

EVALUACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS NATURALES DE LA
SOCIEDAD CIVIL, NODO QUINDICOCHA A LA CONSERVACIÓN DE LA
DIVERSIDAD DE AVES DEL VALLE DE SIBUNDOY, PUTUMAYO.

MÓNICA DENIR LOMBANA LUNA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2011

EVALUACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS NATURALES DE LA
SOCIEDAD CIVIL, NODO QUINDICOCHA A LA CONSERVACIÓN DE LA
DIVERSIDAD DE AVES DEL VALLE DE SIBUNDOY, PUTUMAYO.

MÓNICA DENIR LOMBANA LUNA

Trabajo de Grado para optar el título de Bióloga

Director:

JHON JAIRO CALDERON LEYTON
MSc. En Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

GUILLERMO CASTILLO
Jurado

IVAN GIL
Jurado

JHON JAIRO CALDERON LEYTON
Director

San Juan de Pasto, Septiembre 13 de 2011.

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad del autor”

Artículo 1º del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

A Dios por darme una nueva oportunidad de vida y permitirme llegar hasta aquí.

A mi hija Sofía por regalarme su compañía llena de sonrisas y ternura, por ser la razón de mi existencia, mi constancia y mi superación.

A mis abuelos Genaro y Carmelina por permitirme crecer en el seno de un hogar fundamentado en el respeto, la responsabilidad, la humildad y el amor por todo lo que me rodea.

A José Luis por su comprensión, apoyo y amor incondicional.

A cada uno de los miembros de mi familia quienes hicieron posible con su apoyo en los momentos difíciles, que alcanzará mis metas profesionales...

MDLL.

AGRADECIMIENTOS

A cada una de las familias propietarias de las Reservas Naturales en las cuáles se llevó a cabo esta investigación: Familia Pineda Suárez de la R.N La Palmita-Buenavista, Familia Burbano de la R.N La Porra, Familia Barrera de la R.N Buenoy y Familia Bernal R.N La Virginia, por su amistad y colaboración.

A la Fundación Opción Putumayo y al Nodo Quindicocha por permitirme contribuir con la Estrategia Nodal y los procesos de Conservación y Producción sostenible, a partir del compartir de saberes y el hacer cotidiano de las Reservas Naturales.

Al Profesor Jhon Jairo Calderón Leyton por la asesoría, apoyo y colaboración en la realización de esta investigación y por permitirme conocer e indagar en la rama de la Ornitología.

A cada uno de los Maestros del Programa de Biología por cimentar las bases de mi desarrollo profesional, por sus conocimientos y momentos compartidos.

A Arturo Pineda por su colaboración en el trabajo de campo, por permitirme conocer y aprender acerca de la flora y fauna del territorio.

A José Luis Suárez por su colaboración durante las largas jornadas de muestreo, por su comprensión y apoyo en la culminación de esta investigación.

A los “Herederos del Planeta” Camilo, Alvaro, Eduardo, Maritza, Juan Esteban, Olga, Richard y a Javier Burbano por su compañía durante el trabajo de campo, especialmente durante los campamentos y por darme la oportunidad de compartir momentos de dispersión y conocimiento.

A Yulieth Castillo, María Fernanda Mideros, Yuri Rosero por su amistad y apoyo en los momentos difíciles; y a todos mis amigos y compañeros de la Universidad de Nariño por todas las experiencias compartidas.

A mi familia por su cariño y apoyo incondicional en el desarrollo y culminación de esta meta.

A todas y cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron en el desarrollo y culminación de esta investigación...

MIL GRACIAS...

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. MARCO TEORICO.....	19
2.1 EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT.....	19
2.1.1 Efectos abióticos.....	19
2.1.2 Efectos bióticos.....	19
2.1.3 Fragmentación y comunidades de aves.....	20
2.2 TEORIA DE BIOGEOGRAFIA DE ISLAS.....	21
2.3. COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD.....	21
2.3.1 La relación entre heterogeneidad de hábitat y diversidad de especies animales.....	22
2.3.2 Los efectos globales: heterogeneidad o fragmentación.....	22
2.4 COMPONENTES ALFA, BETA Y GAMMA DE LA DIVERSIDAD EN ESPECIES.....	23
2.5 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN.....	25
2.5.1 Reservas Naturales de la Sociedad Civil.....	25
2.5.2 Criterios básicos de conservación.....	30
2.5.3 Criterios para la designación de áreas protegidas.....	30
2.5.4 Importancia de la conservación de las aves.....	32

2.5.5 Áreas de importancia para la conservación de las aves AICAS.....	33
3. METODOLOGÍA.....	35
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	35
3.2 TRABAJO DE CAMPO.....	44
3.3 ANÁLISIS ECOLÓGICO.....	45
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49
4. RESULTADOS.....	51
4.1 AVIFAUNA PRESENTE EN CUATRO RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL, NODO QUINDICOCHA.....	51
4.1.1 Composición y Estructura.....	51
4.1.2 Riqueza, Diversidad, Equitabilidad y Dominancia.....	54
4.1.3 Similaridad.....	55
4.1.4 Análisis de correlación.....	57
4.1.5 Preferencia de las especies por los fragmentos analizados.....	57
4.1.6 Diversidad Alfa, Beta y Gamma.....	57
4.2 PRESENCIA DE ESPECIES DE INTERES.....	58
4.3 USO Y APROVECHAMIENTO DE HÁBITAT.....	62
4.4 FLORA REGISTRADA EN CUATRO RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL DEL NODO QUINDICOCHA.....	63
4.4.1 Composición florística.....	63
4.4.2 Análisis de parámetros estructurales.....	68
4.5 COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD EVALUADA EN CUATRO RESERVAS NATURALES DEL NODO QUINDICOCHA.....	74
4.5.1 Análisis de componentes principales.....	74

4.5.2 Análisis de parámetros estructurales.....	77
4.6 RELACIÓN ENTRE LA COMPLEJIDAD-HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT Y LA RIQUEZA AVIAR.....	80
5. DISCUSIÓN.....	83
5.1 DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y SIMILARIDAD DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN LAS RESERVAS NATURALES ESTUDIADAS..	83
5.2 ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ALFA, BETA Y GAMMA.....	86
5.3 EVALUACIÓN DE CRITERIOS BÁSICOS DE CONSERVACIÓN.....	87
5.4 COMPOSICIÓN, COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT.....	88
5.5 RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD AVIAR Y LA COMPOSICIÓN, COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT.....	90
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	109

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Zonificación de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nodo Quindicocha de acuerdo a la Ley 99 de 1993 y Zonificación especial determinada por el Decreto 2372 de 2010.....	28
Tabla 2. Características generales de cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Nodo Quindicocha.....	42
Tabla 3. Variables cuantificadas en cuatro Reservas Naturales de la sociedad civil, Nodo Quindicocha, Valle de Sibundoy, Putumayo.....	45
Tabla 4. Clases de agrupación de frecuencia absoluta.....	49
Tabla 5. Análisis Ecológico para las zonas de muestreo.....	55
Tabla 6. Análisis de la Diversidad Beta.....	58
Tabla 7. Categorías AICA, registradas para las zonas de estudio.....	59
Tabla 8. Listado general de las especies de flora registradas en cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nodo Quindicocha.....	64
Tabla 9. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Palmita-Buenvista.....	69
Tabla 10. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Porra.....	71
Tabla 11. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural Buenoy.....	72
Tabla 12. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Virginia.....	73
Tabla 13. Índices de Complejidad y Heterogeneidad para cada una de las Reservas Naturales.....	77
Tabla 14. Valores de los índices de complejidad y heterogeneidad en algunos hábitats reportados por AUGUST; 1983 y SANCHEZ <i>et al</i> ; 1996 y los de la presente investigación.....	89

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cuenca alta del río Putumayo - Valle de Sibundoy.....	36
Figura 2. Ubicación y Panorámica zona de Bosque “Buenavista” R.N La Palmita.....	37
Figura 3. Ubicación y Panorámica zona de Bosque R.N La Porra.....	38
Figura 4. Ubicación y Panorámica zona de Bosque R.N Buenoy.....	39
Figura 5. Ubicación y Panorámica zona de Rastrojo, Bosque y Humedal R.N La Virginia.....	40
Figura 6. Panorámica relicto de humedal aledaño a la R.N La Virginia.....	40
Figura 7. Ubicación de las zonas de estudio en la Cuenca alta del Río Putumayo - Valle de Sibundoy.....	43
Figura 8. Curva de acumulación de especies para la R.N La Palmita-Buenavista.....	51
Figura 9. Curva de acumulación de especies para la R.N La Porra.....	52
Figura 10. Curva de acumulación de especies para la R.N Buenoy.....	52
Figura 11. Curva de acumulación de especies para la R.N La Virginia.....	53
Figura 12. Distribución de familias, géneros y especies de aves registradas para cada una de las zonas de estudio.....	54
Figura 13. Dendograma de Similitud de las zonas de estudio, estimado a partir del Índice de Jaccard.....	56
Figura 14. Relación entre la Riqueza aviar y el tamaño de los fragmentos evaluados.....	57
Figura 15. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: <i>Ardea alba</i> (Garza real).....	60
Figura 16. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: <i>Cathartes aura</i> (Guala).....	60

Figura 17. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: <i>Vanellus chilensis</i> (Alcaraván).....	61
Figura 18. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: <i>Tringa flavipes</i> ...	61
Figura 19. Hábitats ocupados por las especies de aves registradas en cuatro Reservas Naturales del Nodo Quindicocha.....	63
Figura 20. Familias florísticas más representativas registradas en el área de estudio.....	67
Figura 21. Géneros florísticos más representativos registrados en el área de estudio.....	67
Figura 22. Distribución de familias, géneros y especies de flora registradas para cada una de las zonas de estudio.....	68
Figura 23. Asociación de Plots a partir del análisis de Componentes principales (PCA).....	76
Figura 24. Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las áreas de estudio.....	78
Figura 25. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Palmita-Buenvista.....	79
Figura 26. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Porra.....	79
Figura 27. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural Buenoy.....	80
Figura 28. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Virginia.....	80
Figura 29. Relación entre la Complejidad del hábitat y la riqueza aviar.....	81
Figura 30. Relación entre la Heterogeneidad del hábitat y la riqueza aviar....	81
Figura 31. Relación entre la Riqueza aviar y el Número de hábitats presentes en las áreas de estudio.....	82
Figura 32. Número de individuos de aves registrados en los diferentes estratos de vegetación.....	91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Georeferenciación de los plots o unidades de muestreo para las zonas de estudio.....	109
Anexo B. Listado general de las especies registradas en cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nodo Quindicocha, Valle de Sibundoy, Putumayo.....	110

RESÚMEN

Varias investigaciones sugieren que el estudio de las comunidades de aves y su relación con las características ecosistémicas permite obtener una idea clara del estado de conservación de los hábitats terrestres. De esta manera con el fin de evaluar la contribución de las Reservas Naturales del Nudo Quindicocha, a la conservación de la diversidad de aves del Valle de Sibundoy; se analizó el comportamiento de la riqueza y diversidad aviar en relación con la complejidad y heterogeneidad del hábitat en cuatro reservas: La Palmita, La Porra, Buenoy y La Virginia; registrándose un total de 111 ssp de aves, que representan el 63.8% del total de ssp registradas para el Valle de Sibundoy, con familias representativas como THRAUPIDAE, TYRANNIDAE, TROCHILLIDAE, EMBERIZIDAE COLUMBIDAE y PARULIDAE, encontrando índices de Diversidad altos, entre 3.26 y 3.69 y una relación directa entre la riqueza de aves y el tamaño de los fragmentos estudiados; a medida que aumenta el tamaño de los fragmentos, incrementa la riqueza aviar. El comportamiento de la Diversidad aviar a escala del paisaje, se analizó a partir de: la diversidad alfa con un promedio de 70.75 ssp, la diversidad beta con porcentajes bajos para la mayoría de pares de fragmentos y la diversidad gamma igual a 110.37 ssp. La presencia de especies focales o de interés y la representatividad de la región como un AICA, se encuentra representada por un total de 21 especies registradas dentro de alguna categoría, 7 migratorias y 3 amenazadas o en riesgo.

La vegetación evaluada a partir de la metodología de August (1983) permitió registrar 68 ssp de árboles y arbustos, distribuidas en 30 familias y 40 géneros; siendo las más representativas MELASTOMATACEAE, ASTERACEAE, LAURACEAE, RUBIACEAE y EUPHORBIACEAE. Los valores de los índices de complejidad y heterogeneidad encontrados corresponden a: IC=0.1776, IH=0.5139, permitiendo considerar que los hábitat muestreados, no son complejos en cuanto al número de estratos verticales y sí más heterogéneos. A partir del IVI y la construcción de histogramas de frecuencia, se logró determinar que la totalidad de las áreas tienden a la heterogeneidad.

A partir de los resultados se encontró que existe una relación directa entre el tamaño, la complejidad - heterogeneidad y la diversidad y riqueza de aves, asociadas a las áreas de estudio, por lo cual se considera de gran importancia tener en cuenta estas variables al momento de proponer e implementar estrategias de conservación y restauración de los ecosistemas presentes en las reservas y en general para el Valle de Sibundoy, que permitan contribuir a la conservación de la diversidad de aves regional.

Palabras claves: *Reserva Natural, Nudo Quindicocha, Fragmentación, Diversidad (alfa, beta, gamma) Riqueza, Complejidad, Heterogeneidad, Valle de Sibundoy, Cuenca alta del Río Putumayo.*

ABSTRACT

Several studies suggest that the study of bird communities and their relation to ecosystem characteristics allows a clear idea of the conservation status of terrestrial habitats. Thus in order to assess the contribution of nature reserves Quindicocha Node, the conservation of bird diversity Sibundoy Valley, analyzed the behavior of avian richness and diversity in relation to the complexity and heterogeneity of habitat four reserves: The Palmita, La Porra Buenoy and The Virginia recorded a total of 111 bird spp, representing 63.8% of ssp registered for Sibundoy Valley, with representative families as Thraupidae, Tyrannidae, TROCHILLIDAE, Columbidae and Parulidae Emberizidae, finding high levels of diversity, between 3.26 and 3.69 and a direct relationship between bird richness and size of the fragments studied, with increasing the size of the fragments, bird richness increases. The behavior of the bird diversity at the landscape was analyzed from: alpha diversity with an average of 70.75 ssp, beta diversity with low percentages for most pairs of fragments and gamma diversity equal to 110.37 ssp. The presence of focal species or interest and the representation of the region as an IBA, is represented by a total of 21 species recorded within a category, 7 migratory and endangered or at risk 3.

The vegetation evaluated from the methodology of August (1983) recorded 68 ssp allowed trees and shrubs, distributed in 30 families and 40 genera, being the most representative Melastomataceae, Asteraceae, Lauraceae, Rubiaceae and Euphorbiaceae. The values of the indices of complexity and heterogeneity found corresponding to: IC = 0.1776, IH = 0.5139, can be considered to habitat sampled are not complex in the number of vertical layers and other more heterogeneous. From the IVI and the construction of histograms, it was determined that all areas tend to heterogeneity.

From the results found that there is a direct relationship between the size, complexity - diversity and the richness and diversity of birds associated with areas of study, which is considered of great importance to consider these variables when to propose and implement conservation and restoration of ecosystems present in reserves and generally Sibundoy Valley, which will contribute to the conservation of regional avian diversity.

Keywords: Nature Reserve, Node Quindicocha, Fragment, Diversity (alfa, beta, gamma) richness, complexity, heterogeneity, Sibundoy Valley, Upper Rio Putumayo Basin.

INTRODUCCIÓN

La estructura de las comunidades aviarias, a lo largo de muchos años y en diferentes investigaciones, se ha explicado con base en la complejidad estructural de los hábitats y especialmente con el porcentaje de cobertura y el número de estratos de la vegetación (Macarthur, 1964 citado por Renjifo & Andrade, 1987). Sin embargo, la complejidad del hábitat no explica por sí sola la diversidad de las comunidades de aves; más bien ésta se manifiesta a través de diferentes aspectos como la mayor disponibilidad de recursos, la preferencia de las especies por ciertos lugares, así como la heterogeneidad espacial o ecológica del hábitat que influye en la diversidad, abundancia y/o riqueza de los organismos dependientes de la fisonomía de la vegetación (Remsen, 1985; Schemske & Brokaw, 1981; Macarthur & Macarthur, 1961- Rotenberry & Wiens, 1980 citado por Naranjo y Chacón, 1997).

Esta relación, actualmente interpretada bajo los continuos procesos de fragmentación, cuyos efectos se ven representados en la modificación del número y cobertura de los estratos vegetales (Stotz, *et al*, 1996 citado por Woltmann, 2000) y en cambios drásticos en las comunidades de animales silvestres (Kattan, *et al*, 1994), alcanza hoy territorios como el Valle de Sibundoy, considerado un heterogéneo corredor marcado por el encuentro entre ecosistemas andinos y amazónicos con la mayor representatividad de flora y fauna (POT Sibundoy, 2006), afectados por el desarrollo de distintas actividades humanas y el uso inadecuado del suelo, principalmente para la implementación de un modelo productivo basado en la ganadería extensiva y la producción agrícola, la extracción forestal y minera; sistemas estructuralmente diferentes que afectan directamente los patrones de distribución de las especies (Blake & Karr, 1987) presentes en los pequeños fragmentos de bosque aún existentes; constituidos en remanentes o “islas” con diferentes procesos de aislamiento, constituyéndose en reservorios importantes de la biodiversidad originalmente presente en los ecosistemas de la región.

Ante esta problemática el Nodo Quindicocha desde las Reservas Naturales de la Sociedad Civil busca aportar y contribuir a la conservación y recuperación de la Biodiversidad con criterios de producción sostenible y la construcción de espacios culturales, naturales y sociales que permitan potenciar los recursos naturales y la riqueza del territorio. Es así como a través de esta investigación se pretendió fortalecer el proceso adelantado por el Nodo Quindicocha, consolidando un estudio representativo que permitiera conocer el estado actual de Conservación de las diferentes áreas que conforman las Reservas Naturales, evaluando su aporte a la biodiversidad regional, teniendo en cuenta de acuerdo a los criterios analizados que éstas constituyen un ensamble de elementos con distintos grados de intervención humana, cuya base principal son las comunidades originales actualmente afectadas por la reducción en su extensión territorial, la interrupción

en la continuidad espacial y la aparición de sistemas derivados, que generan sin lugar a dudas un cambio en los atributos de dichas comunidades y en la estructura del paisaje (Godron & Forman, 1983). Hechos que se consolidan en una preocupación regional en relación con áreas de importancia para la conservación, y la pérdida de la biodiversidad a causa de procesos de fragmentación así como su influencia en el desarrollo desde el punto de vista cultural y social de los pueblos.

Varias investigaciones sugieren que el estudio de las comunidades de aves y su relación con las características ecosistémicas permite obtener una idea clara del estado de conservación de los hábitats terrestres (Schemske y Brokaw 1981, Levey 1990, Schupp et al. 1989, Villareal et al. 2004); de esta manera y durante el desarrollo de esta investigación la diversidad biológica presente en las Reservas Naturales del Nudo Quindicocha, se evaluó a partir del análisis conjunto de la Complejidad y Heterogeneidad del paisaje y de la diversidad aviar; principalmente de la diversidad beta, ya que se constituye en una herramienta fundamental para explicar el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre fragmentos contiguos y distantes de distinto o igual tipo de vegetación, siendo ésta un criterio importante para alcanzar una adecuada representación de la diversidad regional en sistemas de áreas protegidas (Kattan, *et al*, 2006).

Mediante esta investigación se buscó desarrollar una estrategia básica de conservación de tipo regional, basada en la implementación de mecanismos prioritarios para conocer aspectos relacionados con la distribución geográfica de las especies aviarias, estimar sus abundancias y los tipos de hábitat en los que se establecen sus poblaciones, así como evaluar principios básicos de representatividad, persistencia, singularidad, eficiencia y flexibilidad de las especies, ecosistemas y hábitats de las Reservas Naturales (Groves, 2002); principios que en general permitan definir el estado de conservación de estas áreas naturales protegidas, definir recomendaciones adecuadas para la conservación y analizar su importancia como complejos prioritarios para el mantenimiento de la biodiversidad.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la contribución de las Reservas Naturales de la sociedad civil, Nodo Quindicocha, a la conservación de la diversidad de aves del Valle de Sibundoy.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer y comparar la diversidad, composición y estructura de la comunidad de aves presentes en fragmentos de bosque, en las Reservas Naturales del Nodo Quindicocha, Valle de Sibundoy.
- Analizar la diversidad de aves (alfa, beta, gamma), presentes en fragmentos de bosque de área y aislamiento variable en las Reservas Naturales, Nodo Quindicocha, del Valle de Sibundoy, como un criterio importante para representar y evaluar el estado de conservación y representatividad de la biodiversidad regional de áreas protegidas.
- Determinar los patrones de distribución de la comunidad aviar mediante la identificación de procesos de especificidad o complementariedad de las especies registradas para los fragmentos estudiados.
- Analizar la complejidad y heterogeneidad del paisaje para cada una de las zonas y su relación con el establecimiento y coexistencia de la diversidad aviar.

2. MARCO TEÓRICO

Alrededor del mundo los ecosistemas terrestres han sufrido diversos grados de fragmentación, como resultado de la conversión del uso del suelo, provocando diferentes efectos en algunos componentes de la biota, como el declive de la diversidad biológica debido a la pérdida de la continuidad de los hábitats originales.

La fragmentación del hábitat se define como el proceso durante el cual una extensión grande de hábitat es transformado en numerosos parches de área pequeña, aislados uno de otro por una matriz de hábitat diferente al original. De acuerdo a esta definición, un paisaje puede ser categorizado cualitativamente como continuo (conteniendo hábitats continuos) o fragmentado, representando este último el punto extremo del proceso de fragmentación; proceso que se caracteriza por implicar cuatro efectos principales: a) la reducción del tamaño del hábitat, b) aumento en el número de parches del hábitat, c) disminución en los tamaños de los parches e d) incremento de la distancia entre los parches formados (Fahrig, 2003).

2.1 EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

La fragmentación del hábitat puede tener efectos abióticos, bióticos directos o indirectos. Estos efectos pueden ser respuesta a cualquiera de las variables de fragmentación en conjunto o por separado (Murcia, 1995).

2.1.1 Efectos abióticos. Se ven representados por cambios en las condiciones ambientales en los bordes de los fragmentos por proximidad de una matriz estructuralmente distinta al hábitat original que afecta o cambia la temperatura, humedad y luminosidad: produciendo un gradiente microclimático que corre perpendicular al borde (Williams, 1991). Se genera mayor exposición a los vientos promoviendo mayor caída de árboles y aumento en la erosión en la periferia del fragmento, así como el acarreo de semillas, insectos, enfermedades y la difusión de compuestos químicos (fertilizantes, insecticidas) y otros productos que provienen desde la matriz.

2.1.2 Efectos bióticos. Los efectos bióticos causados por la fragmentación pueden ser directos o indirectos.

- Efectos bióticos directos: se ven representados por cambios en la abundancia, patrones de distribución y riqueza de las especies. El tamaño del fragmento tiene efecto sobre la persistencia de las poblaciones, fragmentos más pequeños soportan poblaciones más pequeñas y más propensas a la extinción. Esto por: estocasticidad demográfica: eventos aleatorios de sobrevivencia y reproducción de individuos y distribución de sexos;

estocasticidad ambiental: eventos impredecibles tales como cambios en el clima, oferta de alimentos, presencia de depredadores o competidores, catástrofes naturales; estocasticidad genética: por ejemplo retrocruza y pérdida de diversidad genética (Ricklefs, 1998).

El aislamiento dificulta el intercambio de individuos entre fragmentos, lo que aumenta aún más la probabilidad de extinción de las poblaciones. Por un lado, la colonización está inversamente relacionada a la distancia entre parches por la mayor dificultad para encontrarlos y por el aumento de los riesgos de mortalidad en la búsqueda de nuevos fragmentos. La extinción está inversamente relacionada con el tamaño del parche debido al menor tamaño de las poblaciones y a la mayor incidencia de factores de mortalidad externa.

- Efectos bióticos indirectos: se reflejan en las interacciones ecológicas producto de la fragmentación (cambios funcionales). Los cambios en la naturaleza o intensidad de las interacciones son producto de variaciones en la abundancia de las especies residentes o por la incorporación de nuevas especies que invaden desde la matriz.

2.1.3 Fragmentación y comunidades de aves. Estudios referentes al efecto de la fragmentación sobre aves indican que dentro de los remanentes, o fragmentos de bosque formados, ésta afecta el número de individuos, su éxito reproductivo y su capacidad de dispersión hacia nuevas áreas (Willson & Díaz, citado por Primack, *et al*, 2001).

La fragmentación del hábitat reduce la capacidad de estos organismos para buscar alimento. Muchas especies requieren moverse a través del paisaje para alimentarse. Las especies confinadas en un único fragmento son incapaces de migrar en búsqueda de recursos escasos en su hábitat. De igual manera se puede acelerar la reducción de la población y provocar su extinción al dividir una población extensa en dos o más subpoblaciones dentro de un área restringida. Estas poblaciones más pequeñas quedan más vulnerables a la depresión endogámica, deriva génica y otros problemas ecológicos. Aunque un área grande permita mantener una población numerosa única, es posible que ninguna de las subpoblaciones más pequeñas pueda persistir por un período prolongado (Primack, *et al*, 2001).

En varios estudios se ha encontrado que el número de especies dentro de cada parche o hábitat, está relacionado con el área del mismo (MacArthur & Wilson, 1967) lo cual ha llevado a muchos a sostener la importancia de mantener reservas extensas para la conservación de especies (Willis, 1984). Investigaciones sugieren que la diversidad y abundancia relativa de aves decrece a medida que el tamaño del fragmento disminuye, sin embargo es preciso tener en cuenta que la distribución de las especies, principalmente de aves entre lotes de hábitat aislados (por ejemplo, lotes boscosos en un campo agrícola) parece con frecuencia no ser

al azar, se ha observado en algunas ocasiones que las especies presentes en lotes pequeños, pobres en especies, también se han registrado en lotes más grandes que alojan un mayor número de especies, y que aquellas más susceptibles a la fragmentación estarán ausentes en los parches más pequeños (Blake & Karr, 1987).

Las especies endémicas de los diferentes tipos de bosque son las más afectadas y, en menor grado, las aves mutualistas. La pérdida de estas especies es grave por lo que significa la desaparición de los hábitat de especies únicas y restringidas geográficamente, así como por las probables consecuencias negativas que esto puede traer para la regeneración de los bosques.

2.2 TEORÍA DE BIOGEOGRAFÍA DE ISLAS.

Esta teoría predice adecuadamente lo que ocurre con la riqueza de especies en parches o fragmentos de hábitat que varían en tamaño y aislamiento. Esta asume que la diversidad de especies es una función de la dinámica de colonización-extinción. Presume que la densidad poblacional en las especies permanece constante a medida que el área incrementa. La riqueza de las especies es una función positiva del área; esto implica que la densidad de un grupo de especies incrementa en áreas más grandes (Steffan & Tschardtke, 2000).

La fragmentación del hábitat disminuye el tamaño de los parches y los aleja unos de otros, aumentando la probabilidad de extinción de las especies presentes en los fragmentos y disminuyendo la probabilidad de inmigración de especies. Lo que se obtiene finalmente son fragmentos empobrecidos de especies en relación a la biota original. Aún cuando podemos también obtener fragmentos enriquecidos de especies pero con especies invasoras.

2.3 COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD

Las características del hábitat, como la complejidad o desarrollo vertical del bosque y heterogeneidad o variedad horizontal del ambiente, son dos factores importantes, que pueden determinar la diversidad biológica de un lugar (August, 1983).

