Brooks, D.M. y S.D. Strahl, 2000. Curassows, guans and chachalacas. Status survey and conservation action plan for cracids 2000-2004. IUCN - SSC Cracid Specialist Group, Gland Suiza, 182 pp.

Bustamante, J.I., 1954. Palabras preliminares. *Novedades Colombianas* 1, 1.

Bustamante, R. y A.A. Grez, 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo* 11, 15.

Colwell, R.K. y J.A. Coddington, 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345, 101-118.

Córdoba-Córdoba, S., 2009. Historia de la ornitología colombiana: sus colecciones científicas, investigadores y asociaciones. Boletín Sociedad Antioqueña de Ornitología 19, 1-26.

Cortés-Diago, A., L.A. Ortega, L. Mazariegos-Hurtado y W. André-A, 2007. A New Species of *Eriocnemis* (Trochilidae) from Southwest Colombia. Ornitología Neotropical. 18, 161-170.

Cracraft, J., 1985. Historical Biogeography and Patterns of Differentiation within the South American Avifauna: Areas of Endemism. Neotropical Ornithology, Ornithological Monographs 36, 49-84.

Crc, 2000. Estrategias de Ordenamiento Territorial - municipio de San Sebastián. Corporación autónoma Regional del Cauca, Popayán - Colombia, 224 pp.

Cuervo, A.M., C.D. Cadena y J.L. Parra, 2006. Seguir colectando aves en Colombia es imprescindible: un llamado a fortalecer las colecciones ornitológicas. Ornitología Colombiana 4, 51-58.

Chapman, F.M., 1917. The distribution of bird-life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America. Bulletin of the American Museum of Natural History 36, 1-728.

Dunn, J.L. y J. Alderfer, 2006. National Geographic field guide to the birds of North America, 5th ed, Washington, 553 pp.

Durán, S. y G.H. Kattan, 2005. A Test of the Utility of Exotic Tree Plantations for Understory Birds and Food Resources in the Colombian Andes. Biotropica 37, 129-135.

Forman, K. y M. Godron, 1986. Landscape ecology. John Wiley and Sons, New York, USA., 619 pp.

Freile, J.F., D.F. Castro y S. Varela, 2012. Estado del conocimiento, distribución y conservación de aves rapaces nocturnas en Ecuador. Ornitología Neotropical 23, 235-244.

Gaston, K.J. y J.I. Spicer, 2009. Biodiversity: An Introduction. Blackwell Publishing company, United Kingdom, 208 pp.

Granda, P., 2006. Monoculture tree plantations in Ecuador. World Rainforest Movement, 1-112.

Greeney, H.F., K.S. Sheldon y J. Simbaña, 2007. Observations on the hatchlings, eggs and incubation of the Masked Trogon (*Trogon personatus*) in eastern Ecuador. Cotinga 29, 82-84.

Gutierrez-Zamora, 2008. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. Ornitología Colombiana. 7, 17-42.

Haffer, J., 1967. Speciation in Colombian Forest Birds West of The Andes. *Amer. Mus. Novit* 2294, 1 - 57.

Haffer, J., 1985. Avian Zoogeography of the Neotropical Lowlands. *Neotropical Ornithology, Ornithological Monographs* 35, 113 - 146.

Haila, Y., 2002. A Conceptual Genealogy of Fragmentation Research: From Island Biogeography to Landscape Ecology. *Ecological Applications* 12, 321-334.

Harris, L.D., 1984. The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. The University of Chicago press, Chicago, EUA, 211 pp.

Hernández-Camacho, J.I., 1993. Una síntesis de la Historia Evolutiva de la Biodiversidad en Colombia. *Nuestra diversidad Biológica*, 270-287.

Hernández, I.S. y M.C. Chinchilla, 2011. Áreas protegidas de Costa Rica: Fragmentación, tamaño y forma. *Metodos en Ecología y Sistemática* 6, 21-28.

Hickman, C., L.S. Roberts, A. Larson y W.C. Ober, 2002. Principios integrales de zoología. Mac Graw-Hill Interamericana, 895 pp.

Hilty, S.L. y W.L. Brown, 2001. Guía de las aves de Colombia, Cali : Universidad del Valle, American Bird Conservancy, 836 pp.