“La hipótesis de heterogeneidad de hábitat” es uno de los puntos clave de la ecología (Simpson, 1949, citado por Tews, 2004; Lack, 1969). Asume que los hábitats estructuralmente complejos pueden proporcionar más nichos y diversas maneras de aprovechar los recursos medioambientales y así aumentar la diversidad de las especies. En muchos hábitats, las comunidades de plantas determinan la estructura física del ambiente, y por consiguiente, tiene una influencia considerable en la distribución e interacción de las especies animales (Mc Coy & Bell, 1991).

2.3.1 La relación entre heterogeneidad de hábitat y diversidad de especies animales. Es indudable que la estructura del hábitat puede influir en la fauna que se encuentra asociada (Dueser & Shugert, 1978 citado por Palomino, *et al*, 1996). Es posible que exista una división o segregación vertical en el uso de los estratos del bosque, lo que permitirá la coexistencia de un mayor número de especies. Igualmente la oferta ambiental de recursos críticos, especialmente alimento y refugios, podría ser mayor y más variados en ecosistemas horizontalmente heterogéneos. Como afirma August (1983) un hábitat complejo podría ofrecer mayor cantidad de nichos potenciales que un hábitat estructuralmente simple o sencillo. Un hábitat heterogéneo permitiría a su vez la posibilidad de un intercambio constante de la fauna entre zonas aledañas lo que facilita el aprovechamiento de recursos que ofrezcan otros hábitats cercanos (Steffan & Tschardtke, 2000).

Estudios en aves confirman que la fisonomía de la vegetación influye positivamente en la diversidad de especies. Particularmente en los bosques tropicales, se ha encontrado fuertes evidencias de que el dividendo o partición vertical de recursos y sitios de nidada facilitan la diversidad de gremios. MacArthur & MacArthur (1961) evidenciaron que la estructura física de una comunidad de plantas, como el follaje que es distribuido verticalmente, puede ser más importante que la composición actual de las especies de plantas. Sin embargo, como una oposición a la hipótesis de la heterogeneidad del hábitat, algunos estudios evidencian que el incremento en la heterogeneidad puede también disminuir la diversidad de aves (Ralph, 1985 citado por Tews, *et al*, 2004).

Estudios empíricos y teóricos han revelado que los resultados contradictorios o los efectos negativos en la diversidad relacionados con la heterogeneidad del hábitat dependen generalmente del grupo taxonómico, el parámetro estructural de la vegetación y la escala espacial (Ralph, 1985). El efecto de la heterogeneidad puede variar considerablemente dependiendo de lo que es percibido como un hábitat por el grupo de especies estudiado; características estructurales de la vegetación que constituye la heterogeneidad del hábitat por un grupo, puede ser percibida como fragmentación de hábitat por otro grupo taxonómico (Tews, *et al* 2004).

2.3.2 Los efectos globales: heterogeneidad o fragmentación. Los efectos negativos de la heterogeneidad del hábitat pueden ocurrir como una consecuencia de la fragmentación, causando la interrupción de procesos biológicos claves tales como dispersión y adquisición de recursos. Sin embargo, hay un consenso general de que no todas las especies en un ecosistema son igualmente afectadas por estructuras espaciales, dependiendo si ellas causan heterogeneidad o fragmentación. Por ejemplo, mientras que los bordes de bosque aumentan la heterogeneidad del hábitat para las mariposas y aves ellos pueden fragmentar el hábitat de escarabajos (Tews, *et al*, 2004).

Los resultados del efecto de la heterogeneidad del hábitat/diversidad de especies están sujetos a la medida de la diversidad de las especies. En general, la diversidad de especies es una medida del número de especies que la componen y su abundancia como un punto definido en el espacio y el tiempo. En la escala espacial más pequeña la medida de la diversidad de especies animales es el resultado del comportamiento individual, selección del hábitat, y por supuesto el azar. La diversidad de especies a escala espacial más grande depende del tamaño de las especies regionales y la historia evolutiva. Considerando estos aspectos, la medida de la diversidad de especies es siempre instantánea y los resultados pueden variar aún en hábitat similares. Además, la correlación entre la diversidad de especies y la heterogeneidad de hábitat en diferentes localidades está sujeta a la dinámica del equilibrio y el desequilibrio (Wiens, 1994 citado por Tews, *et al*, 2004).

La respuesta de diversidad de especies para hábitats heterogéneos puede variar, dependiendo del grupo de especies que se considere y el tipo de variable estructural que se elija. Lo que es considerado como una variable estructural importante puede variar entre estudios, dependiendo de los requerimientos de hábitat del grupo de especies y la perspectiva científica. Sin embargo, aún en un grupo de especies las variables estructurales pueden variar entre estudios, dependiendo del tipo de hábitat y de la resolución espacial. Se ha encontrado resultados similares para especies de aves que fueron más diversas en comunidades de arbustos más bajos que en bosques estructuralmente diversos (Tews *et al*, 2004).

2.4 COMPONENTES ALFA, BETA Y GAMMA DE LA DIVERSIDAD EN ESPECIES

A escala de paisaje, Whittaker (1972) identificó distintos componentes de la diversidad biológica que corresponden a diferentes niveles de escala espacial y los designó como diversidades alfa, beta y gamma.

- **Diversidad alfa:** La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular considerada como homogénea, que coexiste en un área del paisaje o fragmento de vegetación equivalente a una muestra de dicha comunidad. En el interior de cada fragmento puede existir cierta heterogeneidad relacionada con la pendiente del terreno, el efecto de borde, la distancia a cuerpos de agua, etc. La diversidad alfa de cada fragmento o la información de varios de estos permite obtener la diversidad alfa correspondiente a cada tipo de vegetación y uso de suelo, o a las zonas de conservación, o a una combinación de las mismas.
- **Diversidad beta:** Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un paisaje. Puede calcularse entre pares de fragmentos contiguos de distinto tipo de vegetación, entre fragmentos

distantes del mismo tipo de vegetación, entre cada uno de los tipos de vegetación o uso de suelo que integran el paisaje, o entre distintas áreas de conservación.

- **Diversidad gamma:** Es la riqueza en especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje o región, la cual es resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

A nivel de paisaje los componentes alfa, beta y gamma son especialmente útiles para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas. La modificación parcial o fragmentación de los paisajes puede repercutir en extinción de especies a nivel local (diversidad alfa), pero la aparición de distintas condiciones ambientales (mayor heterogeneidad) puede aumentar el grado de reemplazo (diversidad beta). Si los cambios favorecen la entrada de elementos externos, al integrarse éstos al conjunto regional aumentan la diversidad gamma. Lo que siempre ocurre es un cambio en las frecuencias y en el orden de dominancia de las especies.

Un objetivo obvio de una política de conservación es preservar el mayor número posible de especies nativas en una región. Esto puede alcanzarse manteniendo la diversidad alfa, la diversidad beta, o ambas. Por ejemplo, cuando un mosaico de hábitats se sustituye por un solo tipo de hábitat particular, la mayoría de las especies que quedan son las que ya estaban presentes en los parches originales de ese hábitat. Las especies características de los hábitats reemplazados pueden desaparecer. El resultado final de esta conversión es que el paisaje en su conjunto será menos diverso, es decir la diversidad alfa se incrementará, pero simultáneamente la diversidad beta disminuirá y el resultado será una diversidad gamma menor (Halffter, *et al*, 2001).

La conservación de especies nativas es de principal interés ya que en el hábitat pueden encontrarse diferentes especies invasoras, las cuáles pueden crecer en número de manera descontrolada y competir con las especies nativas del área hasta desplazarlas o extinguirlas localmente (Goulson, 2003). La competencia por recursos, principalmente alimentos para los animales o suelos propicios en el caso de las plantas, puede llegar a amenazar la subsistencia de las especies nativas y llevarlas a la extinción, en general las especies invasoras pueden alterar los procesos ecológicos y la estructura de las comunidades (Kattan & Naranjo, 2008).

Como ya se ha señalado, los valores de alfa para distintos tipos de vegetación, así como los de beta entre tipos de vegetación, pueden variar sin que el número total de especies cambie (Halffter, *et al*, 2001). Determinar cuál es la mayor diversidad gamma de un paisaje no es problema, ya que salvo entrada de elementos extraños, estará representada por el listado de las diversidades alfa de sus diferentes tipos de vegetación, determinar a qué grado de fragmentación (tamaño de fragmento, forma, conectividad, etc.) la pérdida puntual de especies va a verse

reflejada en la riqueza global del paisaje, parece ser el tema científico más importante para una política de conservación. De hecho, se ha encontrado que la disminución de especies en una comunidad fragmentada es grande; a nivel de paisaje, un conjunto de microfragmentos de un tipo de comunidad pueden conservar sólo una porción reducida de la riqueza original, ya que al ser intensa y extensamente modificado casi nunca es heterogéneo. Los agroecosistemas o ensamblajes pobres en especies que siguen al deterioro, dominan todo el paisaje, hasta el punto de que las especies supervivientes de la comunidad original son verdaderos muertos en vida, es decir son individuos sobrevivientes sin posibilidad de continuar sus procesos reproductivos (Halffter, *et al*, 2001).

2.5 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN.

Las diferentes estrategias desarrolladas a nivel nacional buscan la conservación de la naturaleza, especialmente la diversidad biológica, cuyas acciones se consideran una prioridad nacional y una tarea conjunta del Estado y los particulares. Estableciéndose como objetivos generales de conservación en el país los siguientes:

- Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica.
- Garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano.
- Garantizar la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza.

2.5.1 Reservas Naturales de la Sociedad Civil. La legislación ambiental colombiana, a través de la Ley 99 de 1993 promueve los espacios de conservación que además adelanten acciones de producción sostenible bajo la figura de agrosistemas ecológicos, de esta manera en el artículo 109 dice:

Denominase reserva natural de la sociedad civil la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, cuyas actividades y usos se establecerán de acuerdo a reglamentación, con la participación de las organizaciones sin ánimo de lucro de carácter ambiental (SINA, 1993).

Parágrafo. Para efectos de este artículo se excluyen las áreas en que se exploten industrialmente recursos maderables, admitiéndose sólo la explotación maderera de uso doméstico y siempre dentro de parámetros de sustentabilidad.

Por su parte el artículo 110 se relaciona con el Registro de las Reservas Naturales, estipulando que:

Toda persona natural, jurídica o colectiva propietaria de un área denominada reserva natural de La sociedad civil deberá obtener registro o matrícula ante el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con la reglamentación que se expida, la solicitud puede ser elevada directamente o por intermedio de organizaciones sin ánimo de lucro.

Una vez obtenido el registro, además de lo contemplado en el artículo precedente, deberá ser llamada a participar, por sí o por intermedio de una organización sin ánimo de lucro, en los procesos de planeación de programas de desarrollo que se van a ejecutar en el área en donde se encuentre ubicado el bien. El Estado no podrá ejecutar inversiones que afecten una o varias reservas naturales de la sociedad civil, debidamente registradas, sin el previo consentimiento del titular de ella.

El Estado promoverá y facilitará la adquisición, establecimiento y libre desarrollo de áreas de reservas naturales por la sociedad civil en ecosistemas o zonas estratégicas.

El reconocimiento de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil como una de las categorías de las Áreas protegidas del SINAP, establecido y aprobado a partir de la Ley 99 de 1993, se reafirma con el Decreto 2372 de 2010, en el cual se determina en cuanto a las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, lo siguiente:

Reserva natural de la sociedad civil. Parte o todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que por la voluntad de su propietario se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación a largo plazo.

Corresponde a la iniciativa del propietario del predio, de manera libre, voluntaria y autónoma, destinar la totalidad o parte de su inmueble como reserva natural de la sociedad civil.

La regulación de esta categoría de esta categoría corresponde en su integridad a lo dispuesto por el Decreto 1996 DE 1999.

Parágrafo. Podrán coexistir áreas protegidas privadas, superpuestas con áreas públicas, cuando las primeras se sujeten al régimen jurídico aplicable del área protegida pública y sean compatibles con la zonificación de manejo y con los lineamientos de uso de ésta.

Registro de reservas naturales de la sociedad civil. Los propietarios privados que deseen que los predios destinados como reserva natural de la sociedad civil se incluyan como áreas integrantes del SINAP. Deberán registrarlos ante la Unidad administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Así mismo, en ejercicio de la autonomía de la voluntad, podrán solicitar la cancelación del registro para retirar el área del SINAP.

El registro de estas áreas protegidas se adelantará de conformidad con lo previsto en el Decreto 1996 de 1999, o la norma que la modifique, derogue o sustituya.

En el Alto Putumayo las reservas naturales se agrupan en el Nodo Quindicocha, en conjunto con la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), el Nodo constituye una red de tejido ambiental, que cuenta con una cadena de ecosistemas y paisajes con una alta potencialidad para la conservación y la producción sostenible y está conformado por 21 reservas naturales distribuidas en los cuatro municipios que conforman el Valle de Sibundoy (Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco). Estas Reservas buscan en un contexto general contribuir al conocimiento, consolidación y posicionamiento de las iniciativas de conservación de la Sociedad civil, a través de procesos de uso y manejo sostenible de la diversidad biológica. Su trabajo se enfoca en el conocimiento y conservación de los ecosistemas presentes en las Reservas Naturales y su área de influencia, con el objeto de potencializar los hábitat de especies amenazadas y endémicas de flora y fauna, aumentar la representatividad de los ecosistemas amenazados y la diversidad de semillas como aporte a las seguridad alimentaria de las presentes y futuras generaciones.

Cada reserva presenta una zonificación especial al interior del Nodo Quindicocha, establecidas de acuerdo a la ley 99 de 1993, sin embargo es importante tener en cuenta la zonificación propuesta a partir del Decreto 2372 de 2010, como se indica a continuación:

Tabla 1. Zonificación de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nodo Quindicocha de acuerdo a la Ley 99 de 1993 y Zonificación especial determinada por el Decreto 2372 de 2010.

NODO QUINDICOCHA - LEY 99 DE 1993	DECRETO 2372 DE 2010
<p>Zona de Conservación: una o más zonas núcleo que se benefician de protección a largo plazo, cuyo propósito es conservar la biodiversidad, la continuidad de los ecosistemas menos alterados, así como realizar investigación y otras actividades poco perturbadoras.</p>	<p>Zona de preservación: Es un espacio donde el manejo está dirigido ante todo a evitar su alteración, degradación o transformación por la actividad humana. Un área protegida puede contener una o varias zonas de preservación, las cuales se mantienen como intangibles para el logro de los objetivos de conservación. Cuando por cualquier motivo la intangibilidad no sea condición suficiente para el logro de los objetivos de conservación, esta zona debe catalogarse como de restauración.</p>
<p>Zona de amortiguamiento: que generalmente rodea las zonas núcleo, utilizada para actividades compatibles con prácticas ecológicamente amigables como educación ambiental, ecoturismo e investigación aplicada y básica.</p>	<p>Zona de restauración: Es un espacio dirigido al restablecimiento parcial o total a un estado anterior, de la composición, estructura y función de la diversidad biológica. En las zonas de restauración se pueden llevar a cabo procesos inducidos por acciones humanas, encaminadas al cumplimiento de los objetivos de conservación del área protegida. Un área protegida puede tener una o más zonas de restauración, las cuales son transitorias hasta que se alcance el estado de conservación deseado y conforme los objetivos de conservación del área, caso en el cual se denominará de acuerdo con la zona que corresponda a la nueva situación. Será el administrador del área protegida quien definirá y pondrá en marcha las acciones necesarias para el mantenimiento de la zona restaurada.</p>
<p>Zona de transición o influencia: que puede comprender varias actividades agrícolas, de asentamientos humanos y otros usos, donde las comunidades locales, los organismos de manejo, científicos, organismos no gubernamentales, grupos</p>	<p>Zona de uso sostenible: Incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación del área protegida. Contiene las siguientes subzonas:</p>

culturales, el sector económico y otros interesados trabajan conjuntamente en la administración y el desarrollo sostenible de los recursos de la zona.

- a. Subzona para el aprovechamiento sostenible: Son espacios definidos con el fin de aprovechar en forma sostenible la biodiversidad contribuyendo a su preservación o restauración.
- b. Subzona para el desarrollo: Son espacios donde se permiten actividades controladas, agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales, habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación y la construcción y ejecución de proyectos de desarrollo, bajo un esquema compatible con los objetivos de conservación del área protegida.

Zona general de uso público: Son aquellos espacios de uso definidos en el plan de manejo con el fin de alcanzar objetivos particulares de gestión a través de la educación, la recreación, el ecoturismo, y el desarrollo de infraestructura de apoyo a la investigación. Contiene las siguientes subzonas:

- a. Subzona para la recreación: Es aquella porción, en la que se permite el acceso a los visitantes a través del desarrollo de una infraestructura mínima tal como senderos o miradores.
- b. Subzona de alta densidad de uso: Es aquella porción, en la que se permite el desarrollo controlado de infraestructura mínima para el acojo de los visitantes y el desarrollo de facilidades de interpretación.

Fuente: Estrategia de conservación del Nudo Quindicocha, 2008. Decreto 2372 de 2010.

2.5.2 Criterios básicos de conservación. Dentro de los principios básicos de conservación que se pretende evaluar en las Reservas Naturales se tendrá en cuenta los criterios definidos por Groves, *et al* (2003) como se indica a continuación:

- Representatividad: El establecimiento de áreas que contengan especies, ecosistemas y hábitats que no estén incluidos o estén pobremente representados en el sistema de áreas protegidas. Dentro de este contexto, se incorporan áreas a diferentes elevaciones o con diferentes tipos de hábitats que pueden ser importantes dependiendo de la escala espacial a que se maneje, ya que pueden prestar servicios de conectores. Esto se puede definir en términos de redundancia y complementariedad.
- Persistencia: Implica asegurar la presencia del área en el tiempo, de modo que se mantengan todos los procesos que ocurren en ella.
- Presencia de especies de interés. Después de tener las áreas representativas de todos los ecosistemas de una región, es necesario establecer la presencia de especies focales, indicadores, con algún grado de amenaza nacional o internacional, para establecer áreas prioritarias.
- Singularidad. Corresponde a la definición de áreas que bajo criterios biológicos y ecológicos se enmarcan dentro de ecosistemas únicos o escasos, por tanto tienen prioridad para ser protegidos.
- Eficiencia. La protección de un área de gran tamaño en comparación de fragmentos tiene mayores ventajas pues se minimizarían los efectos de fragmentación. La selección y declaración de áreas protegidas requiere de grandes esfuerzos tanto administrativos, técnicos como económicos, de modo que la eficiencia de un sistema de AP estaría basada en alcanzar los objetivos de conservación en el menor número de áreas.
- Flexibilidad. Se refiere a que en una región puede haber más de una combinación de áreas que permita alcanzar las metas de conservación, de manera que se puede escoger la combinación que más se preste desde el punto de vista de otras consideraciones como conflictos de intereses en el uso de la tierra.

2.5.3 Criterios para la designación de áreas protegidas. De igual manera y en relación con los criterios propuestos por Groves, *et al* (2003), es importante tener en cuenta de acuerdo a la legislación nacional vigente (Decreto 2372 de 2010) los criterios básicos para la declaratoria de áreas protegidas, la cual se hará con base en estudios técnicos, sociales y ambientales, en los cuáles se aplicarán como mínimo los siguientes criterios:

Criterios biofísicos:

- Representatividad: Que el área propuesta incluya niveles de biodiversidad no representados o insuficientemente representados en el sistema de áreas protegidas, de acuerdo a las metas de conservación definidas.
- Irremplazabilidad: Que considere muestras únicas o poco comunes y remanentes de tipos de ecosistemas, que por causas debidas a procesos de transformación o por su singularidad, no se repiten dentro de unidades espaciales de análisis de carácter superior como biomas o unidades biogeográficas.
- Integridad ecológica: Que el área propuesta permita mantener la integridad ecológica, garantizando la dinámica natural de cambio de los atributos que caracterizan su biodiversidad.
- Grado de amenaza: Que el área propuesta proteja poblaciones de especies consideradas en alguna categoría global o nacional de amenaza o que estén catalogadas en esta condición a partir de un análisis regional o local.

Criterios socioeconómicos y culturales:

- Que contribuya al mantenimiento de zonas estratégicas de conservación cultural; como un proceso activo para la pervivencia de los grupos étnicos reconocidos como culturales diferenciadas en el país.
- Que incluya zonas históricas y culturales o sitios arqueológicos asociados a objetivos de conservación de biodiversidad, fundamentales para la preservación del patrimonio cultural.
- Que consideren áreas en las cuales sin haber ocupación permanente, se utilicen los diferentes niveles de la biodiversidad de forma responsable, estableciéndose parcial o totalmente sistemas de producción sostenible.
- Que incluya zonas que presten beneficios ambientales fundamentales para el bienestar de las comunidades humanas.
- Que la propiedad y tenencia de la tierra no se considere un elemento negativo frente a la posibilidad de alcanzar los objetivos de conservación del área protegida y exista la posibilidad de generar soluciones efectivas para no comprometer el diseño del área protegida.
- Que logre aglutinar el trabajo y esfuerzo de actores sociales e institucionales, garantizando así la gobernabilidad sobre el área protegida y la financiación de las actividades necesarias para su manejo y administración.

Parágrafo: El análisis de estos criterios no es excluyente y deberá atender a las particularidades que se presentan en la escala nacional o regional correspondiente.

2.5.4 Importancia de la conservación de las aves. De manera general las aves se consideran un componente importante de la diversidad animal en los hábitats tropicales ya que juegan papeles ecológicos importantes en la dinámica de los mismos. Muchas de las especies participan en el fenómeno de polinización y de dispersión de semillas de un amplio espectro de plantas, con un impacto importante sobre el proceso natural de regeneración de los bosques y el mantenimiento de muchos enlaces ecológicos indispensables para el sostén de la vida en este lugar. Las aves regulan de modo importante las poblaciones de insectos y aquellas especies de hábitos carnívoros contribuyen a regular las poblaciones de vertebrados de pequeño y mediano tamaño.

A pesar de su capacidad de vuelo, las aves son sensibles a la destrucción y fragmentación de sus hábitats naturales, hecho que ha resultado en la desaparición local de muchas especies. La reducción en tamaño de los remanentes de bosque así como su aislamiento y eventual desaparición constituye una presión nunca antes ejercida sobre la flexibilidad adaptativa de muchas especies de aves.

Todos estos aspectos sugieren el uso de las aves para el estudio y monitoreo de la biodiversidad en el trópico, de hecho: se trata de comunidades muy diversas, sus poblaciones son relativamente numerosas, ocupan una diversidad alta de nichos ecológicos y presentan un gran diversidad de hábitos, son sensibles a la degradación de sus hábitats naturales por la actividad humana y son relativamente fáciles de observar y estudiar debido a la información que se conoce acerca de su taxa.

En el Valle de Sibundoy y específicamente en las Reservas Naturales los estudios realizados en aves son muy escasos, la mayoría de los registros realizados corresponden a estudios aislados y sin continuidad producto del desarrollo de estudios o inventarios exploratorios requeridos 'para el desarrollo de Planes y Programas territoriales, de los cuales se ha obtenido listados muy generales, se desconocen datos de abundancia o de monitoreo que permitan conocer el estado actual de las especies de aves presentes en esta región.

Dentro de los registros de aves para esta zona se encuentran los realizados por Borrero, J.L, González, G, Bernal, P y Hirschel, O. (Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt) en el año de 1950 quienes reportan la captura de especímenes pertenecientes a 21 especies de aves, registradas y colectadas en los municipios de Sibundoy, San Francisco y Santiago (BIOMAP, 2006).

Otros registros corresponden a los reportados en el Plan de Manejo del Corredor Andino Amazónico Páramo de Bordoncillo – Cerro de Patascoy, La Cocha, como Ecorregión Estratégica para los Departamentos de Nariño y Putumayo, del año 2002, donde se registran especies de sectores aledaños al Valle de Sibundoy, como Santa Isabel, Bordoncillo, El estero, Runduyaco, Fuisanoy, Las Ovejas, Santa Rosa y Guamuéz, pero no se registran especies de aves específicas a los Municipios del Valle de Sibundoy. Sin embargo es importante resaltar la presencia de especies de interés, amenazadas y migratorias, las cuales residen permanente o temporalmente en los humedales, zonas de páramo y de bosque de esta región. Los resultados obtenidos en este estudio son la base principal que sustenta los diagnósticos de la avifauna que se reportan para otros documentos como los Esquemas de ordenamiento territorial, lo cual permite corroborar que no existe un inventario detallado de la avifauna presente en el Valle de Sibundoy (Plan de Manejo Bordoncillo-Patascoy, 2002).

Posteriormente en el año 2007, en el marco del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de la parte plana del Valle de Sibundoy se reporta el registro de 82 especies de aves, de las cuales 20 se encuentran asociadas a los humedales y 7 son migratorias boreales. En el estudio se destaca la presencia de dos especies amenazadas a nivel nacional: el Pato Pico de Oro (*Anas georgica*) en categoría “En Peligro” y el Doradito Lagunero (*Pseudocolopteryx acutipennis*) en categoría “Vulnerable”, este último registrado y colectado por Rosero, Y. y Lombana, M. en Agosto del 2006 (Plan de Manejo Ambiental de los Humedales del Valle de Sibundoy, 2007).

En las Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nudo Quindicocha, no se han adelantado estudios con respecto a la avifauna, de allí la importancia de evaluar la estructura y dinámica de las especies vegetales y faunísticas asociadas a estos ecosistemas.

2.5.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves AICAS. Las Áreas importantes para la conservación de las aves son sitios críticamente importantes a nivel mundial para las aves y la biodiversidad. Estas se identifican en base a una serie de criterios internacionales previamente acordados, aplicados de manera estándar en todo el mundo. Se consideran de importancia para el desarrollo y promoción de la conservación de la biodiversidad a todos los niveles, ya que las AICAS mantienen la diversidad no sólo de aves, sino también de otra fauna y flora, principalmente terrestre (BirdLife International, 2004).

Las AICAS se identifican a través de los siguientes criterios:

- Especies globalmente amenazadas (Criterio A1): Los sitios que mantienen regularmente números significativos de especies amenazadas a nivel mundial (según los parámetros establecidos por BirdLife International y la Unión

Mundial para la Conservación de la Naturaleza, UICN), califican automáticamente como AICAS.

- Especies de distribución restringida (Criterio A2): Los sitios que mantienen un componente significativo de especies de distribución restringida (definidas como aquellas con un rango de distribución menor a 50.000 km²), ya sea a una EBA o un Área Secundaria (SA).
- Conjunto de especies restringidas a biomas (Criterio A3): Los sitios que presentan un componente significativo de especies de aves características de un bioma/región zoogeográfica.
- Congregaciones de especies (Criterio A4): Los sitios que mantienen grandes concentraciones de aves acuáticas, costeras o marinas (como colonias de anidación, lugares de parada o descanso, zonas de invernación), así como otras aves migratorias y/o gregarias (rapaces, loros, guácharos y ciertos passeriformes).

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se desarrolló en cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nudo Quindicocha y su área de influencia, distribuidas en los municipios que conforman el Valle de Sibundoy, R.N La Palmita (Sibundoy); R.N La Porra (Sibundoy); R.N Buenoy (Límite entre Colón y Santiago); R.N La Virginia (San Francisco).

El Valle de Sibundoy hace parte de la Cuenca alta del Río Putumayo, desde su nacimiento en las montañas, hasta su salida en el lugar denominado garganta de Balsayaco formada por el Volcán Patascoy al occidente y la Serranía del Portachuelo al oriente (Figura 1). Se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 16.3 °C, la humedad relativa es del 85%, con una precipitación anual de 1.400 mm aproximadamente, el brillo solar varía entre 500 y 700 h/año, con un valor anual de 669.9 h/año, con promedio mensual de 55.83 h/mes. La altitud varía entre los 2.000 y 3.700 msnm. (EOT Sibundoy, 2007).

Tiene forma de una gran elipse de aproximadamente 158.184,6 ha, de las cuales 8.500 has están en la parte plana rodeadas por cerros y mesetas semi-montañas. La principal red hidrográfica la componen los ríos Tamauca, Quinchoa, San Pedro, San Francisco y Putumayo y diferentes microcuencas. La vegetación de la zona corresponde en su mayoría a la zona de vida de Bosque húmedo montano bajo (bh-MB), se encuentran zonas de páramo, páramo azonal y humedales (POMCA Cuenca alta del Río Putumayo, 2008).

Figura 1. Cuenca alta del río Putumayo - Valle de Sibundoy.

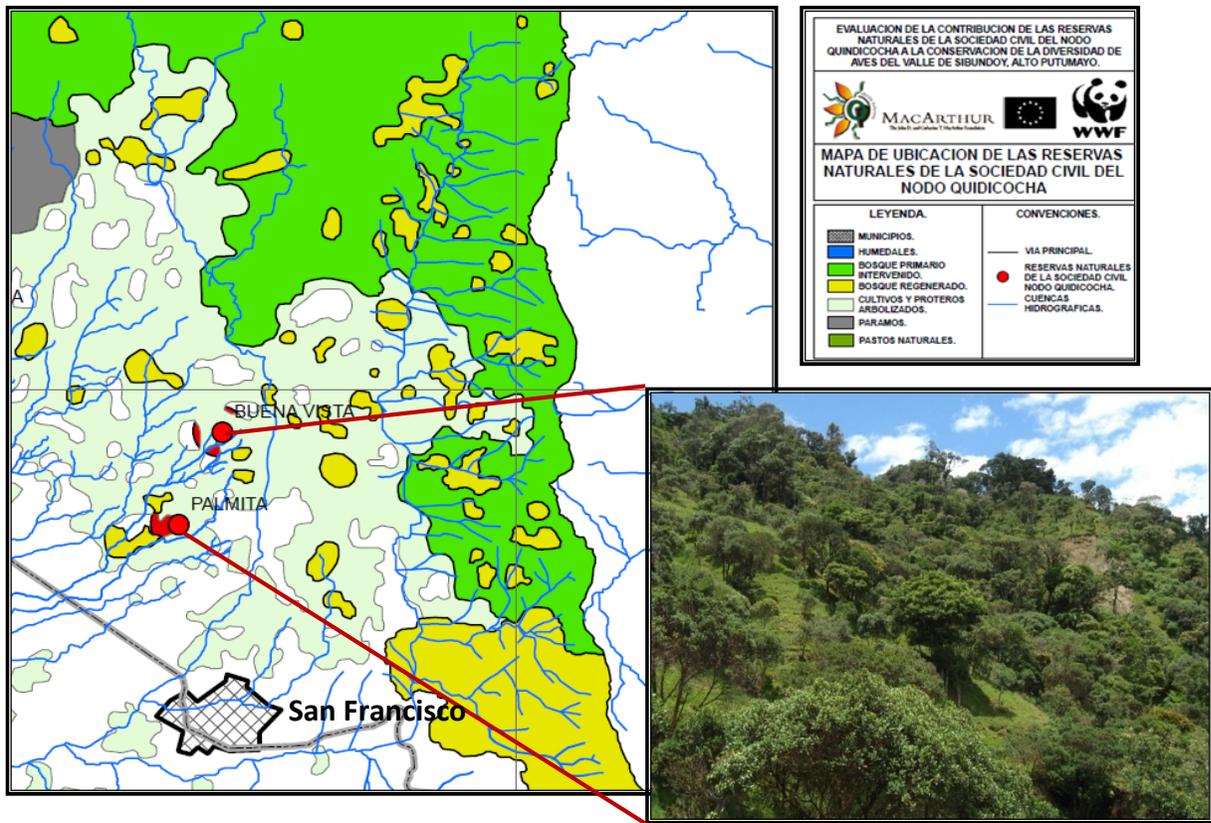


Fuente: Fundación Opción Putumayo, 2008.

Algunas de las características de las Reservas Naturales en las cuales se llevó a cabo esta investigación, se describen a continuación:

- Zona 1: Reserva Natural La Palmita - Buenavista. Se ubica en la Vereda la Cumbre del Municipio de Sibundoy, en zona de ladera, abarcando una extensión de ocho hectáreas, que corresponden a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), a una altura entre los 2200 a 2600 msnm; es un predio dedicado en su mayoría a la conservación (5 ha), encontrándose tres hectáreas dedicadas a la producción sostenible principalmente sistemas silvopastoriles y bancos de forraje para la ganadería, así como cultivos de frutales (manzana, tomate de árbol, granadilla, etc), hortalizas, maíz, papa y aromáticas; productos que son destinados al consumo de la familia y en un menor porcentaje para la comercialización. Se encuentran zonas de potreros, en los cuáles se han establecido sistemas agroforestales en árboles dispersos y barreras vivas, enriquecidas con especies como Aliso, Acacia Negra y Motilón, se encuentran además áreas de matorral y rastrojo (Figura 2).

Figura 2. Ubicación y Panorámica zona de Bosque “Buena Vista” R.N La Palmita.



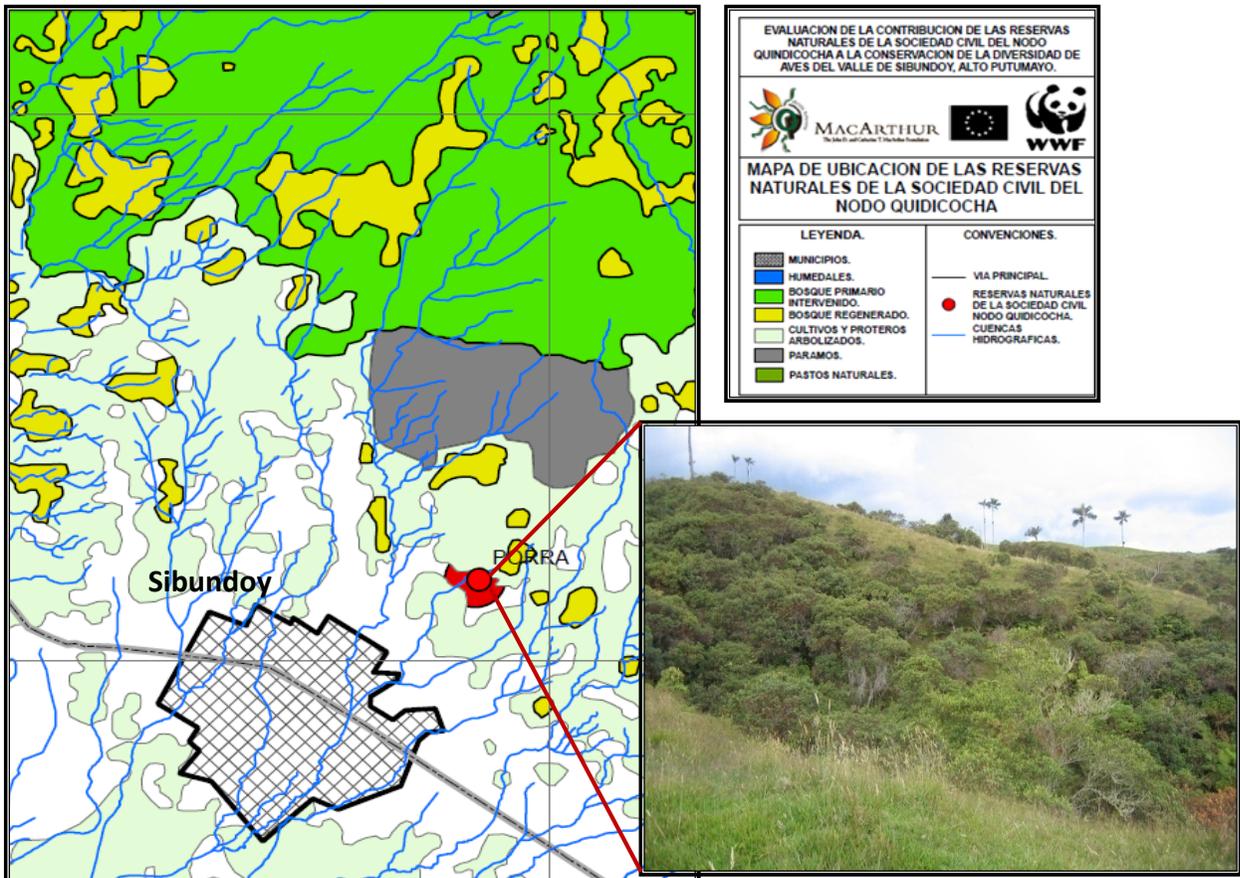
Fuente: Esta investigación, 2008.

Los muestreos para esta zona se efectuaron para todos los tipos de ecosistemas naturales y sistemas productivos presentes en el área de reserva y su área de influencia, entre las coordenadas 01°12'16.5"N - 076°55'12.7"W y 01°11'54.9"N - 076°52'37.1"W, a una altura entre los 2077 y 2546 msnm.

- Zona 2: Reserva Natural La Porra. Se ubica en la vereda San José de la Hidráulica del Municipio de Sibundoy, abarcando una extensión de 3.5 ha. Es un predio de forma poligonal, de relieve pendiente con geografía encañonada con laderas y filos de montaña. El bosque que corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), se encuentra en proceso de regeneración natural, se ha establecido sistemas agroforestales principalmente barreras vivas, árboles dispersos con especies como Aliso, Acacia, Eucalipto, Motilón y bancos de forraje. Las áreas vecinas presentan altos impactos principalmente por actividades de ganadería extensiva y de ampliación de la frontera agrícola. Es una zona aledaña al resguardo indígena Camëntsá y al páramo azonal, el Paramillo, por lo cual se ha convertido en un lugar de

tránsito de algunos pobladores de montaña, leñadores y carboneros; cercanas a este predio se encuentran otras Reservas como La lomita, La Hidráulica y Santa Lucía, consolidándose como un área importante para la conectividad y la conservación de la avifauna (Figura 3).

Figura 3. Ubicación y Panorámica zona de bosque R.N La Porra.



Fuente: Esta investigación, 2008.

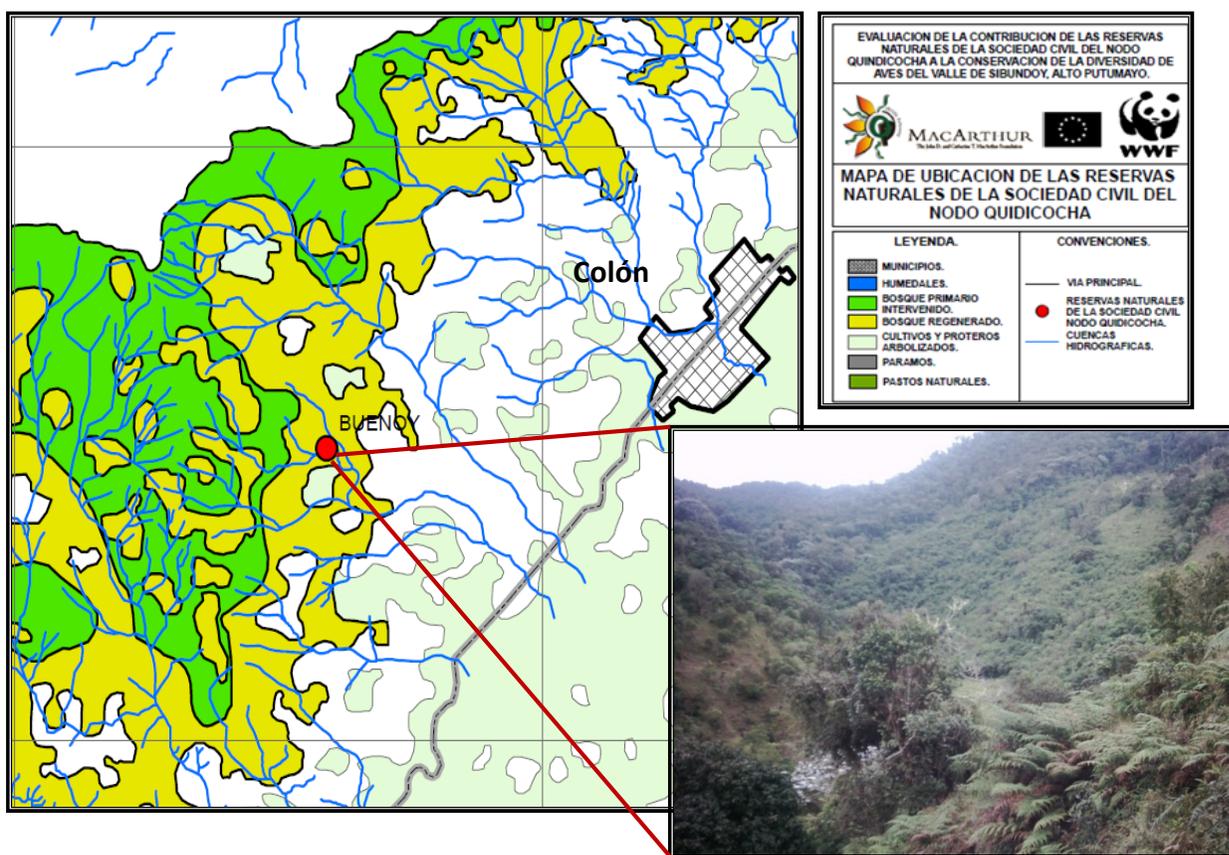
Los recorridos en campo se efectuaron abarcando el área de bosque en regeneración de la reserva y su área de influencia a través de senderos de acceso a la zona de bosque, entre las coordenadas 01°12'43.8"N - 076°54'59.4"W y 01°12'58.0"N - 076°54'22.6"W, a una altura entre los 2257 y 2426 msnm.

- Reserva Natural Buenoy. Esta reserva se ubica en la vereda Vichoy del municipio de Santiago, a 20 minutos de camino desde la carretera nacional que comunica a los cuatro municipios del Valle de Sibundoy. Es un predio de ocho hectáreas dedicadas en un 60% a la conservación de vegetación boscosa, principalmente Bosque secundario y un 40% al establecimiento de potreros para la ganadería. Se encuentra próxima a la Reserva Natural Santa Lucía,

caracterizada por presentar Bosque secundario intervenido, dedicado a la conservación de especies vegetales nativas y hábitat seguro de especies animales de la zona, abarcando un área de 60 ha, también comparte linderos con el resguardo indígena Inga, un área de importancia ecológica y cultural (Figura 4).

Los recorridos se efectuaron abarcando los diferentes ecosistemas presentes en el área de reserva y su área de influencia, entre las coordenadas 01°10'22.4"N - 076°59.4'41.2"W y 01°10'58.6"N - 077°00'20.1"W, a una altura entre los 2122 y 2357 msnm.

Figura 4. Ubicación y Panorámica zona de Bosque R.N Buenoy.

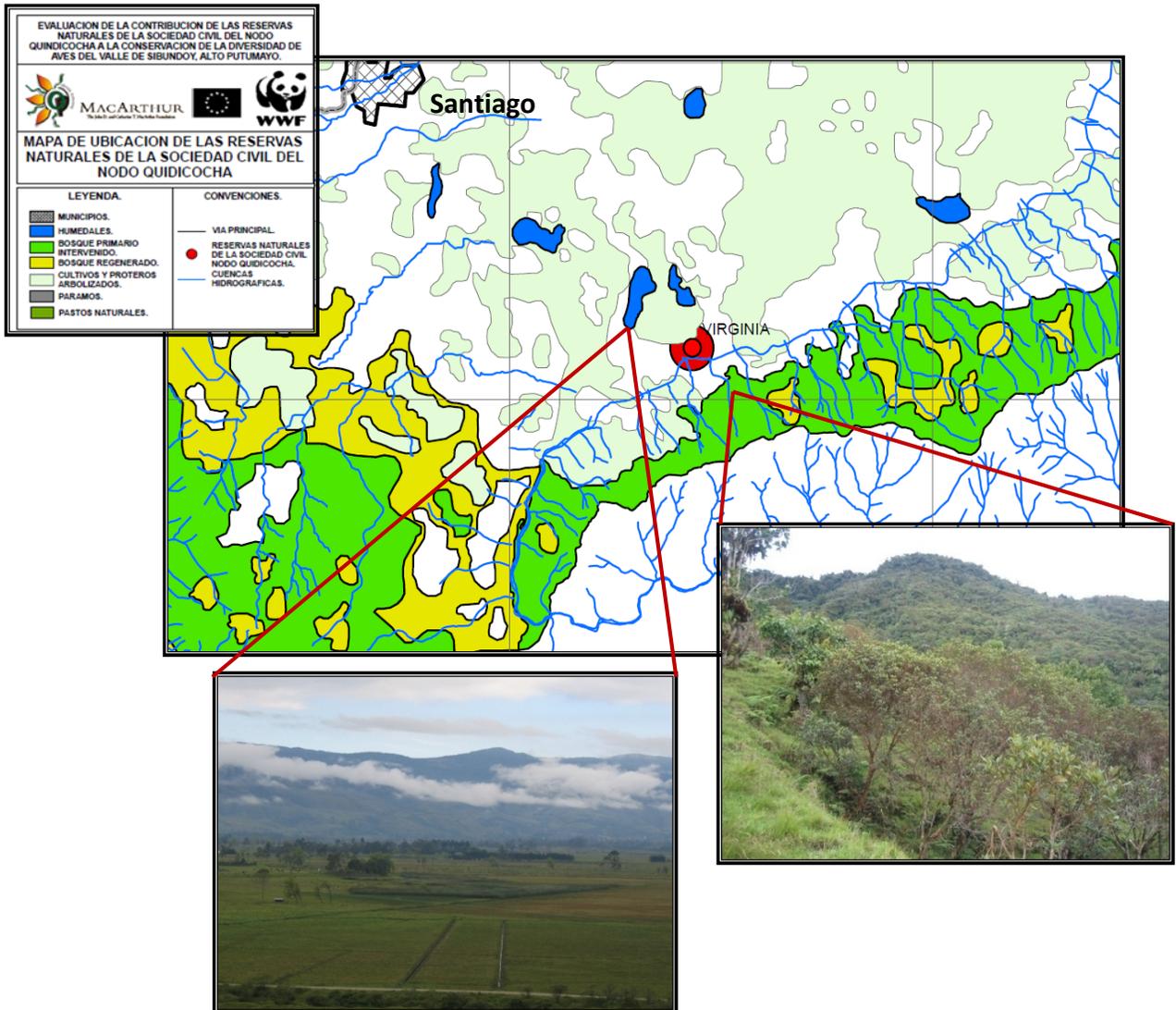


Fuente: Esta investigación, 2008.

- Reserva Natural La Virginia. Se ubica en la vereda Balsayaco del municipio de San Francisco al pie de la montaña y cerca de la vía que circunda al Valle de Sibundoy y al Distrito de drenaje, sobre el canal A. Cuenta con 60 hectáreas entre zonas boscosas (Bosque primario intervenido - Bosque secundario) que albergan diversidad de especies animales y vegetales, siendo de particular interés las Orquídeas, zonas de rastrojo, y potreros. En el bosque se realizan

enriquecimientos con especies forestales como los cedros, existen zonas en repoblamiento y regeneración natural. En las zonas aledañas se presenta otro tipo de ecosistema de importancia, correspondiente a diferentes relictos de humedal, en los cuales se han establecido un número representativo de especies de aves acuáticas, residentes y migratorias (Figuras 5 y 6).

Figura 5-6. Ubicación y Panorámica zona de Rastrojo, Bosque y Humedal R.N La Virginia.



Fuente: Esta investigación, 2008.

Se efectuaron recorridos abarcando los diferentes las zonas de bosque secundario y las zonas de humedal ubicados en el área de influencia, entre las coordenadas

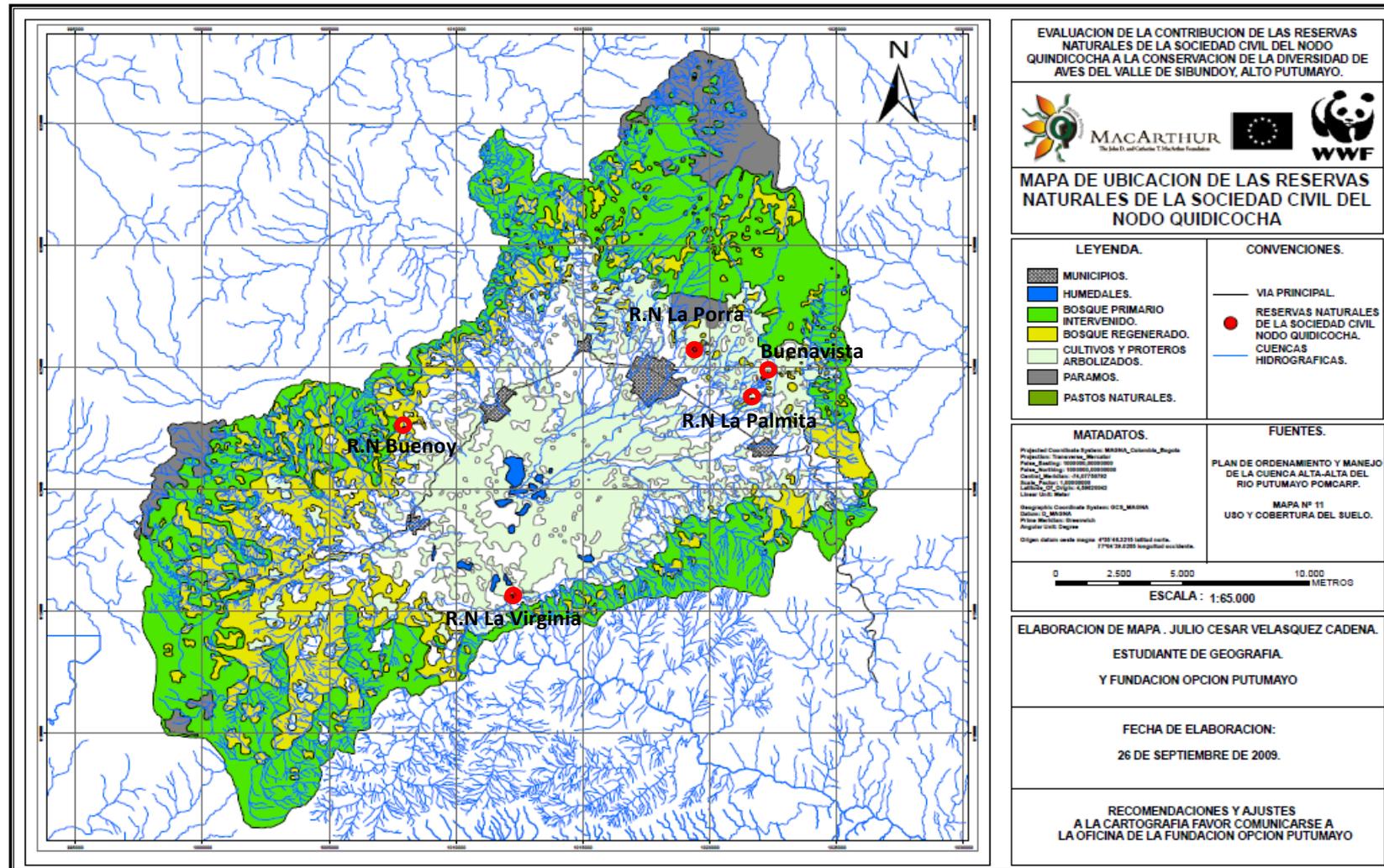
01°07'00.2"N - 076°57'54.2"W y 01°06'46.2"N - 076°58'00.1"W, a una altura entre los 2056 y 2245 msnm.

Tabla 2. Características generales de cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Nodo Quindicocha.

Zona	Reserva	Altura	ha	Ecosistema	Estado actual
1	La palmita	2200-2600	8	Rastrojos Cultivos Potreros Bosque secundario	Agricultura y Ganadería Bosque secundario intervenido
2	La Porra	2300	3	Bosque secundario intervenido Potreros	Regeneración natural Camino de tránsito
3	Buenoy	2400	8	Bosque secundario intervenido Cultivos Pastos Naturales	Bosque en Regeneración Agricultura
4	La Virginia	2056	60	Bosque secundario Intervenido Rastrojos Pastos naturales Humedal	Bosque en regeneración

Fuente: Fundación Opción Putumayo, 2007.

Figura 7. Ubicación de las zonas de estudio en la Cuenca alta del Río Putumayo - Valle de Sibundoy.



Fuente: Esta investigación, 2009.

3.2 TRABAJO DE CAMPO

AVIFAUNA

Para obtener registros de la avifauna presente en las Reservas Naturales objeto de muestreo, se aplicaron dos métodos de muestreo: Avistamiento y Detección auditiva. La actividad de campo realizada durante cinco meses, entre marzo y julio de 2008, se ve representada en 48 días de muestreo, para un total de 432 horas/hombre. Este esfuerzo de muestreo representa la aplicación y distribución de los métodos a lo largo de cuatro días consecutivos de campo por mes, llevando a cabo tres muestreos totales por localidad.

- a. Avistamientos:** Para los avistamientos se realizaron recorridos extensivos durante las mañanas generalmente entre las 5:30 – 11:30a.m y durante las tardes, entre las 15:00 – 18:00p.m; horarios que variaron en algunas ocasiones de acuerdo a las condiciones climáticas. Se buscó abarcar la totalidad de los hábitats en cada una de las reservas, recorriendo senderos y caminos, quebradas, potreros, y otros sistemas implementados en las áreas de Reserva. Para todos los registros obtenidos se determinó el tipo de hábitat, el estrato, la estructura social, la actividad y la abundancia.
- b. Detección auditiva:** Las grabaciones se consideran en este estudio complementarias para la diversidad alfa y gamma; y se efectuaron simultáneamente a los avistamientos, durante todos los recorridos, abarcando los diferentes hábitats presentes en cada una de las zonas de estudio y teniendo en cuenta los ítems registrados en la anterior técnica de muestreo.

VEGETACIÓN

Durante los meses de agosto a noviembre de 2008, se analizó la heterogeneidad y complejidad de cada una de las zonas de estudio, de acuerdo a la metodología propuesta por August (1983), llevando a cabo la cuantificación de 21 variables (Tabla 3), que permitieron evaluar tanto la estratificación como la distribución horizontal de la vegetación.

Para ello se ubicaron, distribuyeron y georeferenciaron de manera aleatoria en la totalidad de extensión de cada una de las zonas, siete unidades de muestreo circulares o plots, delimitadas por un círculo de radio de cuatro metros (4m), en los cuales se realizó el conteo de las 21 variables y la estimación de coberturas (Tabla 3 – Anexo A).

Tabla 3. Variables cuantificadas en cuatro Reservas Naturales de la sociedad civil, Nodo Quindicocha, Valle de Sibundoy, Putumayo.

Variable	Descripción
ATD	Altura aproximada del dosel (m)
ARH	Altura dominante de la vegetación herbácea (cm)
XALA	Altura media de los árboles (m)
XALAR	Altura media de arbustos (m)
DA	Densidad de árboles
DHR	Densidad de hierbas
DAR	Densidad de arbustos
XDAP	Diámetro promedio a la altura del pecho de árboles (cm)
XDAPa	Diámetro promedio a la altura del pecho de arbustos (cm)
NIA	Número de individuos de árboles
NIAR	Número de individuos de arbustos
NSPA	Número de especies de árboles
NSPAR	Número de especies de arbustos
CAD	Cobertura del estrato arbóreo (%)
CAR	Cobertura del estrato arbustivo (%)
CHR	Cobertura del estrato herbáceo (%)
CHO	Cobertura de hojarasca (%)
CSD	Cobertura de suelo desnudo (%)
VDCA	Varianza de las distancias de los árboles al centro del plot
VDCAR	Varianza de las distancias de los arbustos al centro del plot
CVA	Continuidad de la vegetación arborescente de 0-discontinua a 4-continua

Fuente: August, 1983.