Hulbert, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52, 577-585.

Iucn, 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. [En línea]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>. [Fecha de revisión: Septiembre 2013].

Iucn, 2013. Union Internacional para la Conservacion de la Naturaleza. [En línea]. Disponible en: <http://www.iucn.org/es/>. [Fecha de revisión: Septiembre 2013].

Jimenez-Valverde, A. y J. Hortal, 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8, 151-161.

Kattan, G., O.L. Hernández, I. Goldstein, V. Rojas, O. Murillo, C. Gómez, H. Restrepo y F. Cuesta, 2004. Range fragmentation in the spectacled bear *Tremarctos ornatus* in the northern Andes. *Oryx* 38, 155-163.

Kattan, G.H., 1992. Rarity and Vulnerability: The Birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology* 6, 64-70.

Kattan, G.H. y H. Álvarez, 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the colombian Andes. *Forest Patches in Tropical Landscapes*, 3-18.

Latta, S.C., B.A. Tinoco, P.X. Astudillo y C.H. Graham, 2011. Patterns and Magnitude of Temporal Change in Avian Communities in the Ecuadorian Andes. *The Condor* 113, 24-40.

León-Gamboa, A.L., C. Ramos y M.R. García, 2010. Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. *Biología Tropical* 58, 1031-1048.

Linnaeus, C., 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordinus, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.*, Laurentii Salvii, Holmiae, 824 pp.

Londoño-Díaz, L., 2002. Semblanza biográfica de Federico Carlos Lehmann Valencia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 26, 213 - 228.

Londoño, G., M.C. Muñoz y M.M. Rios, 2007. Density and natural history of the sickle-winged guan (*Chamaepetes goudotii*) in the central andes, Colombia. *Wilson Journal of Ornithology* 119, 228-238.

Macarthur, R. y E. Wilson, 1967. *The theory of island biogeography*, Princeton, New Jersey, USA, 224 pp.

Magurran, A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Martínez-Morales, M.A., 2005. Landscape patterns influencing bird assemblages in a fragmented neotropical cloud forest. *Biological Conservation* 121, 117-126.

Mcmullan, M., A. Quevedo y T. Donegan, 2010. Guía de campo de las aves de Colombia. Proaves, Bogotá D.C., 226 pp.

Miranda, A.T. y I.L. Vega, 2006. Análisis de trazos para establecer Áreas de Conservación en la faja Volcánica Transmexicana *Interciencia* 31, 849-845.

Mondragón, E.Á. y J.J. Morrone, 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *INCI* 29, 112-120.

Mora, A.M.G., J.A. Anaya y E.A. Davila, 2005. Análisis de fragmentación de los ecosistemas boscosos en una región de la cordillera central de los andes Colombianos. *Ingenierías de la Universidad de Medellín* 4, 12-27.

Morales, M., J. Otero, T. Van Der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J.C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada y L. Cárdenas, 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, D.C., 208 pp.

Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 84 pp.

Negret, A.J., 2001. Aves en Colombia amenazadas de extinción, Popayán, Colombia, 300 pp.

Olivares, A.O.F.M., 1966. Introducción a la historia de la Ornitología colombiana. *Introducción a la historia de la Ornitología colombiana* 12, 367-375.

Pickett, S.T. y J. Thompson, 1978. Patch dynamics and the design of nature reserves. *Biological Conservation* 13, 27-37.

Pielou, E.C., 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

Poveda, G., 2004. La Hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 28, 201 - 222.

Pozo, W.E. y F. Trujillo, 2005. Lista anotada de la fauna de la laguna Lotero, reserva ecológica Cayambe Coca, Ecuador. *Serie Zoológica* 1, 29-43.

Ramamoorthy, T.P., 1998. *Diversidad biológica de México : orígenes y distribución*, 792 pp.

Rangel, O., 2000. *Colombia diversidad biótica III: La Region de Vida Paramuna*. Unibiblos, Bogota D.C, 902 pp.

Remsen, J., Jr, C.D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. Pacheco, R.M. Pérez-Eman, F. Stiles, D. Stotz y Z. Kj, 2013. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists Union. [En línea]. Disponible en: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>. [Fecha de revisión: Mayo 2013].