3.3 ANÁLISIS ECOLÓGICO

Los datos obtenidos mediante la aplicación de las dos técnicas de muestreo fueron utilizados para calcular los índices de Diversidad y Riqueza para cada uno de los fragmentos estudiados, y de similitud entre los mismos, determinando los siguientes índices ecológicos:

- Riqueza (s'): Medida como el número de especies presentes en cada fragmento.

S' = número de especies

- Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H'): A partir del cual se midió la impredecibilidad en la composición específica de la Comunidad (Baey & Peney, 1995).

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

Donde:

$$p_i = n_i/N$$

N=número de registros totales

n_i = número de registros de la especie i.

- Abundancia: Se tuvo en cuenta el número de individuos por especie registrados durante cada uno de los días de muestreo (4 días totales).
- Índice de Jaccard: Para comparar la similitud de las especies de aves entre los fragmentos se utilizó el índice de Jaccard; teniendo en cuenta que éste es un índice para datos cualitativos de presencia/ausencia, y por lo tanto no considera abundancias de especies de forma que todas las especies tienen igual peso en la ecuación con independencia de su mayor o menor abundancia. Este índice está diseñado para ser igual a 1 en caso de similitud completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común.

$$I_j = c / a + b - c$$

Donde:

a = Número de especies presentes en el sitio A

b = Número de especies presentes en el sitio B

c = Número de especies presentes en el sitio C

- Diversidad alfa: La diversidad Alfa correspondiente al conjunto de especies de aves que coexisten en un área homogénea del paisaje se determinó teniendo en cuenta la riqueza de especies para cada una de las zonas.
- Diversidad beta: La Diversidad Beta que corresponde al grado de cambio o reemplazo de la composición de especies entre diferentes comunidades del paisaje se determinó a partir del índice de complementariedad propuesto por Colwell & Coddington (1994) calculando el porcentaje de especies exclusivas para cada una de las zonas.

$$C = \frac{S_A + S_B - 2V_{AB}}{S_A + S_B - V_{AB}} \times 100$$

Donde:

S_A y S_B = riqueza de especies de las comunidades A y B, respectivamente.

V_{AB} = número de especies en común entre las dos comunidades.

C = ssp. exclusivas de un sitio / riqueza total para ambos sitios combinados x 100

- Diversidad gamma: Con las Diversidades Alfa y Beta calculadas se determinó a partir del Índice de Schluter y Ricklefs (1993) la Diversidad Gamma representando la riqueza de especies del conjunto de Comunidades analizadas.

Gamma = diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra

Donde:

Diversidad alfa promedio = N. promedio de ssp en las comunidades del paisaje.

Diversidad beta = 1/número promedio de comunidades ocupadas por una ssp.

Dimensión de la muestra = N. total de comunidades.

- Determinación de parámetros estructurales. Con los datos obtenidos en campo se analizó para cada una de las zonas los parámetros estructurales de la vegetación con el fin de estimar al igual que con la metodología propuesta por August (1983) la complejidad y heterogeneidad del hábitat.
- ✓ Frecuencia: es la probabilidad de encontrar uno o más individuos o especies en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de transectos donde se registra una especie (m_i) dividido entre el número total de transectos (M) (Matteuci & Colma, 1982).

$$F_i = \frac{m_i}{M} \times 100$$

- ✓ Frecuencia Relativa (%): hace referencia a la frecuencia de una especie (F_i) con relación a la frecuencia total de todas las especies (F_i) (Ramírez, 1995).

$$Fr = \frac{F_i}{F_i} \times 100$$

- ✓ Densidad: número de individuos (N) en un área (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada (Matteuci & Colma, 1982).

$$D= N/A$$

- ✓ Densidad Relativa (%): hace referencia a la comparación de individuos de una especie determinada en relación con el total de individuos del lugar muestreado (Matteuci & Colma, 1982). Se expresa:

$$Dr= \frac{\text{Número de individuos de una especie} \times 100}{\text{Total de individuos}}$$

- ✓ Área basal: Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm o m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno (Rangel y Velázquez, 1997).

$$\text{Área Basal} = 0.785 \times \text{DAP}^2 \qquad \text{Área Basal} = 0.079 \times \text{CAP}^2$$

- ✓
$$\text{Área basal Relativa (\%)} = \frac{\text{Área basal de la especie} \times 100}{\text{Área basal total}}$$

- ✓ Índice de valor de Importancia (IVI): Es un estimativo de cuán dominante es cada especie con respecto a la totalidad de las especies registradas en el muestreo (Álvarez *et al*, 2002).

$$\text{IVI} = \text{Densidad Relativa (\%)} + \text{Frecuencia Relativa (\%)} + \text{Área basal Relativa (\%)}$$

- Histogramas de Frecuencia. A partir de los cuales se buscó evaluar la estructura horizontal en los ecosistemas analizados, los cuales se generan a partir de la agrupación de las especies en cinco (5) categorías o clases de frecuencia absoluta (Tabla 4). De esta manera los histogramas de frecuencia con valores altos en las clases IV - V y valores bajos en I - II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida, mientras que altos valores en las clases I - II, indican una heterogeneidad florística acentuada.

Tabla 4. Clases de agrupación de frecuencia absoluta.

CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA
I	1 – 20 %
II	21 – 40 %
III	41 – 60 %
IV	61 – 80 %
V	81 – 100 %

Fuente: Lamprecht, 1990.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Avifauna: Para el análisis de los datos obtenidos con respecto a la avifauna, se utilizó el programa estadístico PAST 3, a partir del cual y en primera instancia se determinó la Normalidad de los datos para cada una de las zonas muestreadas, mediante la aplicación del coeficiente de Shapiro-Wilk.

De esta manera y calculados los índices de Diversidad (Shannon y Simpson), Dominancia, Equitabilidad y obtenidos los valores de riqueza y abundancia para cada una de las zonas se procedió a determinar la existencia de diferencias significativas en cuanto a la Riqueza de la avifauna entre los fragmentos por día de muestreo, para lo cual se utilizó la Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Para comparar la Riqueza de la avifauna con respecto al tamaño de los fragmentos se realizó un análisis de Correlación de Pearson y la preferencia de las especies con respecto a los fragmentos, se analizó con base en la prueba Q-Cochran (Stilles, 1998).

Vegetación: Para el desarrollo del análisis estadístico en cuanto a la vegetación se realizó un análisis de componentes principales (PCA), el cual permitió interpretar cualitativamente las relaciones entre las variables del hábitat y derivar los índices de complejidad y heterogeneidad. El análisis de PCA permitió interpretar de manera cuantitativa las variables medidas, ya que condensa la información contenida en un gran número de variables originales en una pequeña serie de nuevas dimensiones compuestas, con un mínimo de información perdida.

A partir de éstos resultados se calculó el índice de complejidad utilizando la técnica R, la cual permite asociar variables a través de una matriz de correlación. El índice de complejidad espacial se tomó como el valor promedio de los factores de carga ponderados registrado con base en el PCI. Para el índice de heterogeneidad se realizó el análisis de los componentes principales a través de la técnica Q, la cual permite asociar unidades muestrales a través de una matriz varianza-covarianza. El índice de heterogeneidad espacial se tomó como la

desviación estándar de los factores de carga ponderados con su correspondiente porcentaje de varianza registrados con base en el PCI.

Para determinar si existen relación entre la heterogeneidad y complejidad y la diversidad y riqueza aviar se realizó un análisis de correlación de Pearson.

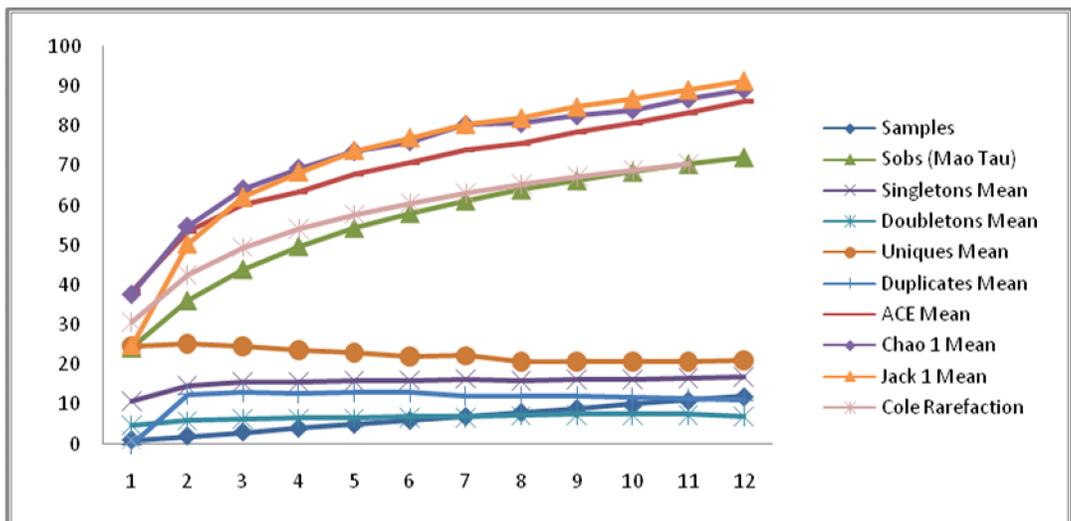
4. RESULTADOS

4.1 AVIFAUNA PRESENTE EN CUATRO RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL DEL NODO QUINDICOCHA.

4.1.1 Composición y Estructura: Se registraron un total de 111 especies de aves, que representan el 63.8% del total de especies registradas para el Valle de Sibundoy (174 ssp.), de acuerdo a los registros reportados en estudios recientes como: Plan de manejo de los humedales de la parte plana del Valle de Sibundoy, 2006; Plan Básico de Manejo Ambiental y Social de la reserva forestal protectora de la cuenca alta del río Mocoa, 2007; Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca alta del Río Putumayo, 2008 y otros estudios realizados para la región simultáneamente al desarrollo de esta investigación.

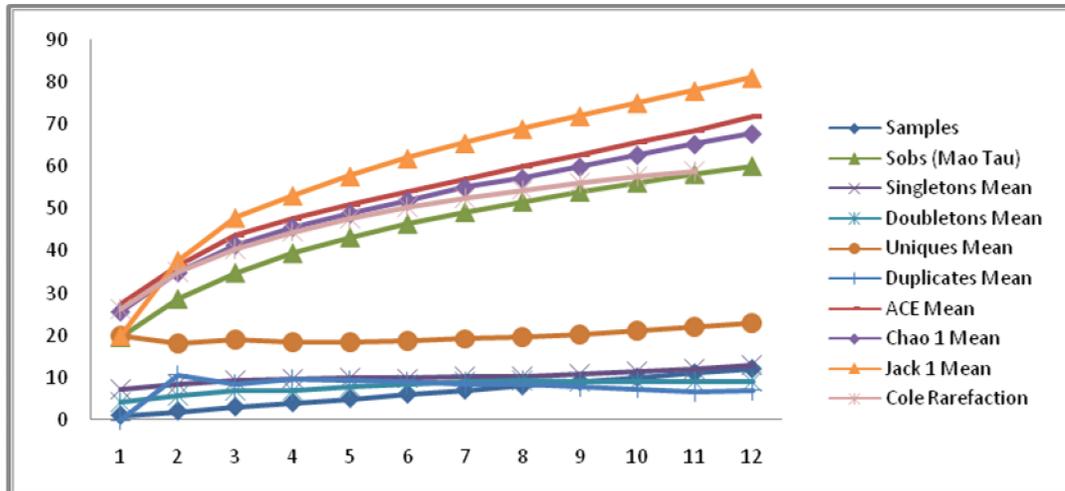
De acuerdo a los resultados obtenidos y a la cantidad de muestreos realizados, para ninguna de las zonas de estudio se alcanzó una asíntota en la acumulación de especies, de esta manera se podría esperar que la riqueza de especies incremente dependiendo de factores como: aumento del esfuerzo de muestreo; la complementación de las técnicas de muestreo aplicadas con la utilización de redes de niebla, favoreciendo el reconocimiento de ciertas especies difíciles de visualizar; y la época de muestreo, ya que los días en los cuales se realizó esta investigación, abarcaron la época de invierno. (Figuras 8, 9, 10 y 11).

Figura 8. Curva de acumulación de especies para la R.N La Palmita-Buenavista.



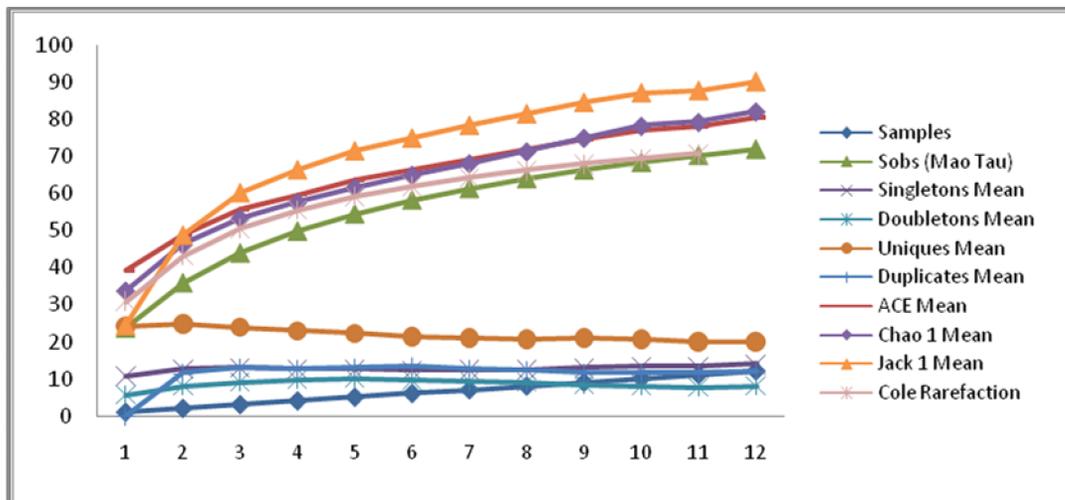
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 9. Curva de acumulación de especies para la R.N La Porra.



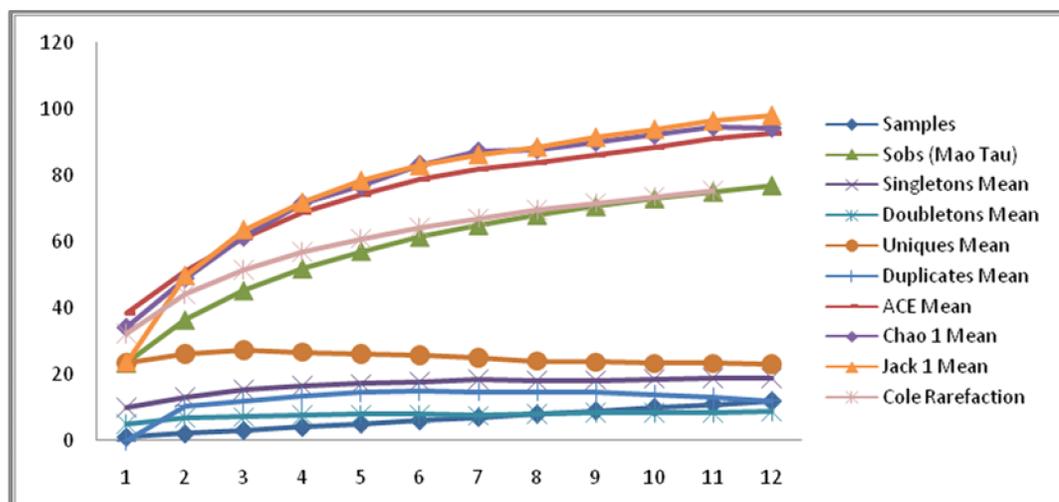
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 10. Curva de acumulación de especies para la R.N Buenoy.



Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 11. Curva de acumulación de especies para la R.N La Virginia.



Fuente: Esta investigación, 2010.

Sin embargo y como se observa en las curvas de acumulación de especies determinadas para cada una de las zonas de estudio; la curva de las especies observadas asciende lentamente tendiendo a volverse asintótica evidenciando el desarrollo de un buen muestreo en un área suficiente. Esto también se evidencia en las curvas de los únicos y duplicados, cuando ascienden al inicio y luego tienden a cero.

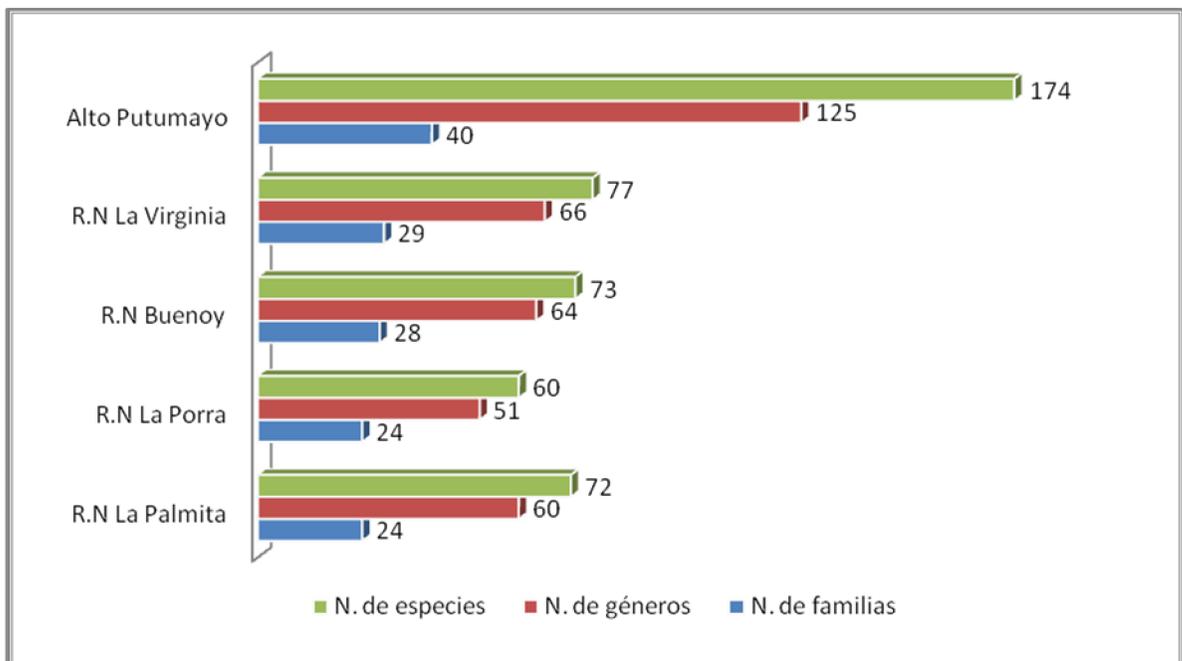
En el caso de la curva de Coleman, para las cuatro zonas ésta se muestra tan asintótica como las especies observadas y ubicada por encima de la misma asumiendo que la agregación espacial tiene poca influencia sobre el muestreo y el grupo en estudio está bien muestreado. Teniendo en cuenta la distancia entre las curvas de los estimadores ACE y Chao 1 y la curva de las especies observadas, es posible considerar que las áreas se encuentran bien muestreadas, encontrando para las cuatro zonas cercanía de los dos estimadores, evidenciando que no existe sesgo (Rojas *et al.* 2003).

En cuanto a las especies registradas, éstas se encuentran distribuidas en 14 órdenes, siendo el orden de los Passeriformes el más representativo con 16 familias. Del total de familias registradas (35) las más representativas de acuerdo al número de especies son: THRAUPIDAE con 17 especies (15,3%); TYRANNIDAE con 15 especies (13,5%); TROCHILLIDAE con 14 especies (12,6%); EMBERIZIDAE con 6 especies (5,4%) y COLUMBIDAE Y PARULIDAE con 5 especies cada una (4,5%) (Anexo B).

En la figura 12 se observa la composición avifaunística para cada una de las Reservas evaluadas, así como para la región del Alto Putumayo, encontrando un

mayor registro de especies, géneros y familias para la R.N La Virginia, seguida de las Reservas Buenoy y Palmita-Buenavista, encontrando por último con un menor número de especies registradas a la R.N La Porra.

Figura 12. Distribución de familias, géneros y especies de aves registradas para cada una de las zonas de estudio.



Fuente: Esta investigación, 2010.

4.1.2 Riqueza, Diversidad, Equitabilidad y Dominancia: Para determinar la Diversidad (H') ($1-D$), Equitabilidad (J) y Dominancia (D) se utilizó el programa estadístico PAST 3, encontrando que la Diversidad, determinada a partir del Índice de Shannon (H') y Simpson ($1-D$) es Alta, de acuerdo a la estandarización propuesta por Roldán, 1989 para bosques tropicales; ya que se registran valores entre 3.0 y 3.69 para todas las zonas de estudio; obteniendo un valor mayor de diversidad para la R.N Buenoy (Zona 3). En cuanto a la Equitabilidad ésta es mayor para el mismo fragmento, entre tanto la Zona 4 correspondiente a la R.N La Virginia presenta la mayor riqueza y abundancia, la zona con mayor dominancia corresponde a la R.N La Palmita-Buenavista (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis Ecológico para las zonas de muestreo.

Índices	La Palmita	La Porra	Buenoy	La Virginia
Riqueza (S')	72	60	74	77
Abundancia	881	891	733	991
Diversidad Shannon (H')	3.459	3.268	3.694	3.49
Diversidad Simpson (1-D)	0.9444	0.9447	0.9618	0.9496
Equitabilidad (J)	0.8088	0.7983	0.8583	0.8034
Dominancia (D)	0.05557	0.05528	0.03816	0.05041
N. Especies únicas	12	8	5	9
N. Especies compartidas	75			

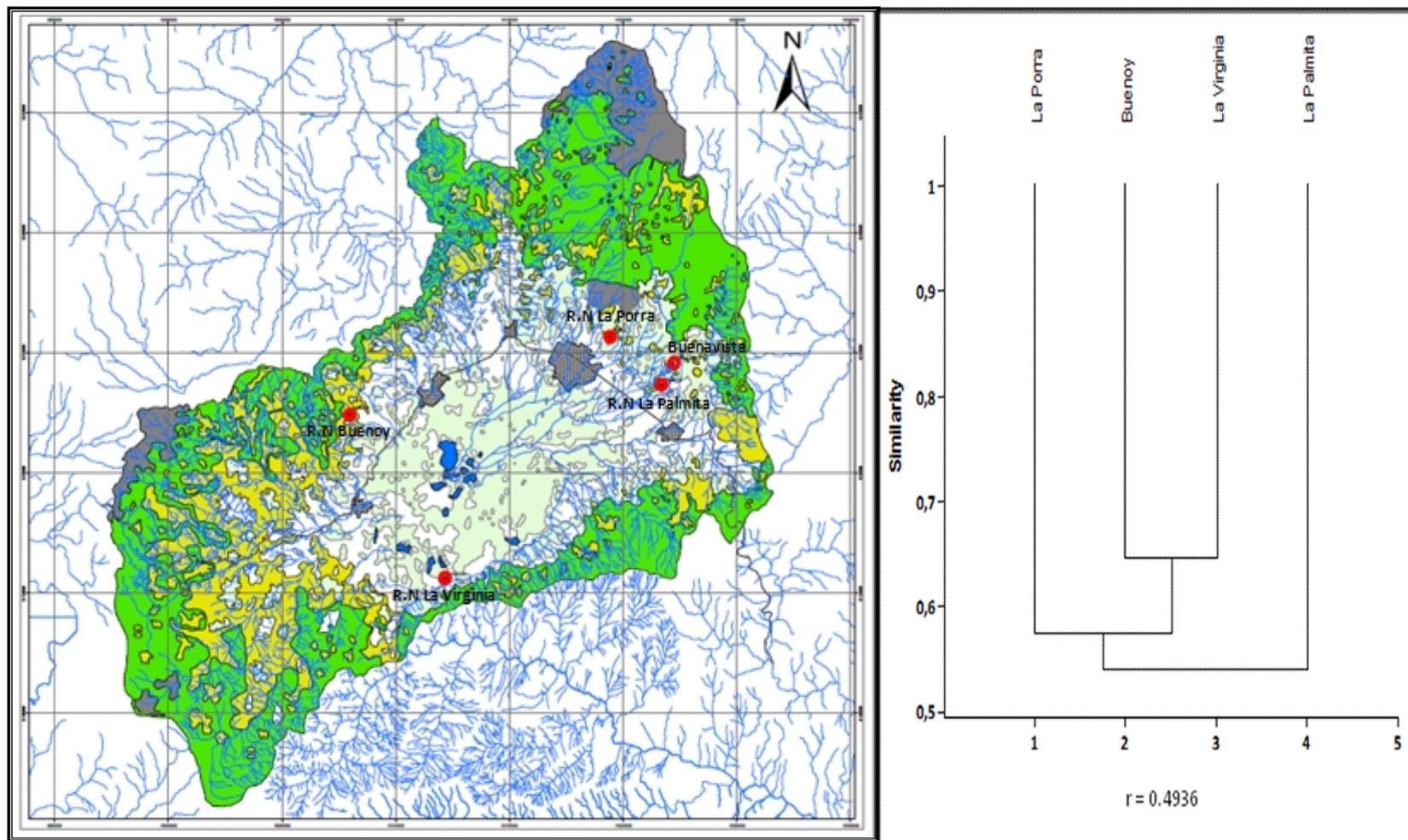
Fuente: Esta investigación, 2010.

Al aplicar el coeficiente de Shapiro-Wilk mediante el programa estadístico PAST 3, se logró determinar que los datos de riqueza por día, obtenidos para tres de las zonas se ajustan a una Distribución normal obteniendo valores de p-value mayores a 0.05 (R.N La Palmita-Buenavista =0.9929; R.N La Porra=0.5674 y R.N La Virginia=0.192) y sólo una zona no presenta distribución normal (R.N Buenoy=0.01559).

De esta manera y con el fin de determinar si existen diferencias significativas en la Riqueza de la avifauna presente en cada una de las zonas de estudio durante la totalidad del muestreo, se aplicó la Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, determinando un p-value de $0.1607 > 0.05$, indicando que no existen diferencias significativas entre las muestras en cuanto a la riqueza, pero sí en cuanto a la composición de especies.

4.1.3 Similaridad. Para determinar la similitud en la composición aviar entre las Reservas Naturales estudiadas, se aplicó el Índice de Similitud de Jaccard, a partir del cual se logró identificar dos grupos principales, el de los más similares formado por las Reservas Buenoy y La Virginia, seguido de la Reserva La Porra; y por último la zona que presenta el menor grado de similaridad, que corresponde a la Reserva Natural La Palmita-Buenavista (Figura 13).

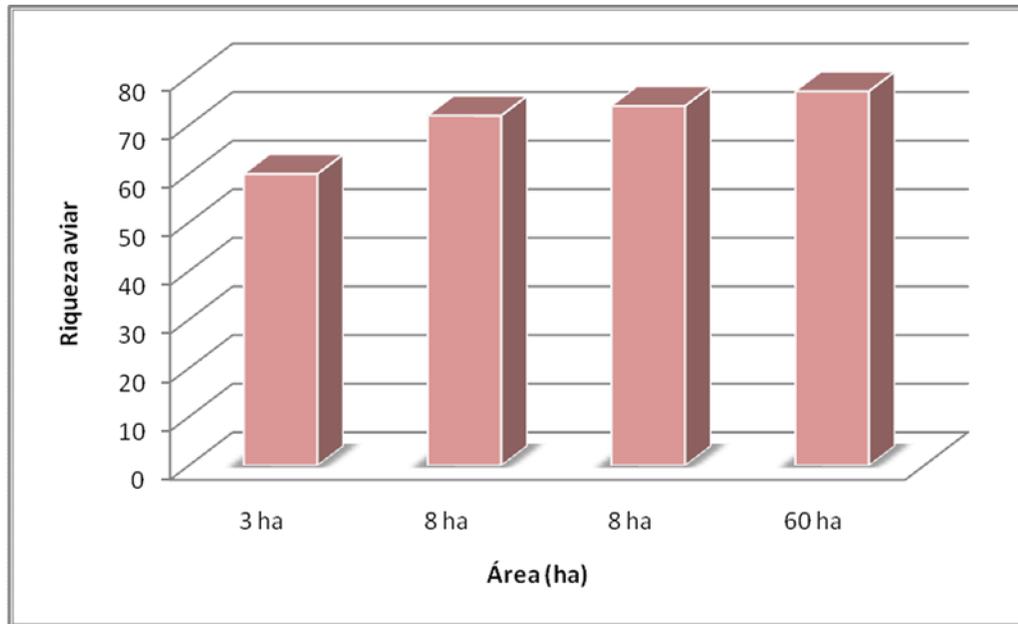
Figura 13. Dendrograma de Similitud de las zonas de estudio, estimado a partir del Índice de Jaccard.



Fuente: Esta investigación, 2010.

4.1.4 Análisis de correlación. En la figura 14 se observa la tendencia de la relación existente entre la Riqueza de la avifauna y el tamaño de los fragmentos estudiados; determinando que a medida que aumenta el tamaño de los fragmentos, incrementa la riqueza aviar.

Figura 14. Relación entre la riqueza aviar y el tamaño de los fragmentos evaluados.



Fuente: Esta investigación, 2010.

4.1.5 Preferencia de las especies por los fragmentos analizados. Mediante la prueba Q-Cochran se determinó que no existen preferencias por parte de las especies de aves con respecto a las zonas o fragmentos analizados, obteniendo un valor de q-calculado $8,51 > q$ -crítico $7,81$ (alfa: 0,5) (grados de libertad: 3).

4.1.6 Diversidad Alfa, Beta y Gamma. Para analizar de manera específica el comportamiento de la Diversidad aviar a escala del paisaje, se determinó diferentes componentes espaciales, Alfa, Beta y Gamma. La diversidad Alfa correspondiente al conjunto de especies de aves que coexisten en cada una de las Reservas Naturales o fragmentos (consideradas un área homogénea del paisaje) como se mencionó con anterioridad fue mayor para la R.N La Virginia (77 ssp), seguida de la R.N Buenoy (74 ssp) y las R.N La Palmita-Buenavista y La Porra con 72 y 60 especies respectivamente, obteniendo un valor alfa promedio de 70.75 ssp.

La Diversidad Beta que corresponde al grado de cambio o reemplazo de la composición de especies entre las diferentes Reservas o comunidades del paisaje

se determinó a partir del índice de complementariedad propuesto por Colwell & Coddington (1994) calculando el porcentaje de especies exclusivas para cada una de las zonas. En la tabla 6 los valores en negrilla representan el grado de cambio o reemplazo entre las diferentes áreas, evidenciando para la mayoría de los pares de fragmentos porcentajes bajos teniendo en cuenta el rango de porcentaje entre 0 y 100%; el resto de valores representan la similaridad entre áreas, determinada a partir del índice de Jaccard. (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de la Diversidad Beta.

	R.N La Palmita (8 ha)	R.N La Porra (3 ha)	R.N Buenoy (8 ha)	R.N La Virginia (60 ha)
R.N La Palmita	1	53.33	32.91	44.79
R.N La Porra	0,48267	1	42.35	46.06
R.N Buenoy	0,58889	0,60494	1	30.33
R.N La Virginia	0,54737	0,54023	0,64444	1

Fuente: Esta investigación, 2010.

Finalmente y teniendo en cuenta las Diversidades Alfa y Beta calculadas se determinó a partir del Índice de Schluter y Ricklefs (1993) la Diversidad Gamma representando la riqueza de especies del conjunto de Comunidades analizadas, obteniendo un valor de 110.37 especies.

4.2 PRESENCIA DE ESPECIES DE INTERÉS.

Con el fin de determinar la presencia de especies focales o de interés y la representatividad de la región como un área de importancia para la conservación de las aves (AICA), es decir como un área críticamente importante a nivel mundial no sólo para la conservación de las aves sino también de otra fauna y flora, principalmente terrestre; se evaluó las categorías propuestas para esta denominación. De esta manera se encontró un total de 21 especies registradas y que se incluyen dentro de alguna de estas categorías, representando el 18,91% del total de especies registradas para esta investigación.

Las categorías A4 (Especies que forman congregaciones) y A3NEO10 (Conjunto de especies restringidas a un bioma) dentro de los criterios evaluados a nivel mundial incluyen el mayor número de especies, con 12 y 7 especies registradas respectivamente. Dentro de los criterios evaluados a nivel nacional se encuentran cinco especies, incluidas en las categorías CO1 (Especies amenazadas a nivel Nacional en Colombia), CO2a (Especies casi endémicas de Colombia) y CO2b (Taxones de especial interés genético en Colombia) (Tabla 7).

Tabla 7. Categorías AICA, registradas para las zonas de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	A1	A2	A3	A4	CO1	CO2
<i>Actitis macularius</i>				A4		
<i>Anas discors</i>				A4		
<i>Anas georgica</i>				A4	EN	
<i>Andigena nigrirostris</i>			NEO 10		NT	
<i>Ardea alba</i>				A4		
<i>Bubulcus ibis</i>				A4		
<i>Buteo platypterus</i>				A4		
<i>Butorides striata</i>				A4		
<i>Cathartes aura</i>				A4		
<i>Chamaepetes goudotii</i>						CO2b
<i>Diglossa humeralis</i>			NEO 10			
<i>Falco peregrinus</i>				A4		
<i>Heliangelus exortis</i>			NEO 10			
<i>Myioborus ornatus</i>			NEO 10			CO2a
<i>Phalcoboenus carunculatus</i>				A4		
<i>Pionus chalcopterus</i>						
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>			NEO 10		VU	CO2a
<i>Scytalopus spillmanni</i>			NEO 10			
<i>Tangara heinei</i>			NEO 10			
<i>Tringa flavipes</i>				A4		
<i>Vanellus chilensis</i>				A4		
TOTALES			7	12	3	3

CRITERIOS A NIVEL MUNDIAL: A1: Especies amenazadas a nivel mundial.- A2: Especies con distribución restringida.- A3: Conjunto de especies restringidas a un Bioma.- A4: Especies que forman congregaciones.

CRITERIOS A NIVEL NACIONAL: CO1: Especies amenazadas a nivel Nacional en Colombia - CO2a: Especies casi endémicas de Colombia.- CO2b: Taxones de especial interés genético en Colombia.

Fuente: Esta investigación, 2010.

Se registraron un total de siete especies migratorias boreales asociadas principalmente a Ecosistemas de humedal: *Anas discors* (Pato careto), *Buteo platypterus* (Aguila migratoria), *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), *Tringa flavipes*, *Actitis macularius* (Meneaculito), *Hirundo rustica* (Golondrina migratoria) y *Dendroica fusca* (Reinita cabecillada) que también pudo registrarse en otros hábitat como zonas de bosque y matorrales y rastrojos.

Figura 15. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: *Ardea alba* (Garza real).



Fuente: Esta investigación, 2008.

Figura 16. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: *Cathartes aura* (Guala).



Fuente: Esta investigación, 2008.

Figura 17. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: *Vanellus chilensis* (Alcaraván).



Fuente: Esta investigación, 2008.

Figura 18. Especies evaluadas dentro de Categorías AICA: *Tringa flavipes*.



Fuente: Esta investigación, 2008.

Otras especies como *Anas geórgica* (Pato pico de oro), *Andigena nigrirrostris* (Tucán) y *Pseudocolopteryx acutipennis* (Doradito lagunero) se reportan como

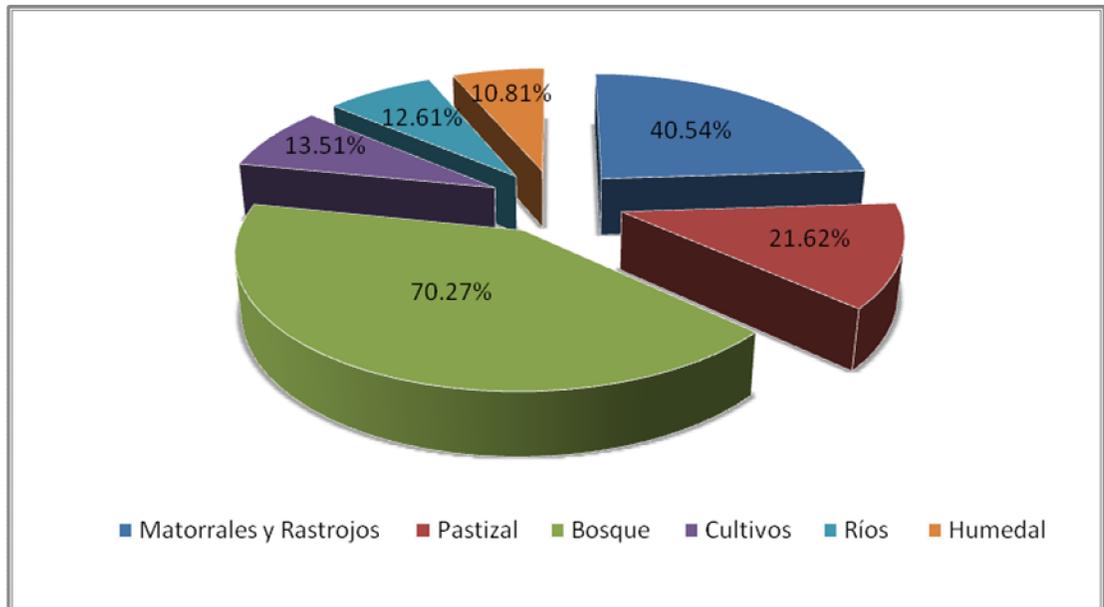
especies con algún grado de riesgo o amenaza, asociadas de igual manera a las zonas de humedal y de bosque. A pesar que para la mayoría de especies no se describe una categoría de riesgo o amenaza a nivel mundial y nacional, es importante resaltar la identificación de ciertas amenazas locales para algunas especies como: Torcazas o palomas (*Zenaida auriculata*, *Patagioenas fasciata*); Loros (*Pionus chalcopterus*); Pavas (*Chamaepetes goudotii*, *Penelope montagnii*); Patos silvestres (*Anas discors*, *Anas geórgica*) y Tucanes (*Andígena nigrirrostris*, *Aulacorhynchus prasinnus*) amenazas relacionadas principalmente con el uso y aprovechamiento de las mismas en actividades de casería, para la obtención de carne para el consumo humano, de plumas, picos y uñas para la elaboración de accesorios decorativos y atuendos indígenas, así como la obtención de sangre u órganos específicos de usos medicinal.

4.3 USO Y APROVECHAMIENTO DE HÁBITAT.

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, se agrupó a las especies de aves en los siguientes hábitats: Asociadas a bosque, a matorrales y rastrojos, pastizales y cultivos; asociadas a fuentes de agua y a Humedal; además se evaluó las especies que pueden encontrarse en todos los tipos de hábitats identificados para esta investigación (Anexo B).

En la figura 19 se observa el porcentaje de especies que ocupan los diferentes tipos de hábitat, encontrando un mayor porcentaje de especies asociadas al Bosque (78 ssp), y las zonas de matorrales y rastrojos (45 ssp), posteriormente se encuentran las especies registradas en zonas de Pastizales y Cultivos; y las asociadas a fuentes de agua (Ríos y quebradas) además de las zonas de humedal. A partir de los datos obtenidos es posible determinar que un 38% de las especies pueden encontrarse indistintamente en los diferentes hábitats, abarcando principalmente los matorrales y rastrojos y las zonas de bosque.

Figura 19. Hábitats ocupados por las especies de aves registradas en cuatro Reservas Naturales del Nodo Quindicocha.



Fuente: Esta investigación, 2010.

4.4 FLORA REGISTRADA EN CUATRO RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL DEL NODO QUINDICOCHA.

4.4.1 Composición florística. A partir del establecimiento de 28 unidades de muestreo o plots distribuidos en las cuatro Reservas Naturales, se logró registrar un total de 68 especies de árboles y arbustos, distribuidas en 30 familias y 40 géneros (Tabla 8); siendo las familias más representativas de acuerdo al número de especies: MELASTOMATAEAE con seis especies, ASTERACEAE, LAURACEAE y RUBIACEAE con cinco especies cada una y EUPHORBIACEAE con cuatro especies (Figura 20). Entre los géneros más representativos se registraron: *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Nectandra*, *Miconia* y *Palicourea* con tres número de especies registradas (Figura 22).

Tabla 8. Listado general de las especies de flora registradas en cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nodo Quindicocha.

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	RESERVAS NATURALES			
			LPB	LP	B	LV
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia pruinosa</i> R.E. Schultes.	Moquillo			x	x
APOCYNACEAE	<i>Couma</i> sp.			x		
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex uniflora</i> Benth.	Tinto	x			
ARALIACEAE	<i>Oreopanax</i> sp.	Pumamaque	x			
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (R & P) Pers.	Chilca		x	x	
ASTERACEAE	<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Robinson	Coya			x	
ASTERACEAE	<i>Eupatorium</i> sp.	Cucharo		x		
ASTERACEAE	Morfoespecie 3	Mantequilla			x	
ASTERACEAE	<i>Pollalesta</i> sp.			x		
BORAGINACEAE	<i>Cordia acuta</i> Pittier	Nabueno			x	
CECROPIACEAE	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo			x	x
CHLORANTACEAE	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	Olloco colorado	x			x
CHLORANTACEAE	<i>Hedyosmum goudotianum</i> S&L.	Granicillo	x	x	x	
CHLORANTACEAE	<i>Hedyosmum traslucidum</i> Cuatr.	Olloco negro	x	x		
CLETHRACEAE	<i>Clethra fagifolia</i> H.B.K.	Mandur	x	x	x	
CLUSIACEAE	<i>Clusia lineada</i> (Benth) Pl & Tr.	Guandera	x		x	x
CLUSIACEAE	<i>Clusia multiflora</i> H.B.K.	Incienso	x	x		
CLUSIACEAE	Morfoespecie 2			x		
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia multijuga</i> Killip & A.C.Sm	Encino	x	x		x
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> sp.	Encino			x	
CYATHEACEAE	<i>Cyathea caracasana</i> (Kl.) Domin.	Helecho arbóreo	x	x		
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müell.-Arg.	Sindayo	x			
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul) Müll-Arg.	Motilón	x		x	x
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp1	Rosa o manzano	x	x	x	x
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp2			x		
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia</i> sp.	Huesillo			x	x

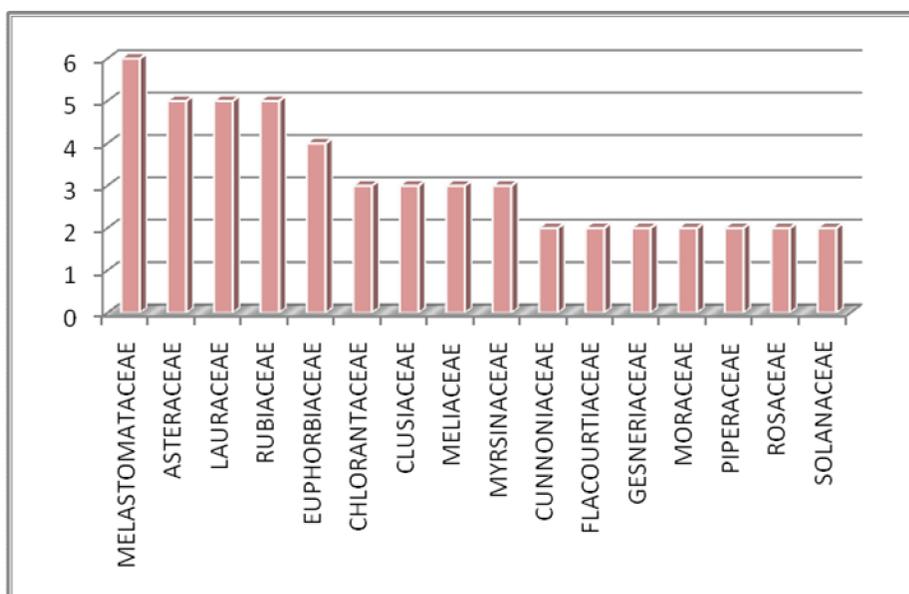
FLAUCORTIACEAE	Morfoespecie 5	Mata palo	x			
GESNERIACEAE	<i>Besleria sp.</i>			x		
GESNERIACEAE	Morfoespecie 6	Jigua	x			
LAURACEAE	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart) Mez.	Jigua u oso	x		x	x
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	Amarillo			x	
LAURACEAE	<i>Nectandra sp1</i>	Hojarasco	x			
LAURACEAE	<i>Nectandra sp2</i>	Comino	x			
LAURACEAE	<i>Ocotea sericea</i> H.B.K.	Uraco	x			
MELASTOMATAACEAE	<i>Leandra lehmannii</i> Cogn.	Morochillo	x		x	
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia lehmannii</i> Cogn	Morochillo	x		x	
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl) Cogn.	Morochillo	x	x	x	x
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia sp.</i>	Morochillo			x	
MELASTOMATAACEAE	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bompl) Baill	Mayo		x		x
MELASTOMATAACEAE	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cong.	Mayo chiquito				x
MELIACEAE	<i>Cedrela sp.</i>	Cedrilla				x
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	Trapiche	x		x	x
MELIACEAE	Morfoespecie 4	Estoraque	x	x		
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Cauchillo	x	x		
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	Caucho				x
MYRICACEAE	<i>Myrica pubescens</i> Willdenow	Laurel		x		
MYRSINACEAE	<i>Geissanthus serrulatus</i> Mez.	Charmolán			x	x
MYRSINACEAE	<i>Geissanthus sp.</i>	Cucharo	x	x	x	X
MYRSINACEAE	Morfoespecie 4	Uraco		x		
MYRTACEAE	<i>Eugenia procera</i> (Sw.) Poiret.	Arrayán	x		x	
ORCHIDACEAE	<i>Elleanthus sp.</i>	Orquídea		x		
PIPERACEAE	<i>Piper barbatum</i> H.B.K.	Cordoncillo			x	
PIPERACEAE	<i>Piper friedrichstahlilii</i> C DC	Cordoncillo		x		
ROSACEAE	<i>Prunus muris</i> Cuatr.	Pilche	x			
ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	Crespo				X
RUBIACEAE	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Quina o Cascarillo	x		x	
RUBIACEAE	Morfoespecie 7		x			

RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	Jigua	x	x	
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp1.</i>			x	
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp2.</i>			x	
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	Maco			x
SOLANACEAE	<i>Solanum asperolanatum R & P.</i>	Cujaco			x
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	Jigua		x	
THEACEAE	<i>Freziera sp.</i>			x	
WINTERACEAE	<i>Drimys granatensis</i>	Canelón	x		
	Morfoespecie 1				x
	Morfoespecie 3		x		
	Morfoespecie 4		x		

LPB: RN. La Palmita-Buenavista; LP: RN. La Porra; B: RN. Buenoy; LV: RN. La Virginia.

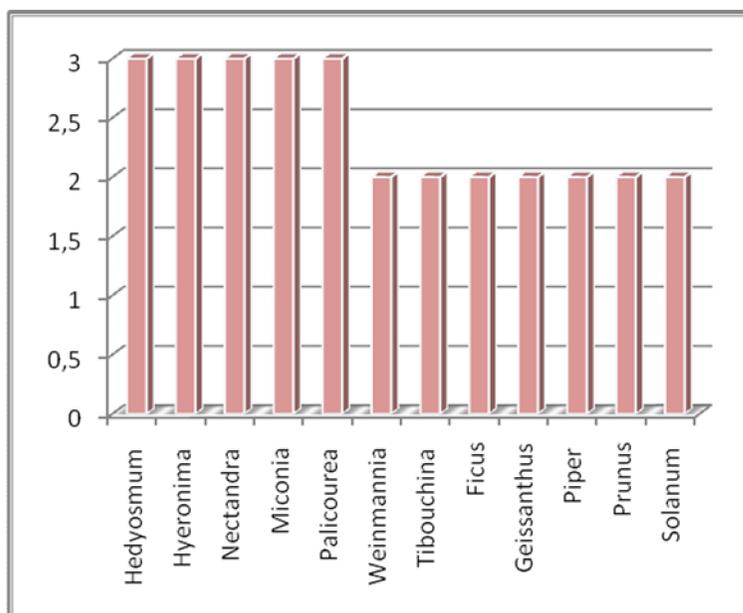
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 20. Familias florísticas más representativas registradas en las áreas de estudio.



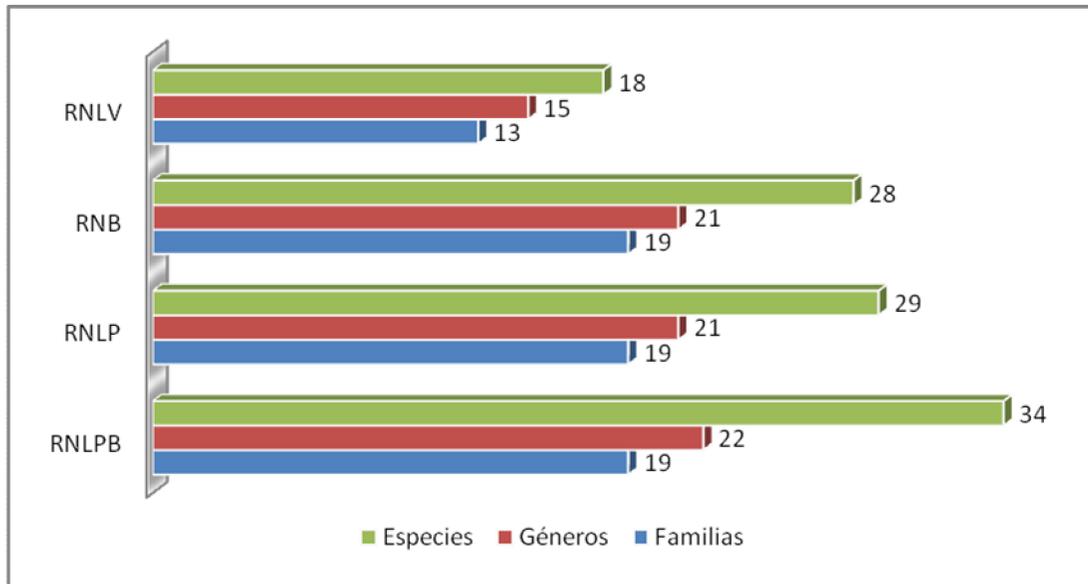
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 21. Géneros florísticos más representativos, registrados en las áreas de estudio.



Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 22. Distribución de familias, géneros y especies de flora registradas para cada una de las zonas de estudio.



Fuente: Esta investigación, 2010.

4.4.2 Análisis de parámetros estructurales. Para cada una de las zonas de estudio se analizó los parámetros estructurales de la vegetación encontrando los siguientes resultados:

- Índice de Valor de Importancia RN. La Palmita-Buenavista. De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies con mayor importancia o peso ecológico son: *Hyeronima sp.* (Rosa o manzano) con un 26.81, *Clusia lineada (Benth) Pl & Tr* (Guandera) con 20.72, *Weinmannia multijuga Killip & A.C.Sm.* (Encino) con 20.14, *Hyeronima oblonga (Tul) Müll-Arg* (Motilón) y *Hedyosmum cumbalense H. Karst.* (Olloco colorado) con 18.55 y 17.01 respectivamente.

Las especies más destacadas por su densidad relativa, es decir aquellas que presentaron un mayor número de individuos fueron: *Hyeronima sp1* (Rosa o manzano) con el 14.86%, *Hyeronima oblonga (Tul) Müll-Arg* (Motilón) 8.57%, *Clusia lineada (Benth) Pl & Tr.* (Guandera) con un 8.00% y *Hedyosmum cumbalense H. Karst.* (Olloco colorado-negro), *Aniba puchury-minor (Mart) Mez* (Jigua u oso) y *Drymis granatensis* (Canelón) con el 6.86% cada una. En cuanto al área basal las especies más representativas fueron: *Weinmannia multijuga Killip & A.C.Sm.* (Encino) con un 11.72%, *Eugenia procera.* (Arrayán) con 8.64%, *Clethra fagifolia H.B.K.* (Mandur) 8.07% e *Hyeronima sp1.* (Rosa o manzano) con el 6.82% (Tabla 9).

Tabla 9. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Palmita-Buenavista.

ESPECIE	ABR %	DR %	FR %	IVI
<i>Hyeronima sp.</i>	6.82	14.86	5.13	26.81
<i>Clusia lineada</i> (Benth) PI & Tr.	6.31	8.00	6.41	20.72
<i>Weinmannia multijuga</i> Killip & A.C.Sm	11.72	4.57	3.85	20.14
<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul) Müll-Arg.	2.29	8.57	7.69	18.55
<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	3.74	6.86	6.41	17.01
<i>Drimys granatensis</i>	0.61	6.86	7.69	15.16
<i>Ilex uniflora</i> Bentham.	6.39	2.86	5.13	14.37
<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart) Mez.	0.51	6.86	5.13	12.50
Morfoespecie 4	5.25	4.57	1.28	11.10
<i>Eugenia procera</i> (Sw.) Poiret.	8.64	0.57	1.28	10.50
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	2.16	2.86	5.13	10.15
Morfoespecie 6	5.95	2.86	1.28	10.09
<i>Clethra fagifolia</i> H.B.K.	8.07	0.57	1.28	9.93
<i>Nectandra sp1</i>	0.37	2.86	5.13	8.35
<i>Miconia lehmannii</i> Cogn	0.22	5.14	2.56	7.93
<i>Cyathea caracasana</i> (Kl.) Domin.	3.84	1.14	2.56	7.55
<i>Hedyosmum goudotianum</i> S&L.	3.24	2.29	1.28	6.81
<i>Hedyosmum traslucidum</i> Cuatr.	2.51	1.71	2.56	6.79
<i>Nectandra sp2</i>	1.09	1.71	3.85	6.65
<i>Trichilia sp.</i>	1.75	2.29	2.56	6.60
<i>Geissanthus sp.</i>	0.53	0.57	5.13	6.23
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müell.-Arg.	4.24	0.57	1.28	6.09
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl) Cogn.	3.47	1.14	1.28	5.89
<i>Clusia multiflora</i> H.B.K.	3.84	0.57	1.28	5.69
Morfoespecie 4	1.97	1.71	1.28	4.97
<i>Palicourea sp.</i>	2.31	0.57	1.28	4.16
<i>Ocotea sericea</i> H.B.K.	1.33	1.14	1.28	3.76
<i>Oreopanax sp.</i>	0.27	1.71	1.28	3.27
<i>Leandra lehmannii</i> Cogn.	0.02	1.14	1.28	2.45
<i>Prunus muris</i> Cuatr.	0.19	0.57	1.28	2.05
<i>Ficus sp.</i>	0.15	0.57	1.28	2.01
Morfoespecie 3	0.15	0.57	1.28	2.01
Morfoespecie 5	0.01	0.57	1.28	1.86
Morfoespecie 7	0.01	0.57	1.28	1.86

ABR: Área basal relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa;

Fuente: Esta investigación, 2010.