Rengifo, L.M., 2001. Effect of Natural and Anthropogenic Landscape Matrices on the Abundance of Subandean Bird. *Ecological Applications* 11, 14-31.

Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G.H. Kattan y B. López-Lanús, 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*, Bogotá, Colombia, 562 pp.

Ridgely, R.S. y P.J. Greenfield, 2001. *The birds of Ecuador*. Cornell University Press, New York, 768 pp.

Ridgely, R.S. y G. Tudor, 1994. *The Birds of South America. Vol II. The Suboscine Passerines*. University of Texas Press, Austin, Texas, 940 pp.

Roda, J., A.M. Franco, M.P. Baptiste, C. Múnera y M.G. Cely, 2003. *Manual de identificación CITES de aves de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., Bogotá, Colombia, 352 pp.

Rodríguez-Florez, C.I., 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la amazonia Colombiana. *Ornitología Colombiana*. 3, 7-27.

Rodríguez, N., D. Armenteras, M.H.A. Rincón, M. Morales y S. Sua, 2004. Forest biodiversity indicators in the Colombian Andes. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 1-12.

Rosenberg, D.K.N.B.R., 1997. Biological corridors: Form, function, and efficacy. *BioScience* 47, 677-687.

Sanders, H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Am. Nat.* 102, 243-282.

SiB, 2013. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. [En línea]. Disponible en: <http://www.sibcolombia.net/>. [Fecha de revisión: Diciembre 2013].

Stiles, F.G., 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology*. 56, 285-301.

Stiles, F.G., 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 68, 323-351.

Stiles, F.G., 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *The Condor* 97, 853-878.

Todd, W.E.C. y J. Carriker, 1922. The birds of the Santa Marta Region of Colombia: A study in altitudinal distribution. *Annals of the Carnegie Museum, Pittsburg. U.S.A.*, 611 pp.

Turner, M., 2005. Landscape ecology: what is the state of the science?. *Revista Ecología, Evolución y Sistemática* 36, 319-344.

Verhelst, J., 2011. Avifaunal distribution in Colombia: current diversity and potential refugia under climate change., Geography Department. University of London, London, p. 365.

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña, 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, Bogotá D.C, Colombia, 210 pp.

Williams-Linera, G., 1992. Ecología del paisaje y el bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. *Ciencia y Desarrollo* 18, 132-138.

Williams-Linera, G., R.H. Manson y E.I. Vera, 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8, 73 - 89.

Xeno-Canto, 2013. Compartiendo cantos de aves de todo el mundo. [En línea]. Disponible en: <http://www.xeno-canto.org/>. [Fecha de revisión: Agosto 2013].

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1. Registro fotográfico de aves en la vereda Loyola.



*Cacicus chrysonotus*



*Basileuterus nigrocristatus*



*Lafresnaya lafresnayi* (Macho)



*Ensifera ensifera*



*Metallura tyrianthina* (Hembra)



*Atlapetes schistaceus*



*Lesbia nuna*



*Metallura tyrianthina* (Macho)



*Lafresnaya lafresnayi* (Hembra)



*Diglossa caerulescens*



*Coeligena lutetiae*



*Colibri coruscans*



*Catamenia inornata*



*Diglossa cyanea*



*Turdus fuscater*



*Chamaepetes goudotii*



*Atlapetes pallidinucha*



*Tangara vassorii*



*Ochthoeca rufipectoralis*



*Ochthoeca fumicolor*



*Trogon personatus*(Hembra)



*Spinus xanthogaster*



*Pipreola riefferii* (Hembra)



*Cyanolyca turcosa*



*Anisognathus lacrymosus*



*Ampelion rubrocristatus*



*Heliangelus exortis*



*Eriocnemis mosquera*



*Eriocnemis vestita*



*Sericossypha albocristata*

**ANEXO 2.** Registro fotográfico de aves en la vereda Guacas.



*Myioborus ornatus*



*Lesbia nuna*



*Ensifera ensifera*



*Elaenia chiriquensis*



*Margarornis squamiger*



*Basileuterus nigrocristatus*



*Falco sparverius*



*Ciccaba albitarsis*



*Pipreola riefferii* (Macho)



*Colibri coruscans*



*Catamenia inornata*



*Andigena hypoglauca*



*Mecocerculus leucophrys*