- Índice de Valor de Importancia RN. La Porra. De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies con mayor importancia o peso ecológico son: *Couma sp* con 50.85, *Hedyosmun goudotianum Salm Dyck*. (Granicillo) con 32.22, *Tibouchina lepidota (Bompl) Baill* (Mayo) con 31.94, *Clethra fagifolia H.B.K.* (Mandur) 21.37, *Hedyosmun traslucidum Cuatr.* (Olloco negro-Granicillo) con 18.23 y *Palicourea sp1* con 17.27.

Las especies más destacadas por su densidad relativa, es decir aquellas que presentaron un mayor número de individuos fueron: *Hedyosmun goudotianum Salm Dyck* (Granicillo) con el 21.2%, *Tibouchina lepidota (Bompl) Baill* (Mayo) con 17.6%, *Clethra fagifolia H.B.K.* (Mandur) con 12.8% y *Palicourea sp1* con 10.4%.

En cuanto al área basal las especies más representativas fueron: *Couma sp.* con un 48.93% *Hedyosmun traslucidum Cuatr.* (Granicillo) 15.91%, *Hyeronima sp2.* con el 11.01% y *Ficus sp.* (Cauchillo) con el 6.30% (Tabla 10).

- Índice de Valor de Importancia RN. Buenoy. De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies con mayor importancia o peso ecológico son: *Eugenia procera (Sw.) Poiret.* (Arrayán) con 54.63, *Miconia lehmannii Cogn* (Morochillo) con 26.85, *Hyeronima sp.* con 23.25, *Miconia theaezans (Bonpl) Cogn.* (Morochillo) y *Baccharis latifolia (R & P) Pers.* (Chilca) con 22.61 y 19.28, respectivamente.

Las especies más destacadas por su densidad relativa, es decir aquellas que presentaron un mayor número de individuos fueron: *Miconia lehmannii Cogn* (Morochillo) con un 17.86%, *Baccharis latifolia (R & P) Pers.*(Chilca) con 13.10% y *Miconia theaezans (Bonpl) Cogn.* (Morochillo) con el 11.90%.

Las especies más representativas por su área basal fueron: *Eugenia procera(Sw.) Poiret* (Arrayan) con 52.40%, *Hyeronima sp.* (Rosa o manzano) con el 14.76% y la Morfoespecie 3 o Mantequillo con el 8.90% (Tabla 11).

Tabla 10. Índice de valor de importancia para las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Porra.

ESPECIE	ABR%	DR%	FR%	IVI
<i>Couma sp.</i>	48.93	0.4	1.52	50.85
<i>Hedyosmun goudotianum Salm Dyck.</i>	0.41	21.2	10.61	32.22
<i>Tibouchina lepidota (Bonpl) Baill</i>	3.28	17.6	10.61	31.49
<i>Clethra fagifolia H.B.K.</i>	0.99	12.8	7.58	21.37
<i>Hedyosmun traslucidum Cuatr.</i>	15.91	0.8	1.52	18.23
<i>Baccharis latifolia (R & P) Pers.</i>	0.98	10.4	6.06	17.44
<i>Palicourea sp1.</i>	0.81	10.4	6.06	17.27
<i>Miconia theaezans (Bonpl) Cogn.</i>	0.39	7.2	9.09	16.68
<i>Hyeronima sp2</i>	11.01	1.2	3.03	15.24
<i>Cyathea caracasana (Kl.) Domin.</i>	3.00	2.4	4.55	9.95
<i>Ficus sp.</i>	6.30	0.4	1.52	8.22
<i>Weinmannia multijuga Killip & A.C.Sm</i>	0.46	2	4.55	7.01
<i>Myrica pubescens Willdenow</i>	1.47	1.6	3.03	6.10
<i>Besleria sp.</i>	0.09	1.2	4.55	5.83
<i>Hyeronima sp1</i>	0.18	1.6	3.03	4.81
<i>Freziera sp.</i>	2.32	0.4	1.52	4.24
<i>Palicourea sp.</i>	0.13	0.8	3.03	3.96
<i>Piper friedrichstahlII C DC</i>	0.39	1.6	1.52	3.51
Morfoespecie 2	0.89	0.8	1.52	3.20
<i>Pollalesta sp.</i>	0.23	1.2	1.52	2.94
<i>Eupatorium sp.</i>	0.65	0.4	1.52	2.56
<i>Geissanthus sp</i>	0.65	0.4	1.52	2.56
Morfoespecie 1.	0.13	0.8	1.52	2.44
Morfoespecie 4	0.13	0.4	1.52	2.04
<i>Solanum sp.</i>	0.13	0.4	1.52	2.04
<i>Clusia multiflora H&B</i>	0.07	0.4	1.52	1.99
Morfoespecie 3	0.03	0.4	1.52	1.95
<i>Elleanthus sp.</i>	0.01	0.4	1.52	1.92
<i>Palicourea sp2.</i>	0.01	0.4	1.52	1.92

ABR: Área basal relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa

Fuente: Esta investigación, 2010.

Tabla 11. Índice de valor de importancia de las especies de flora registradas en la Reserva Natural Buenoy.

ESPECIE	ABR%	DR%	FR%	IVI
<i>Eugenia procera</i> (Sw.) Poiret	52.40	0.60	1.64	54.63
<i>Miconia lehmannii</i> Cogn	0.79	17.86	8.20	26.85
<i>Hyeronima</i> sp.	14.76	3.57	4.92	23.25
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl) Cogn.	0.87	11.90	9.84	22.61
<i>Baccharis latifolia</i> (R & P) Pers.	1.27	13.10	4.92	19.28
<i>Clethra fagifolia</i> H.B.K.	0.72	7.74	8.20	16.66
<i>Weinmannia</i> sp.	1.54	5.36	6.56	13.45
<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul) Müll-Arg	2.27	4.17	4.92	11.35
Morfoespecie 3	8.90	0.60	1.64	11.14
<i>Cecropia</i> sp.	6.61	1.19	3.28	11.08
<i>Geissanthus</i> sp.	0.77	3.57	4.92	9.26
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Salm.Dyck	0.39	5.36	3.28	9.03
<i>Trichilia</i> sp	0.36	4.76	3.28	8.40
<i>Piper barbatum</i> H.B.K.	0.60	3.57	3.28	7.45
<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart) Mez	0.04	2.38	4.92	7.34
<i>Solanum asperolanatum</i> R & P.	0.79	1.79	3.28	5.86
<i>Saurauia pruinosa</i> R.E. Schultes.	2.07	1.79	1.64	5.50
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	0.24	1.79	3.28	5.30
<i>Erato vulcanica</i> (Klatt) H. Robinson	0.58	1.19	3.28	5.05
<i>Miconia</i> sp.	0.61	2.38	1.64	4.63
<i>Pouteria</i> sp.	1.61	1.19	1.64	4.44
Morfoespecie 4	0.68	0.60	1.64	2.92
<i>Casearia</i> sp.	0.49	0.60	1.64	2.72
<i>Cordia acuta</i> Pittier	0.26	0.60	1.64	2.49
<i>Nectandra</i> sp.	0.26	0.60	1.64	2.49
<i>Clusia lineada</i> (Benth) Pl & Tr.	0.06	0.60	1.64	2.30
<i>Geissanthus serrulatus</i> Mez.	0.04	0.60	1.64	2.27
<i>Leandra lehmannii</i> Cogn.	0.02	0.60	1.64	2.25

ABR: Área basal relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa

Fuente: Esta investigación, 2010.

- Índice de Valor de Importancia RN. La Virginia. De acuerdo a los resultados obtenidos, las especies con mayor importancia o peso ecológico son: *Ficus* sp con 63.2, *Hyeronima* sp. con 28.7, *Cecropia* sp. con 24.4, *Aniba puchury-minor* (Mart) Mez e *Hyeronima oblonga* (Tul) Müll-Arg. Con 22.9 y 22.5,

respectivamente. Con lo anterior se determina que el área se encuentra definida por *Ficus*, *Hyeronima*, *Cecropia* y *Aniba*.

Las especies más destacadas por su densidad relativa, es decir aquellas que presentaron un mayor número de individuos fueron: *Hyeronima sp.* (Rosa o manzano) con 15.1%, *Aniba puchury-minor (Mart) Mez* (Jigua u oso), *Hyeronima oblonga (Tul) Müll-Arg* (Motilón) y *Saurauria pruinosa R.E. Schultes* (Moquillo) con 10.7% cada una y *Trichilia sp* (Trapiche) con 9.4%.

Las especies más representativas por su área basal fueron: *Ficus sp.* (Caucho) con 60.7% y *Cecropia sp.*(Yarumo) con el 14.5% (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de valor de importancia de las especies de flora registradas en la Reserva Natural La Virginia.

ESPECIE	DR%	FR%	ABR%	IVI
<i>Ficus sp.</i>	0.6	1.9	60.7	63.2
<i>Hyeronima sp.</i>	15.1	11.1	2.5	28.7
<i>Cecropia sp.</i>	4.4	5.6	14.5	24.4
<i>Aniba puchury-minor (Mart) Mez</i>	10.7	11.1	1.1	22.9
<i>Hyeronima oblonga (Tul) Müll-Arg</i>	10.7	9.3	2.5	22.5
<i>Trichilia sp</i>	9.4	9.3	1.6	20.3
<i>Tibouchina lepidotta (Bonpl) Baill</i>	7.5	7.4	4.8	19.7
<i>Saurauria pruinosa R.E. Schultes</i>	10.7	5.6	3.3	19.6
<i>Weinmannia multijuga Killip & A.C.Sm</i>	8.2	7.4	1.0	16.6
<i>Geissanthus serrulatus Mez.</i>	5.7	9.3	0.6	15.5
<i>Miconia theaezans (Bonpl) Cogn.</i>	7.5	5.6	0.2	13.3
<i>Geissanthus sp</i>	4.4	5.6	0.5	10.5
<i>Hedyosmum cumbalense H. Karst.</i>	0.6	1.9	3.8	6.3
<i>Tibouchina mollis (Bonpl.) Cong.</i>	1.9	1.9	2.0	5.7
<i>Prunus sp.</i>	0.6	1.9	0.9	3.4
<i>Clusia lineada (Benth) Pl & Tr.</i>	0.6	1.9	0.0	2.5
<i>Casearia sp.</i>	0.6	1.9	0.1	2.5
<i>Cedrela sp.</i>	0.6	1.9	0.0	2.5

ABR: Área basal relativa; DR: Densidad relativa; FR: Frecuencia relativa

Fuente: Esta investigación, 2010.

4.5 COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD EVALUADA EN CUATRO RESERVAS NATURALES DEL NODO QUINDICOCHA.

4.5.1 Análisis de Componentes Principales. Para determinar la complejidad y heterogeneidad de las cuatro reservas Naturales, a través del establecimiento de 28 unidades de muestreo o plots distribuidos en las cuatro zonas de estudio, se realizó un análisis de Componentes Principales (PCA), el cual permitió interpretar cualitativamente la relación entre las características (variables - parámetros) del hábitat y derivar los índices de Complejidad (IC) y Heterogeneidad (IH).

Mediante el programa estadístico NTSYS 2.1 y utilizando la técnica R, que permite asociar las variables evaluadas a través de una matriz de correlación; se obtuvo el Índice de Complejidad (IC) teniendo en cuenta los dos primeros componentes principales (PCI, PCII) ya que éstos explican la mayor variación de los datos, concentrando un 49.09% de la varianza explicada; de esta manera se obtuvo un valor de 0.1776; valor que corresponde al promedio de los factores de carga ponderados del componente principal 1 (PCI).

El Índice de Heterogeneidad (IH) obtenido a partir de la técnica Q, que permite asociar unidades muestrales a través de una matriz de varianza-covarianza, analizando como en el caso anterior los dos primeros componentes principales (PCI, PCII) que explican un 47.84 % de la varianza explicada; correspondió a un valor de 0.5139, este valor corresponde a la desviación estándar de los factores de carga ponderados con base en el componente principal 1 (PCI).

El análisis de componentes principales permitió a la vez determinar que las características que tienen mayor importancia para explicar la estructura del hábitat para las cuatro áreas de estudio son: la Altura de árboles y arbustos (XALA Y XALAR), la densidad de arbustos (DAR) y el diámetro promedio a la altura del pecho de los estratos arbóreo y arbustivo (XDAP y XDAPa) de acuerdo al primer componente principal; y la Densidad de árboles (DA), Número de individuos de árboles (NIA), Número de ssp de árboles (NSPA), Cobertura de hojarasca y suelo desnudo (CHO, CSD) y finalmente la distancia de árboles al centro de la unidad de muestreo (CVA) teniendo en cuenta el segundo componente principal.

En la Figura 23 se observa la distribución de las unidades muestrales o plots de acuerdo al valor ponderado de las 21 variables analizadas y con mayor influencia en la estructura del hábitat, determinadas como se mencionó con anterioridad a partir de los dos primeros componentes principales. De esta manera logra observarse la conformación de un primer grupo representado por unidades muestrales correspondientes en su mayoría a la R.N La Palmita-Buenavista, caracterizando un hábitat con un mayor promedio de altura de árboles, mayor promedio de altura y DAP de arbustos y menor número de individuos de arbustos de acuerdo al primer componente principal y con mayor variación, densidad y

número de individuos de árboles y mayor cobertura de hojarasca en relación con el segundo componente (Cuadrante superior derecho).

Un segundo grupo ubicado entre el cuadrante superior e inferior derecho que agrupa unidades muestrales de la R.N La Virginia, de acuerdo a características como mayor promedio de altura de arbustos y árboles, mayor promedio de DAP de arbustos y menor número de individuos de arbustos de acuerdo al primer componente principal y con menor variación, densidad y número de individuos de árboles y menor cobertura de hojarasca en relación con el segundo componente principal.

El tercer grupo determinado por variables relacionadas con menor promedio de altura de arbustos y árboles, menor promedio de DAP de arbustos y menor número de individuos de arbustos de acuerdo al primer componente principal y con mayor variación, densidad y número de individuos de árboles y mayor cobertura de hojarasca en relación con el segundo componente principal, agrupa principalmente plots de la R.N la Porra.

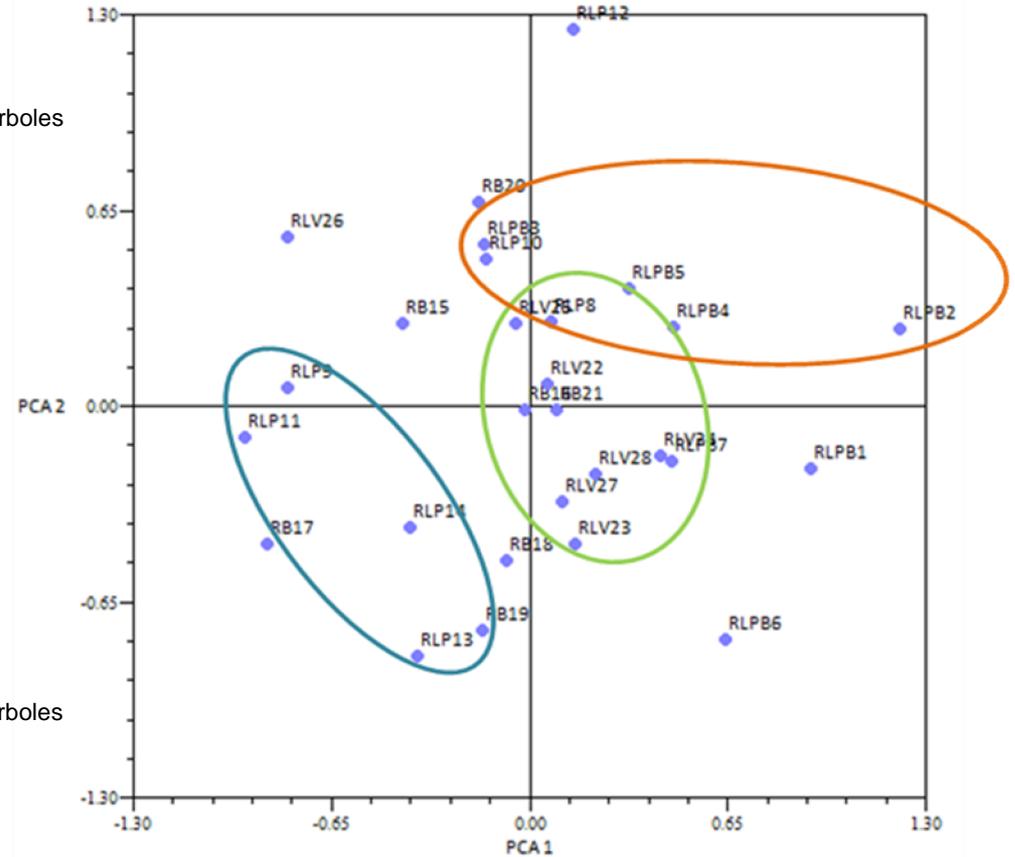
Con el fin de obtener un análisis detallado de agrupamiento de las unidades muestrales se realizó un análisis de conglomerados obteniendo la formación de cuatro grupos principales, determinando un valor $r = 0.80239$, representando una significancia muy representativa del agrupamiento analizado.

Figura 23. Asociación de Plots a partir del análisis de Componentes principales (PCA).

	C1	C2	
ATD	0.5266	0.1254	
ARH	-0.0539	0.1187	
XALA	0.8351	-0.1270	
XALAR	0.9062	0.1820	
DA	0.4928	0.7128	
DHR	-0.0835	0.1043	
DAR	-0.6768	0.5414	
XDAP	0.6246	-0.3393	
XDAPa	0.8854	-0.1599	
NIA	0.4928	0.7128	
NIAR	-0.6831	0.5266	
NSPA	0.4513	0.6566	
NSPAR	-0.1157	0.6198	
CAD	0.3952	0.5858	
CAR	-0.6545	0.1486	Menor variación de árboles
CHR	-0.1230	-0.6166	Menor densidad de árboles
CHO	0.0087	0.6986	Menor número de individuos de árboles
CSD	-0.0093	-0.6998	Menor cobertura de hojarasca
VDCA	0.4348	-0.1364	
VCDAR	0.2221	-0.0680	
CVA	-0.1424	0.7407	

Mayor variación de árboles
 Mayor densidad de árboles
 Mayor número de individuos de árboles
 Mayor cobertura de hojarasca

Menor variación de árboles
 Menor densidad de árboles
 Menor número de individuos de árboles
 Menor cobertura de hojarasca



Menor promedio altura de árboles
 Menor promedio altura de arbustos
 Menor promedio de DAP de árboles
 Menor promedio de DAP de arbustos

Mayor promedio altura de arbustos
 Mayor promedio de DAP de arbustos
 Mayor promedio altura de arboles
 Menor número de individuos de arbustos

RNLPB: Reserva Natural La Palmita-Buenavista
 RNLP : Reserva Natural La Porra
 RNB : Reserva Natural Buenoy
 RNLV : Reserva Natural La Virginia

Fuente: Esta investigación, 2010.

Al obtener los índices de complejidad y heterogeneidad (Tabla 13) para cada una de las zonas y al analizar específicamente la estructura horizontal se encontró que variables como el Promedio de altura de árboles (XALA), promedio del diámetro a la altura del pecho de árboles y arbustos (DAP, DAPa), cobertura de arbustos, hojarasca y suelo desnudo (CAD, CHO, CSD), altura del dosel (ATD), altura de hierbas (ARH), densidad de árboles (DA), cobertura de árboles (CAD), cobertura de hierbas (CHR) y varianza de la distancia de arbustos al centro del plot (VCDAR); tienen mayor importancia al momento de determinar la estructura horizontal de los hábitat analizados, teniendo en cuenta los dos primeros componentes principales (PCAI y PCAII). Para la heterogeneidad se encontraron como variables de mayor importancia la altura del dosel (ATD), altura de hierbas (HRB), cobertura de árboles (CAD), cobertura de hierbas (CHR), cobertura de hojarasca y cobertura de suelo desnudo (CHO, CSD).

Tabla 13. Índices de Complejidad y Heterogeneidad para cada una de las Reservas Naturales.

Índices	RNLPB	RNLP	RNB	RNLV
Complejidad	0.046	0.216	0.353	0.353
Heterogeneidad	0.642	0.646	0.571	0.504

RNLPB: Reserva Natural La Palmita-Buenavista RNLP: Reserva Natural La Porra RNB: Reserva Natural Buenoy RNALV: Reserva Natural La Virginia.

Fuente: Esta investigación, 2010.

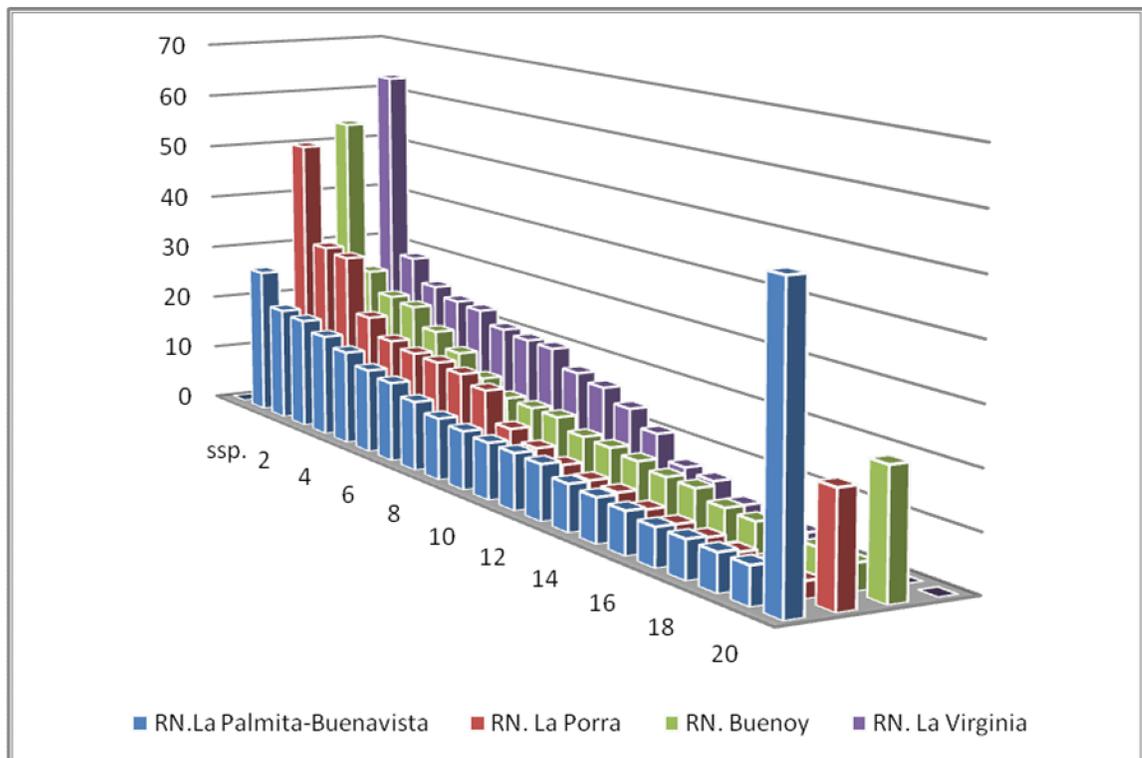
En general con relación a los valores de los índices de complejidad y heterogeneidad encontrados en este estudio $IC=0.1776$ - $IH=0.5139$, en comparación con los valores determinados por otros estudios (AUGUST, 1983; SANCHEZ, *et al*; 1996; MIDEROS, 2005) se logra determinar que difieren notoriamente, permitiendo considerar que los hábitat muestreados, no son complejos en cuanto al número de estratos verticales y más heterogéneos, a diferencia de los hábitat en comparación; sin embargo es importante tener en cuenta que las diferencias se deban principalmente a que los estudios se han realizado en espacios geográficos con hábitats fisionómica y morfológicamente distintos.

4.5.2 Análisis de parámetros estructurales. A partir del análisis de parámetros estructurales y la obtención del IVI para cada una de las áreas de estudio, se pretendió al igual que con el Análisis de Componentes Principales analizar la heterogeneidad y complejidad del hábitat.

De esta manera para cada una de las localidades se expresó por medio de un histograma, la proporción del IVI respecto a las 20 primeras especies de mayor peso ecológico, y la agrupación del resto dentro de la categoría de especies raras;

encontrando que un mayor número de áreas correspondientes a las RN. La Porra, Buenoy y La Virginia se caracterizan por presentar una tendencia a la homogeneidad, donde el mayor peso ecológico está representado por especies diferentes a las especies raras; y sólo un área, correspondiente a la RN. La Palmita-Buenavista se caracteriza por ser altamente heterogénea y por consiguiente rica en especies, ya que el mayor peso ecológico lo tienen en su conjunto, las especies raras (Kageyama, 1994) (Figura 24).

Figura 24. Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las áreas de estudio.

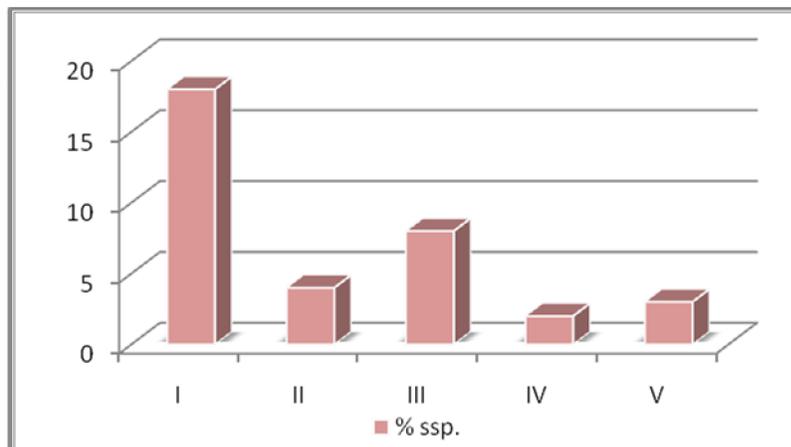


Fuente: Esta investigación, 2010.

De igual manera, mediante la construcción de histogramas de frecuencia, a partir de los cuales se busco evaluar la estructura horizontal de los ecosistemas analizados, agrupando las especies en 5 categorías o clases de frecuencia absoluta (Tabla 4); se logró determinar que en la totalidad de las áreas la clase I presenta valores altos (1-20%); en la mayoría de las áreas las clases III (41-60%) y II (21-40%) presentan igualmente altos valores, siendo mayores los de la clase III, y para todos los casos se registran valores bajos para las clases IV y V que agrupan especies con porcentajes entre 61-80% y 81-100%, respectivamente (Figuras 25-26-27-28).

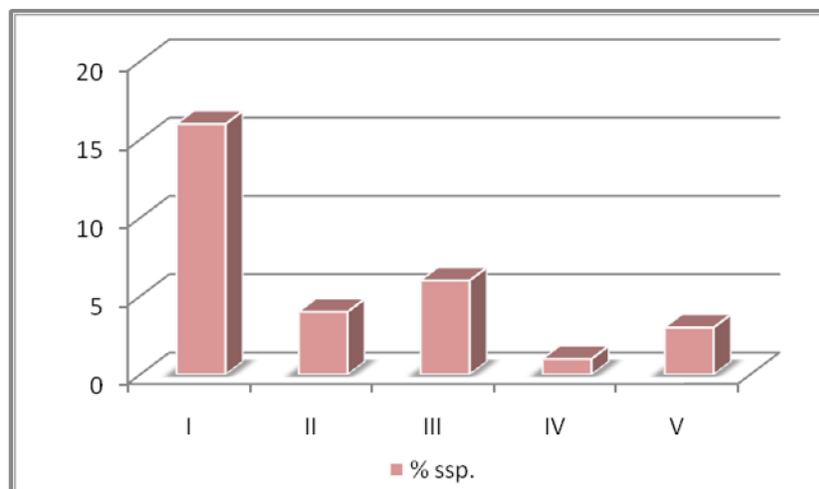
Aunque los histogramas de frecuencia no presentan una tendencia acentuada hacia la homogeneidad o heterogeneidad en la mayoría de los casos, con excepción de la Reserva Natural Buenoy, donde los resultados indican la existencia de una heterogeneidad florística notoria; es posible determinar que la mayoría de los hábitats tienen una tendencia a la heterogeneidad presentándose para las clases I y II valores altos con relación a los valores de las clases IV – V, en general bajos.

Figura 25. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Palmita-Buenavista.



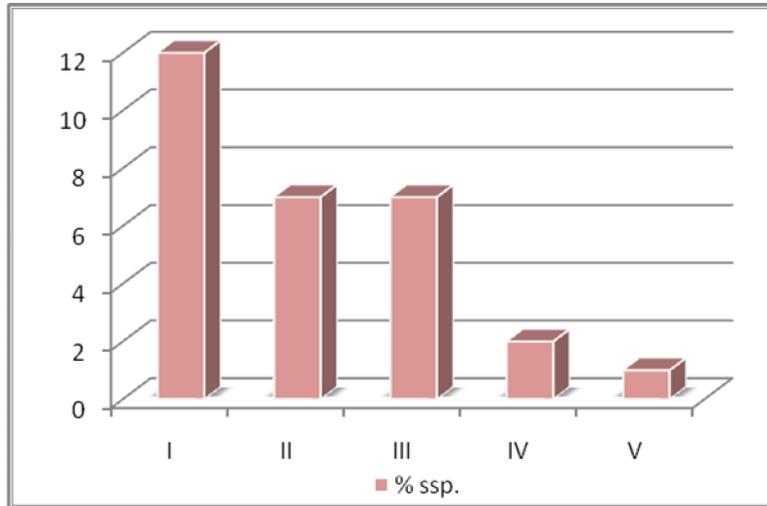
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 26. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Porra.



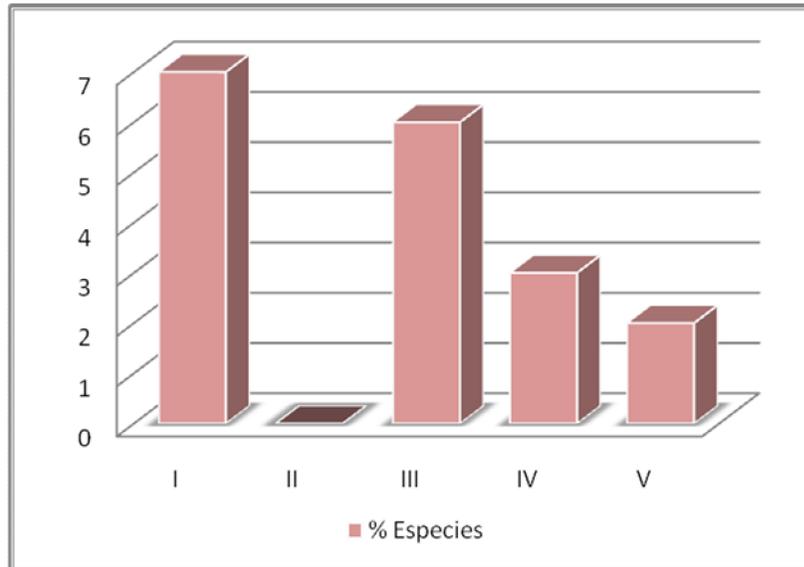
Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 27. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural Buenoy.



Fuente: Esta investigación, 2010.

Figura 28. Histograma de frecuencias de la flora registrada en la Reserva Natural La Virginia.

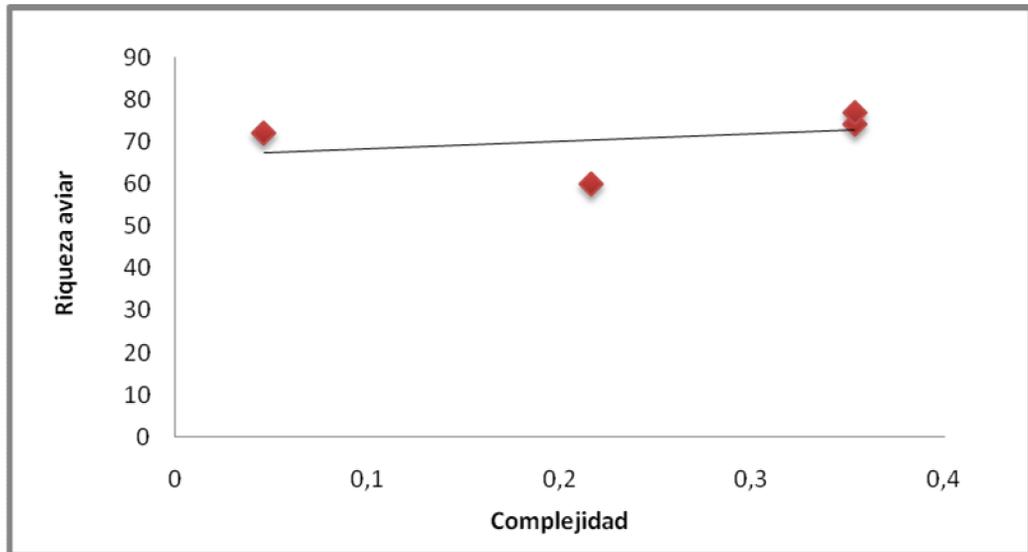


Fuente: Esta investigación, 2010.

4.6 RELACIÓN ENTRE LA COMPLEJIDAD- HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT Y LA RIQUEZA AVIAR. A partir del análisis de correlación de Pearson se encontró una relación positiva ($r= 0.334$) entre la complejidad y la riqueza de

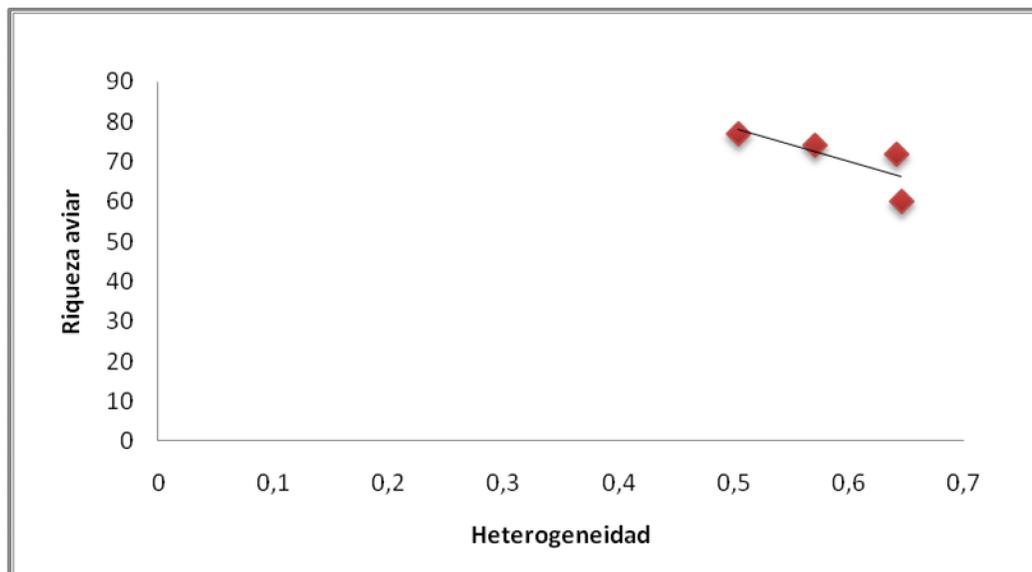
especies y una relación negativa ($r = -0.754$) entre la heterogeneidad y la riqueza de especies para cada uno de los fragmentos o reservas naturales analizadas (Figuras 29, 30).

Figura 29. Relación entre la complejidad del hábitat y la riqueza aviar.



Fuente: Esta investigación, 2010.

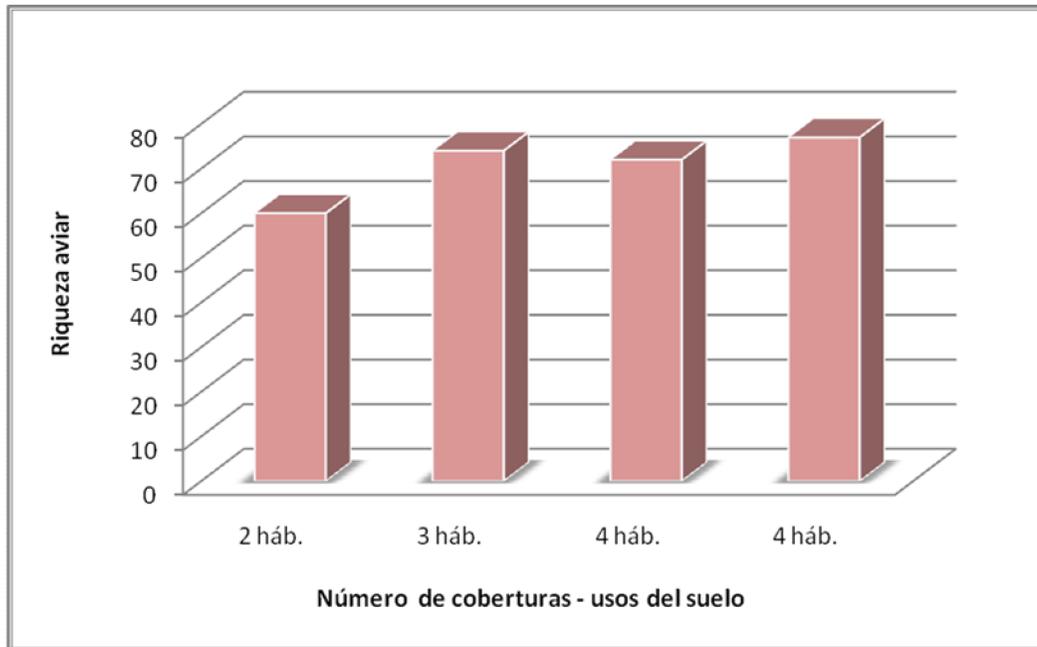
Figura 30. Relación entre la heterogeneidad del hábitat y la riqueza aviar.



Fuente: Esta investigación, 2010.

De igual manera y teniendo en cuenta el número de hábitats presentes en cada una de las Reservas Naturales, fue posible determinar que existe una relación positiva entre la Riqueza de especies de la avifauna y el número de hábitats presentes en cada zona (Figura 31).

Figura 31. Relación entre la Riqueza aviar y el número de coberturas-usos del suelo presentes en las áreas de estudio.



Fuente: Esta investigación, 2010.

5. DISCUSIÓN

5.1 DIVERSIDAD, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y SIMILARIDAD DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN LAS RESERVAS NATURALES ESTUDIADAS.

Los resultados obtenidos en cuanto a la Diversidad aviar en las Reservas Naturales del Nudo Quindicocha se consolidan en uno de los primeros registros actuales dirigidos a determinar la contribución real de los sistemas naturales de conservación regional, representados en el fortalecimiento y adecuación de pequeños predios familiares para la producción sostenible y la conservación de ciertos relictos boscosos y ecosistemas estratégicos, conformados en lo que actualmente se conoce como Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Alto Putumayo.

Los valores de riqueza (111 ssp) y diversidad (3,47) obtenidos pueden considerarse de gran importancia para la Diversidad regional, teniendo en cuenta que las Reservas estudiadas contribuyen con el 63.8 % del total de especies registradas para el Valle de Sibundoy (174 ssp) y en general para la región del Alto Putumayo.

Las diferencias de diversidad y riqueza de las especies de aves, encontradas entre las áreas de Reserva pueden relacionarse con aspectos como los amplios procesos históricos de fragmentación y los cambios en la estructura y estado de los hábitats teniendo en cuenta los actuales niveles de intervención antrópica, relacionados principalmente con la expansión de los asentamientos urbanos y la adecuación de tierras para la implementación de actividades agropecuarias, principalmente la ganadería y el establecimiento de monocultivos. De hecho los valores de riqueza y diversidad más altos fueron para las Reservas Naturales La Virginia, Buenoy y La Palmita-Buenavista (77 - 3.49; 74 – 3.69; 72 – 3,45) las cuales se caracterizan por presentar zonas de bosque con un tiempo considerable en aislamiento y conservación, evitando el desarrollo de actividades extractivas y extensivas de producción; a diferencia de la Reserva Natural La Porra que presentó los valores más bajos de riqueza y diversidad (60 – 3.26) y que a pesar de mantenerse en aislamiento y regeneración, se utiliza como camino de paso de los pobladores propietarios de amplias zonas de potrero y cultivos que rodean dicha área.

Teniendo en cuenta la teoría de “biogeografía de Islas” las diferencias obtenidas también pueden explicarse teniendo en cuenta el tamaño, la distancia entre fragmentos y la conectividad entre los mismos (Steffan & Tschardtke, 2000), hecho que puede corroborarse a partir del análisis de correlación entre el tamaño de los fragmentos y la riqueza aviar, a partir del cual se encontró que existe una relación directa entre el tamaño de las áreas de estudio y la riqueza de especies, siendo las Reservas La Virginia (60 ha – 77 ssp), La Palmita-Buenavista (8 ha –

72 ssp) y Buenoy (8 ha - 74 ssp) - las áreas con mayor extensión y que albergan mayor riqueza de especies, en concordancia con otros estudios y con el postulado de la teoría que afirma que el número de especies dentro de cada parche o hábitat, está relacionado con el área del mismo (MacArthur & Wilson, 1991).

Es importante mencionar en relación al anterior análisis que la mayoría de áreas estudiadas pueden considerarse de pequeña extensión en comparación con otras áreas de conservación, encontrándose en un rango de extensión entre las 3 y 8 ha, sin embargo éstas albergan un número importante de especies, lo cual puede explicarse teniendo en cuenta la probabilidad de conectividad con otras áreas de ecosistemas de importancia, como es el caso de la Reserva La Virginia la cual se encuentra cercana a una extensa área de bosque primario (Área de Influencia Volcán Patascoy-Salado) y a la parte plana del Valle de Sibundoy donde se encuentran un importante número de relictos de humedal y la confluencia de los distintos canales de drenaje del Río Putumayo; de manera similar ocurre con la Reserva Buenoy la cual se encuentra cercana a un área extensa de bosque primario intervenido correspondiente al Resguardo Indígena de la Comunidad Inga, a la Reserva Natural Santa Lucía con 60 ha de bosque y a la parte plana entre los municipios de Colón y Santiago. Por su parte la Reserva La Palmita-Buenavista presenta un alto grado de conectividad a través de amplios corredores con las cuencas y zonas protectoras de los Ríos Putumayo y San Francisco, presentando un número importante de especies exclusivas (12) debido probablemente al flujo de especies desde la zona de influencia del Páramo de Cascabel y la zona de piedemonte andino-amazónico entre el Municipio de San Francisco y la Cuenca alta del Río Mocoa.

Como se mencionó con anterioridad la Reserva Natural La Porra presentó un menor número de especies y diversidad lo cual puede relacionarse con su tamaño (3 ha) y por estar inmersa en una matriz estructuralmente diferente formada por áreas extensas de potreros y cultivos con una muy marcada intervención, evitando la conectividad con otras áreas de importancia como la zona protectora de la Microcuenca La Hidráulica, el páramo azonal El Paramillo y la zona del Resguardo Indígena Camëntsá.

Estos aspectos permiten determinar y corroborar la importancia de conservar espacios naturales con áreas de extensión grandes y presencia de ecosistemas estratégicos (bosques, páramos, humedales), proceso que se ha promovido por muchas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales como estrategia de conservación y preservación de la biodiversidad a nivel local, nacional y mundial; ya que como se ha observado a través de esta investigación las áreas en conservación y para este caso las Reservas Naturales de pequeña extensión tienden a albergar un número pequeño de especies, que en general utilizan estos espacios como fuente de recursos alimenticios, refugio y como sitios de paso. Más aún teniendo en cuenta la vocación productiva propia de la mayoría de las reservas es posible entrar en una serie de conflictos basados en la contradicción

que ha existido por muchos años entre la producción agropecuaria y la conservación, teniendo en cuenta que la primera busca como único objetivo suplir las necesidades básicas y económicas de las familias propietarias de las reservas y la segunda que suele interpretarse como una alternativa idealizada por el sector ambientalista, hecho que repercute en establecer estrategias que no tienen en cuenta estas áreas, entendidas como matrices estructuralmente diferentes y de tipo antropogénico.

Sin embargo, es preciso resaltar la importancia de estos espacios, como conectores entre las áreas y ecosistemas en conservación, ya que como se ha observado y como lo sugieren otros estudios, los movimientos de individuos y las migraciones poblacionales de fauna silvestre tienen necesariamente que darse a través de éstos; los cultivos, los sistemas agroforestales y los potreros constituyen por sí mismos hábitat para muchos organismos silvestres y la matriz antropogénica se transforma a través del tiempo, con dinámicas diferentes a las de los hábitats naturales y estas transformaciones obedecen a las leyes sociales más que a las leyes naturales (Perfecto, 2003); así, las poblaciones o culturas interactúan inevitablemente tanto con las reservas como con los diferentes componentes del paisaje (Kattan & Naranjo, 2008). De esta manera, las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, contribuyen a la conservación de la diversidad aviar en la medida en que se consoliden como una estrategia para el desarrollo de prácticas productivas amigables con la biodiversidad e interpretadas como elementos y componentes del paisaje, es decir con una dinámica desde su área de influencia hacia afuera, en conectividad con el resto de elementos del paisaje.

Las características analizadas explican de alguna manera la similitud encontrada entre las áreas o reservas, ya que éstas tienden a ser muy parecidas entre las localidades, así como el manejo cultural que se desarrolla en las mismas; dicha similitud puede indicar la existencia de un alto intercambio de especies, así como de una aparente alta conectividad entre estos. Lo que sugiere que tanto la configuración del ambiente (paisaje, hábitat y microhábitat) como la cantidad disponible de éstos, no serían igualmente importantes en la distribución de las especies y podría conferir cambios en la composición de la comunidad de aves (Karr, 1990; Blake & Loiselle, 2001).

Sin embargo y aunque el Valle de Sibundoy puede interpretarse como un territorio espacialmente pequeño y con características climatológicas homogéneas, en realidad puede presentar diferencias significativas que pueden incidir en las especies asociadas a una zona en particular, como se ha encontrado para otros estudios (POMCA, Cuenca alta del Río Putumayo, 2008), explicando las diferencias encontradas en la composición, riqueza y diversidad de especies, asociadas a aspectos como la ubicación geográfica, altitud y morfología de las áreas. De hecho la naturaleza es espacialmente heterogénea a todas las escalas, promoviendo la existencia de heterogeneidad en las condiciones ambientales, de manera que se pueden identificar parches de diferentes características físicas o

bióticas debido a la variación causada por factores a mediana escala como topografía, tipos de suelo y clima a escala local; patrones de perturbación natural, procesos de sucesión y patrones de uso de la tierra (Kattan & Naranjo, 2008).

5.2 ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ALFA, BETA Y GAMMA.

La concepción del paisaje como un sistema de parches provee un marco conceptual útil para describir su biodiversidad a cualquier escala, definida en términos de la diversidad dentro de cada parche o reserva (diversidad alfa), las diferencias entre reservas (diversidad beta) y la diversidad gama o número de especies que aportan todas las reservas. Entre éstas, la diversidad beta se ha reconocido como un elemento clave para entender la relación que existe entre la diversidad regional y la local (Cornell & Lawton, 1992).

Desde el punto de vista de la conservación biológica, la diversidad beta es un componente que debe ser tomado en cuenta en el establecimiento de estrategias eficientes para la protección tanto de áreas naturales como de especies particulares (Pressey *et al*, 1993; Knight & Soule, 1999). En el diseño de conjuntos de reservas que incluyan poblaciones de todas las especies de una región, se debe tener en cuenta la complementariedad de especies entre los sitios, con el fin de encontrar la combinación adecuada con el menor número de sitios que incluya la totalidad de especies de una región.

La diversidad beta encontrada para este estudio puede considerarse baja, aunque fue posible determinar cierto grado de reemplazo de las especies entre ciertos pares de reservas. La diversidad beta baja representa un paisaje ocupado por especies que tienden a ser generalistas, en el sentido que pueden utilizar muchos tipos hábitat; de hecho como se mencionó con anterioridad no se encontró preferencias hacia los fragmentos por parte de las especies de aves; aunque pudo evidenciarse la presencia de especies asociadas a hábitats particulares como los humedales, que inciden directamente en la diversidad alfa, por su cercanía con algunas de las áreas de estudio.

De igual manera y a partir de este estudio, es posible evidenciar algunos conceptos teóricos que explican que existe una relación inversa entre la diversidad beta de una región y las áreas de distribución de las especies dentro de ésta (Harrison & Lawton, 1992), de esta manera si en una región las especies ocupan en promedio una pequeña parte del territorio es decir, tienen áreas de distribución pequeñas los sitios difieren entre sí en cuanto a la composición de especies, es decir, la diversidad beta es alta. Si por el contrario las especies se distribuyen en una gran parte de la extensión de la región, es decir, tienen áreas de distribución amplia, los sitios se parecen entre sí en términos de la composición de especies y la diversidad beta es baja (Scott *et al*, 1999; Arita & Paniagua, 1993; Sechrest & Brooks, 2002; Routledge, 1984).

De manera general los componentes alfa, beta y gamma determinados, son especialmente útiles para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas, teniendo en cuenta que la modificación parcial o fragmentación de los paisajes puede repercutir en extinción de especies a nivel local (diversidad alfa), pero contribuir a la aparición de distintas condiciones ambientales (mayor heterogeneidad) que pueden aumentar el grado de reemplazo (diversidad beta) y finalmente favorecer el aumento de la diversidad gamma.

Teniendo en cuenta los objetivos de conservación planteados al interior del Nudo Quindicocha relacionados con la preservación del mayor número posible de especies nativas originales de la región, es fundamental considerar la importancia de mantener la diversidad alfa y principalmente la diversidad beta, teniendo en cuenta el fortalecimiento de hábitats estratégicos, evitando su sustitución por un solo tipo de hábitat, ya que como lo indica Halffter *et al*, 2001 la mayoría de las especies que podrían permanecer son las que ya estaban presentes en los parches originales de ese hábitat, entre tanto que las especies características de los hábitats reemplazados pueden desaparecer, dando como resultado final de esta conversión un paisaje menos diverso.

Es preciso tener en cuenta que para proteger la totalidad de las especies en una región, se requiere analizar de manera adecuada la diversidad beta; como se evidenció en esta investigación, la similaridad y la complementariedad de especies fueron bajas por lo cual se considera, teniendo en cuenta el efecto de área; que es necesario promover la conservación de las cuatro áreas de reserva para poder garantizar el mantenimiento de la biodiversidad asociada.

5.3 EVALUACIÓN DE CRITERIOS BÁSICOS DE CONSERVACIÓN.

A través de esta investigación se logró determinar la importancia del conjunto de reservas naturales como reservorios de la diversidad biológica a nivel local, no sólo porque albergan y ofrecen diferentes recursos a un número importante de las especies de aves del Valle de Sibundoy sino también porque juegan un papel primordial permitiendo el establecimiento de especies florísticas y de otras especies de fauna. De hecho contribuyen al establecimiento de especies focales o de interés, encontrando un total de 21 especies incluidas dentro de algunas de las categorías AICA (A4 ssp. que forman congregaciones, A3NEO10 Conjunto de ssp restringidas a un bioma, CO1 ssp. amenazadas a nivel Nacional en Colombia, CO2a ssp casi endémicas de Colombia y CO2b taxones de especial interés genético en Colombia).

Las Reservas ofrecen refugio temporal a un total de siete especies migratorias boreales *Anas discors* (Pato careto), *Buteo platypterus* (Aguila migratoria), *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), *Tringa flavipes*, *Actitis macularius* (Meneaculito), *Hirundo rustica* (Golondrina migratoria) y *Dendroica fusca* (Reinita cabecillista) que representan el 41% del total de especies migratorias reportadas para el Alto

Putumayo; albergan especies con algún grado de amenaza a nivel nacional como *Anas geórgica* (Pato pico de oro), *Andigena nigrirrostris* (Tucán) y *Pseudocolopteryx acutipennis* (Doradito lagunero), además de aquellas amenazadas localmente como: *Zenaida auriculata*, *Patagioenas fasciata*, *Pionus chalcopterus*, *Chamaepetes goudotii*, *Penelope montagnii*; *Anas discors*, *Anas geórgica*, *Andígena nigrirrostris* y *Aulacorhynchus prasinnus*, debido a que sus poblaciones se han visto afectadas por el desarrollo de actividades como la cacería para la obtención de carne, plumas, uñas, etc. para la elaboración de objetos artesanales; además de la captura y envenenamiento de estas especies debido al uso constante de los cultivos como su fuente de alimento y refugio.

La presencia de estas especies de acuerdo a los principios básicos de conservación planteados por Groves *et al* (2003) se deben principalmente a la representatividad de ecosistemas vulnerables y de importancia que se encuentran en la región del Alto Putumayo, los cuales se consolidan en reservorios de especies de gran importancia, principalmente para los sistemas regionales de áreas protegidas (SIRAPS) planteados en el contexto de los programas desarrollados en el Piedemonte andino-amazónico y que permiten la conectividad de dichos ecosistemas a una escala espacial de tipo regional permitiendo la persistencia de los mismos, teniendo en cuenta, a parte del comportamiento estructural, la importancia del desarrollo cultural y social al interior del Nudo Quindicocha, que permite el avance de los procesos de planificación direccionados al mantenimiento, ampliación y restauración de los ecosistemas y de los recursos asociados.

5.4 COMPOSICIÓN, COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT.

Teniendo en cuenta que para obtener los valores de los índices de complejidad y heterogeneidad reportados por August, 1983 y Sánchez *et al*, 1996, se utilizó básicamente el mismo grupo de variables y el mismo método de derivación de los índices utilizados para esta investigación, es posible evidenciar en comparación con dichos estudios valores bajos tanto para la Complejidad como para la Heterogeneidad, siendo mayor comparativamente el IH, lo cual puede explicarse teniendo en cuenta la diferencia de hábitats analizados, sin embargo los datos se reportan como referencia de rango para estimar el grado de complejidad y heterogeneidad (Tabla 14); lo cual permite sugerir a los hábitat analizados como más heterogéneos que complejos, de hecho si se considera que un hábitat es complejo y homogéneo se esperarían que todos los factores de ponderación del componente principal 1 (PCI) sean de magnitud grande (Sánchez *et al*, 1996). Al determinar los índices de heterogeneidad de manera particular para cada una de las áreas de reserva es posible encontrar que éstos siguen siendo mayores en comparación con los índices de complejidad, determinando que se caracterizan por ser heterogéneos.

Tabla 14. Valores de los índices de complejidad y heterogeneidad en algunos hábitats reportados por AUGUST; 1983 y SANCHEZ, *et al*; 1996 y los de la presente investigación.

Índices	SBN	BSECO	MATAS	BGI	BGII	BGIII	RNSCVS
Complejidad	-6.39	-4.2	-0.9	5.33	6.37	5.27	0.1776
Heterogeneidad	1.17	4.18	6.09	2.09	2.55	0.06	0,5139

SBN: Sabanas de gramíneas – BSECO: Bosque seco – Matas: Vegetación dentro de las matas de monte – BGI, BGII, BGIII: Bosques de Galería – RNSCVS: Reservas Naturales de las Sociedad Civil Valle de Sibundoy.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de componentes principales (PCA), complementados con el análisis de los parámetros estructurales para cada una de las zonas permiten considerar que efectivamente las áreas analizadas tienden a ser más heterogéneas que complejas, teniendo en cuenta que a partir de la obtención de histogramas de frecuencias, las clases I, II y III que agrupan las especies con porcentajes de IVI entre 1-20%, 21-40%, 41-60%, respectivamente presentan valores altos en comparación con las clases IV y V, aunque el histograma general obtenido a partir del IVI de cada una de las especies y la agrupación de las especies raras muestran una tendencia hacia la homogeneidad; hecho que puede explicarse teniendo en cuenta que el dominio de las especies sobre otras, puede depender de su capacidad para protegerse a sí mismas de sus competidoras e invasoras; de igual manera el índice de importancia que toma una especie puede depender o verse afectado por varios factores, como el grosor del tronco y el número de individuos, como puede evidenciarse a través de los resultados obtenidos, donde las características de individuos unitarios influyen de manera representativa en la estructura del hábitat.

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del PCA se obtuvo para las zonas similaridad entre las variables que presentan mayor influencia en la estructura de los hábitats, correspondientes a la altura de árboles y arbustos, la densidad de arbustos, el diámetro promedio a la altura del pecho de los estratos arbóreo y arbustivo, densidad, número de individuos y especies de árboles, cobertura de hojarasca y suelo desnudo y la distancia de árboles al centro de la unidad muestral, al igual que otras características como cobertura de árboles y arbustos y la altura de hierbas; determinando la importancia y relevancia de características propias de los estratos arbóreo y arbustivo, en la determinación de la estructura vertical de los hábitats analizados. En general estas variables aportan a la Heterogeneidad y Complejidad de las áreas de estudio y por ende a la Riqueza y Diversidad de las especies de aves registradas.

De hecho y respecto al concepto de estratificación de los bosques tropicales se ha encontrado que estos estratos asumen en primera instancia una concepción de tipo dinámico donde la naturaleza del dosel es cambiante, debido a que el bosque

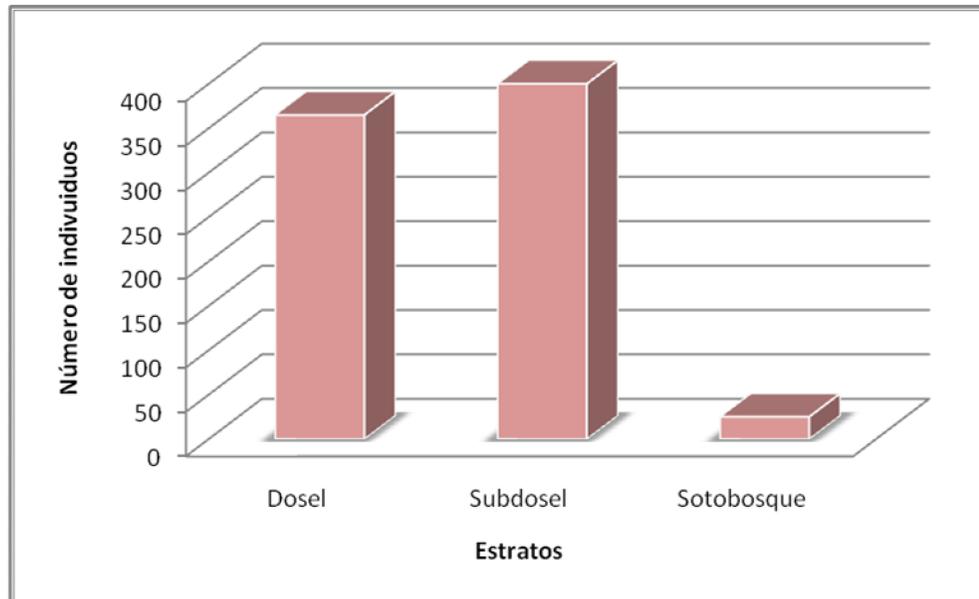
se encuentra creciendo en forma de parches de tamaños distintos y de manera constante, distribuyéndose en diversas fases del ciclo de crecimiento del bosque (Whitmore, 1975; citado por Melo y Vargas, 2002), así pueden encontrarse diferentes tipos de árboles, aquellos potenciales de ampliar sus copas, los que han alcanzado la máxima expresión fisiológica y árboles cuyas copas han empezado a degradarse y por lo tanto se convierten en generadores de claros (Halle *et al*, 1978; Oldeman, 1983; Vester & Saldarriaga, 1993; citado por Melo y Vargas, 2002). Teniendo en cuenta dicha funcionalidad, se considera que la estructura tridimensional del bosque determina la cantidad de espacio ocupado por los mismos (tallos, ramas, hojas, etc) y en consecuencia determina el microclima interno y la energía disponible para otros organismos, controlando la distribución de plantas inferiores y de la fauna asociada, determinando la disponibilidad de fuentes alimenticias y sus posibilidades de locomoción y comunicación (Richards, 1983).

5.5 RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD AVIAR Y LA COMPOSICIÓN, COMPLEJIDAD Y HETEROGENEIDAD DEL HÁBITAT.

De acuerdo a la información analizada con anterioridad, “La hipótesis de heterogeneidad de hábitat” asume que los hábitats estructuralmente complejos pueden proporcionar más nichos y diversas maneras de aprovechar los recursos medioambientales y así aumentar la diversidad de las especies. En muchos hábitats, las comunidades de plantas determinan la estructura física del ambiente, y por consiguiente, tiene una influencia considerable en la distribución e interacción de las especies animales (Mc Coy & Bell, 1991). Con base en estos parámetros, las observaciones realizadas en campo y la correlación positiva encontrada entre la riqueza aviar y la complejidad, se encontró que la mayoría de individuos de aves observadas se registraron en los estratos del dosel y subdosel (Figura 32), lo cual puede relacionarse con la alta oferta de recursos de alimento a partir de hojas, flores y frutos, para una población abundante y diversa de especies, las cuales a su vez cuentan con suficiente espacio para volar y moverse de diferentes formas.

Por su parte y en los estratos más bajos de bosque se logró la observación de una menor cantidad de especies; hecho que puede explicarse teniendo en cuenta las características del estrato relacionadas con los bajos niveles de luz donde los recursos alimenticios suelen ser relativamente más escasos y los recursos más abundantes son la madera y materiales vegetales en descomposición; aquí la luz solar penetra a través de los espacios del dosel o por transmisión y reflexión desde las hojas, por lo cual predominan condiciones de penumbra; y las condiciones ambientales son muchos más constantes que en los estratos más altos (Halle *et al*, 1978) , sin embargo es importante mencionar que estas condiciones favorecen la proliferación de insectos permitiendo el incremento en el número de aves insectívoras.

Figura 32. Número de individuos de aves registrados en los diferentes estratos de vegetación.



Fuente: Esta investigación, 2010.

La heterogeneidad se ha asociado de igual manera, al régimen de perturbaciones de diversa escala espacial y temporal, las cuales han sido considerablemente marcadas en ecosistemas alto-andinos, cuya conformación estructural los hace extremadamente vulnerables a los efectos antrópicos afectando de forma determinante la diversidad de las comunidades biológicas (Veblen, 1982; White & Pickett, 1985; Castaño, 2002; Rangel, 1986; Tews *et al*, 2004); este fenómeno puede evidenciarse para este estudio a través de los amplios procesos de intervención a los cuales han sido sometidas las áreas de reserva natural y los ecosistemas del Valle de Sibundoy y/o Cuenca alta del Río Putumayo, constituyendo el estado actual de las coberturas vegetales y características del uso del suelo en la región, en las cuales confluyen elementos naturales inmersos en matrices estructuralmente diferentes, o elementos modificados correspondientes a áreas extensas de pastoreo, monocultivos, producción piscícola y complejos urbanos, entre otros.

Bajo este contexto y teniendo en cuenta la estructura horizontal de los hábitats estudiados, como lo afirma Steffan & Tschardtke (2000), un hábitat heterogéneo permitiría a su vez la posibilidad de un intercambio constante de la fauna entre zonas aledañas lo que facilitaría el aprovechamiento de los recursos que ofrezcan otros hábitats cercanos; de esta manera y con base en el uso del hábitat y movimiento de los organismos a una escala del paisaje, en este caso compuesto por parches de variedad de tipos de hábitat o coberturas de vegetación

correspondientes a zonas de bosque secundario, áreas en diferentes etapas de regeneración, áreas inundables y ecosistemas antropogénicos como potreros, cultivos, sistemas silvopastoriles y agroforestales fue posible encontrar un porcentaje determinado de especies asociadas a éstos, determinando la existencia de especies generalistas y que pueden utilizar distintos tipos de parches, (hecho que puede sustentarse con los resultados obtenidos a través de la prueba estadística Q-Cochran, la cual permitió establecer la inexistencia de preferencias hacia los fragmentos por parte de la diversidad aviar); y otras especialistas asociadas a cierto tipo de cobertura vegetal, hecho que puede explicarse teniendo en cuenta las características morfológicas de los organismos relacionadas con la estructura física del hábitat; restricciones fisiológicas relacionadas con el ambiente climático dentro del hábitat; factores ecológicos y bióticos como competencia, depredación, parasitismo y mutualismo, además de la distribución de recursos en el espacio y en el tiempo; hechos que evidencian una percepción de la heterogeneidad del paisaje y la definición del hábitat como conceptos dependientes de la escala a la cual funciona cada especie y los movimientos que pueda realizar (Kattan & Naranjo, 2008).

En relación a lo anterior es importante mencionar como se ha encontrado en otros estudios, que en los ambientes tropicales, los hábitats modificados son muy importantes para una gran cantidad de especies, principalmente carnívoras, granívoras e insectívoras ya que de forma temporal o permanente proveen de dichos recursos dependiendo de su fenología y estacionalidad (Loiselle & Blake 1994). Por otro lado, los hábitats con una estructura de vegetación más compleja y formada por varios estratos de cobertura se presentan principalmente especies de hábitos insectívoros, frugívoros y nectarívoros (Rappole *et al.* 1993). Los resultados obtenidos en concordancia muestran que los hábitats modificados (potreros, pastizales, sistemas silvopastoriles-agroforestales) presentaron una proporción menor de especies frugívoras y nectarívoras y una mayor de especies e individuos de hábitos carnívoros y granívoros, comparados con los hábitats originales (bosque secundarios, en regeneración) donde fueron mayores las proporciones de especies e individuos de hábitos frugívoros, nectarívoros e insectívoros, siendo más representativas especies propias de las familias TROCHILLIDAE, TYRANNIDAE Y THRAUPIDAE, las cuales responden a la oferta oportuna de recursos alimenticios, producidos por especies florísticas representativas como MELASTOMATACEAE, ASTERACEAE, LAURACEAE, RUBIACEAE y EUPHORBIACEAE y géneros como *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Nectandra*, *Miconia* y *Palicourea* presentes en las zonas de bosque y de forma general al hecho de poseer una mayor estratificación tanto horizontal como vertical con respecto a otros hábitats, lo que genera una mayor disponibilidad de nichos ecológicos, ya que la estructura vegetal determina la cantidad y distribución de los recursos que utilizan las aves (Blake & Loiselle 1991, McIntyre 1995, Villard *et al.* 1999).

Lo anterior indica de alguna manera que la pérdida de hábitats originales influye directamente en la presencia, abundancia y persistencia de especies (Kattan *et al.* 1994) ya que éstos parecen ser atractivos para un mayor número de especies de aves, ya que tanto la riqueza como la diversidad fueron más altas en estos tipos de hábitat y por lo tanto en las Reservas con mayor presencia de los mismos. Los hábitats modificados (pastizales, potreros, cultivos, sistemas silvopastoriles-agroforestales) tuvieron una importante contribución a la riqueza de especies de aves en las áreas de estudio, ya que proporcionan sitios de percha, refugio y recursos alimenticios.

Como se logró obtener a través de esta investigación un porcentaje importante de especies e individuos se observaron ocupando espacios abiertos (potreros/pastizales), barreras vivas y árboles dispersos (Sistemas agroforestales), principalmente; sistemas implementados en las áreas de reserva y que son utilizados como sombra y forraje para el ganado, obtención de madera para cercas y combustible e indirectamente como refugio para aves silvestres comunes y migratorias que utilizan estos sistemas como un medio que facilita su desplazamiento ya que permiten la conectividad de estas zonas con otros hábitat como los remanentes o fragmentos de bosque cercanos; como los sugieren varios estudios estos hábitat por sus características biofísicas pueden ofrecer las condiciones para el establecimiento de especies con requerimientos de hábitat menos específicos fuera de la época reproductiva; suelen ser muy atractivos para una gran cantidad de individuos y especies, y además, pueden soportar altas densidades, ya que proveen recursos alimenticios, sitios de percha y refugio; y las tasas de movimiento son significativamente más frecuentes a lo largo de corredores conectados con hábitats originales o con otros corredores. En el caso donde se conserva el hábitat original, la complejidad de la vegetación proporciona sitios alternos para algunas especies, compensando parcialmente la fragmentación y permitiendo la persistencia de especies residentes y migratorias (Naranjo, 2006; Hass 1995, Machtans *et al.* 1996; Morales 2002).

La presencia de estas especies sugiere que este tipo de agroecosistemas juega un papel importante en la conservación de la avifauna. Teniendo en cuenta que la expansión de la frontera agrícola es un hecho tangible y permanente para el cual se debe contemplar el uso adecuado de las prácticas agropecuarias, que permita la conservación y uso sostenible de los recursos naturales; los sistemas agroforestales y silvopastoriles proveen un importante apoyo a las actividades de conservación de plantas y animales silvestres en estos paisajes antrópicos. La disponibilidad de alimento para muchas especies en estos sistemas es considerable y la compleja estructura de la vegetación provee sitios de anidación para muchas otras, lo mismo que mejor protección contra depredadores que en sistemas agropecuarios más simples.

CONCLUSIONES

- A través de esta investigación se logró determinar la importancia de las Reservas Naturales de la Sociedad civil del Nodo Quindicocha como hábitat de un número representativo de especies de aves de importancia para la Diversidad regional, permitiendo el establecimiento de especies focales o de interés de tipo migratorio y con algún grado de amenaza o riesgo, y dentro de alguna de las categorías AICA; sugiriendo su contribución positiva a la riqueza paisajística del Alto Putumayo, permitiendo a la vez el conocimiento de las especies de aves asociadas, apartes de su comportamiento y distribución, permitiendo el desarrollo de estrategias de conservación de los ecosistemas acordes a los fundamentos de desarrollo sostenible que direccionan la dinámica de dichas áreas protegidas.
- Los resultados obtenidos sugieren que existe una relación directa entre el tamaño, la complejidad - heterogeneidad y la diversidad y riqueza de aves, asociadas a las áreas de estudio, por lo cual se tendrán en cuenta estas variables al momento de proponer e implementar estrategias de conservación y restauración de los ecosistemas presentes en las reservas naturales y en general para la Cuenca alta del Río Putumayo-Valle de Sibundoy.
- El análisis de la Diversidad alfa, beta y gamma permitió determinar la importancia de mantener la riqueza específica a cada una de las reservas naturales y el reemplazo de las especies entre éstas, ya que en conjunto pueden aportar de manera significativa a la diversidad regional, teniendo en cuenta los efectos producidos por los procesos de fragmentación que pueden incidir notoriamente en el comportamiento de la comunidad aviar y por ende en la riqueza, diversidad y distribución de las especies registradas.
- Al determinar los patrones de distribución de la comunidad aviar mediante la identificación de procesos de especificidad o complementariedad de las especies registradas para los fragmentos estudiados se encontró que no existen preferencias por parte de las especies de aves hacia los fragmentos y un porcentaje de complementariedad relativamente bajo, lo cual sugiere la existencia de especies generalistas que pueden utilizar diferentes tipos de hábitat, lo cual sugiere la necesidad de estimar esfuerzos en la creación y fortalecimiento de áreas de reserva con representatividad de ecosistemas estratégicos y especies de interés que contribuyan a la diversidad beta.
- Los índices de complejidad y heterogeneidad obtenidos sugieren la existencia de hábitats más heterogéneos que complejos, hecho que puede explicarse teniendo en cuenta la intervención antrópica actual asociada a las áreas de Reserva consolidando fragmentos con diferentes tipos de cobertura vegetal y con cierto grado de conectividad estructural y funcional que permiten la

posibilidad de un intercambio constante de la fauna entre zonas aledañas, facilitando el aprovechamiento de los recursos que ofrezcan otros hábitats cercanos.

RECOMENDACIONES

- La obtención de la información suministrada a través de esta investigación contribuye en la medida en que los resultados obtenidos sean la base para dirigir los diferentes procesos de conservación adelantados en las Reservas Naturales y en general en la Cuenca alta del Río Putumayo, mediante la instauración de actividades dirigidas a la restauración de los ecosistemas que albergan especies florísticas y faunísticas, entre éstas las aves, de primordial interés y que contribuyen al mantenimiento de la diversidad paisajística y/o regional.
- Se sugiere la creación y fortalecimiento de áreas de Reserva Natural con representatividad de ecosistemas principalmente bosques, páramos y humedales, ya que como se ha evidenciado a partir de este estudio estos contribuyen en el incremento de la diversidad y riqueza aviar y que actualmente pueden considerarse vulnerables ya que su fisonomía ha sido modificada desde años atrás para el aprovechamiento agrícola y pecuario, pero que aún y bajo su estado actual han permitido el establecimiento de un número importante de especies, principalmente residentes, migratorias y con alguna categoría de amenaza o dentro de alguna categoría AICA. De igual manera estimar esfuerzos en áreas representativas respecto al tamaño y la vocación (Productiva o de conservación), con el fin de proponer estrategias reales que contribuyan al incremento de la diversidad entre hábitats y a la diversidad regional.
- Es importante proponer e instaurar procesos de conservación y restauración ecológica que permitan la confluencia de hábitats naturales y modificados, ya que como se logró evidenciar estos cumplen un papel estructural y funcional a nivel paisajístico, en el cual la diversidad de aves está vinculada a la diversidad del paisaje, por lo que la conservación de este último aseguraría la conservación de la diversidad aviar y de otras especies y recursos asociados.
- La conectividad entre las áreas de reserva con otros hábitats potencialmente aprovechables por la diversidad aviar permitirán contrarrestar algunos de los efectos causados por la fragmentación, mediante el establecimiento de sistemas potenciales como corredores y el fortalecimiento de diferentes tipos de hábitat que puedan encontrarse al interior de la matriz (franjas protectoras de microcuencas, relictos de humedal y sucesiones tempranas), que permitan el aprovechamiento de recursos de alimento y refugio, así como el movimiento de las especies, constituyendo una red de conectividad estructural y funcional,(Kattan & Naranjo, 2008), que asegure el mantenimiento del conjunto

de especies de flora y fauna asociadas a las reservas naturales y a los ecosistemas de la Cuenca-Región

- Los datos obtenidos en esta investigación se consideran una base preliminar que permite entender el comportamiento de la diversidad aviar y su relación con la estructura de los hábitats en las reservas naturales, por lo cual se recomienda diseñar e implementar procesos de monitoreo que permitan evaluar de manera constante los criterios básicos de conservación analizados, de acuerdo a los procesos que se vayan implementado y puedan incidir en la persistencia y representatividad de los hábitats y la diversidad aviar.

BIBLIOGRAFIA

ALEXO, A. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. En: *Condor* Vol. 101: 1999. p. 537-548.

ÁLVAREZ, M., UMAÑA, A., CÓRDOBA, S., ESTELA, F. Inventario de la Avifauna presente en las cuencas de los ríos Tapias-Tareas y Aferentes directos al Cauca zona sur, Departamento de Caldas, Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt. Villa de Leyva. 2002. p. 25

ARITA, H.T. & L. LEÓN-PANIAGUA. Diversidad de mamíferos terrestres. En: *Ciencias*, 1993. Número especial 7: 13-22.

AUGUST, P. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. En: *Ecology*: Vol. 64, 1983. p. 1495 – 1507.

BLAKE, J.G. & KARR, J.R. Breeding birds of isolated woodlots: area and habitat relationships. En: *Ecology* Vol. 68. 1987. p. 1724-1734.

BLAKE, J.G. & KARR, J.R. Species composition of bird communities and the conservation benefit of large versus small forests. En: *Biological Conservation* Vol. 30. 1987. p. 173-187, citado por: BLAKE, J.G. Nested Subsets and the Distribution of Birds on Isolated Woodlots. En: *Conservation Biology* Vol. 5, N. 1. 1991. p. 58-66.

BLAKE, J. G. & B. A. LOISELLE. Variation in resource abundance effects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. *Auk* 108. 1991. p. 114-130.

BLAKE, J. G. & B. A. LOISELLE. Birds assemblages in second-growth and old-growth forest, Costa Rica: perspectives from mist nest and point counts. *Auk* 118. 2001. p. 304-326.

BORRERO, J.L, GONZÁLEZ, G, BERNAL, P y HIRSCHHEL, O. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. BIOMAP.

Conservación y Producción sostenible en Reservas Naturales de la Sociedad Civil Nodo Quindicocha de Resnatur. Fundación Opción Putumayo. 2006

COLLAR, N.J., CROSBY, M.J. & STATERSFIELD, A.J. Birds to watch 2: the world list of threatened birds. En: *BirdLife International*, Norwich. 1994; citado por WOLTMANN, S. Comunidades de Aves del Bosque en Áreas alteradas y no

alteradas de la Concesión Forestal la Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Department of Biological Sciences University of Southern Mississippi. Santa cruz, Bolivia. 2000.

COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. En: Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. 1994. 345:101-118, citado por Halffter *et al.* Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol 2. Zaragoza, 2001. p.80.

CORNELL, H.V. & LAWTON, J.H. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. En: *J. Anim. Ecol.* 1992. 61:1-12.

DAVIDOWITZ, G & ROSENZWEIG, M. L. The latitudinal gradient of species diversity among North American grass-hoppers within a single habitat: a test of the spatial heterogeneity hypothesis. En: *Journal of Biogeography*, Vol. 25. 1998. p. 553 – 560.

Diagnóstico biótico Páramo Volcán Chiles. Línea de investigación en biodiversidad. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2004

DI CASTRI, F. & YOUNÈS T. Introduction: biodiversity, the emergence of a new scientific field - its perspectives and constraints. En: *Biodiversity, science and development: towards a new partner ship.* CAB International & IUBS, Cambridge. 1996. p. 1-11.

DUESER R & H. SHUGART. Microhabitats in a forest-floor small mammal fauna. En: *Ecology*, Vol.59. 1978. p. 89 – 98, citado por: PALOMINO, P, *et al.* Diversidad biológica de una Comunidad de Quirópteros y su relación con la estructura del hábitat de Bosque de Galería, Serranía de la Macarena Colombia. En: *Caldasia*: Vol. 18.N. 3. 1996. p. 343 – 355.

Estudio de la Fauna ornitológica del Resguardo Indígena Camëntsá Parte Alta. Cabildo indígena del Pueblo Indígena Camëntsá Biya, Municipio de Sibundoy, Vigencia 2008.

GODRON, M. & R. T. T. FORMAN. Landscape. En: *Disturbance and ecosystems.* Berlín. 1983. p. 11-27, citada por HALFFTER, G, *et al.* Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Zaragoza: CYTED, ORC & /UNESCO & SEA, 2001. p. 82

GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematic.* 2003. 34:1-26.

GROVES, C. R., D. B. JENSEN, L. L. VALUTIS, K. H. REDFORD, M. L. SHAFFER, J. M. SCOTT, J. V. BAUMGARNER, J. V. HIGGINS, M. W. BECK & M. G. ANDERSON., 2002. Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. *BioScience* 52(6):499-512.

FAHRIG, L. Effects o Habitat Fragmentation on Biodiversity. Institute of Biology, Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada. 2003.

FAVILA, M. E. & G. HALFFTER. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. En: *Acta Zoológica Mexicana*, Vol. 72. 1997. p. 1- 25.

FEINSIGER, P. El diseño de estudios de campo para la Conservación de la Biodiversidad. Bolivia: Wildlife Conservation Society.

Fundación Opción Putumayo, 2006; POT Valle de Sibundoy, 2006.

HALLE, F., OLDEMAN, R & TOMLINSON, P. Tropical trees and forest: an architectural analysis. Springer. Berlín. 1978. p. 254-256, citado por MELO, O & VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de Ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002. p. 235.

HALFFTER, G. A strategy for measuring landscape biodiversity. En: *Biology Internacional* Vol. 36. 1998. p. 3-17.

HALFFTER, G, et al. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Zaragoza: CYTED, ORC & /UNESCO & SEA, 2001. p. 82

HARPER, J.L. & HAWKSWORTH. D.L. Biodiversity: measurement and estimation preface. En: *Biodiversity: measurement and estimation*. The Royal Society, London. 1995. p. 5-12.

HARRISON, S., S. ROSS & J. H. LAWTON. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *J.Anim. Ecol.* 67:151-158.

HASS, C. A. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conserv. Biol.* 9. 1995. p. 845-854.

KAGEYAMA, P. Y. Revegetacao de areas degradadas: Modelos de consociacao con alta diversidade. En: *II Simposio internacional sobre recuperacao de áreas de gradadas*. Foz de Iguacu. 1994. p. 559 – 576.

KARR, J. R. Structure of avian communities in selected Panama and Illincio hábitats. En: *Ecological Monographs* Vol. 41. 1971. p. 207-233.

KARR, J. R. The avifauna of Barro Colorado Island and the Pipeline Roas, Panama. 1990. p. 183-198.

KATTAN, G., H.,. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. En : Conservation Biology Vol.6. 1994. p. 64-70.

KATTAN, G. H., H. ÁLVAREZ-LÓPEZ & M. GIRALDO. Forest fragmentation and bird extinction: San Antonio eighty years later. Conserv. Biol. 8.1994. p. 138-146.

KATTAN, G.H, et al. Spatial components of bird Diversity in the Andes of Colombia: Implications for designing a Regional Reserve System. Calí. 2006. p. 3.

KATTAN, G & NARANJO, L. Regiones Biodiversas: Herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Talleres de comunicaciones WWF-Colombia. Santiago de Cali. Colombia. 2008. p. 224.

KNIGHT, D. MATTSON & M.E. SOULÉ. 1999. The issue of scale in selecting and designing biological reserves. Pp. 19-37 *In*: M.E. Soulé and J. Terborgh (eds). *Continental Conservation, scientific foundations of regional reserve networks*. Island Press, Washington, D. C.

LACK, D. The numbers of birds species on islands. En: Bird Study. Vol; 16. 1969. p. 193 – 209.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana. p. 64 - 92.

LEVEY DJ Habitat-dependent fruiting behaviour of an understory tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. En: Journal of Tropical Ecology. Vol.6: 1990. p. 409-420, citada por FLOREZ, B, et al. El Uso de Claros de Aprovechamiento Forestal por la Avifauna de Un Bosque Semideciduo Chiquitano de Santa Cruz, Bolivia. En: Hornero. Vol. 17, N. 2. 2002. p. 3-11.

Ley 99 Diciembre 22 de 1993. Sistema Nacional Ambiental. Decreto 1996 Octubre 15 de 1999 Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Bogotá. Colombia.

LOISELLE, A. B. & J. G. BLAKE. Annual variation in birds and plants of a tropical second-growth woodland. Condor 96. 1994. p. 368-380.

MACARTHUR, R. H. Environmental factors affecting bird species diversity. En: The American Naturalist Vol. 48. 1964. p. 387-397, citado por RENJIFO, L. M & ANDRADE, G I. Estudio comparativo de la avifauna entre un área de bosque andino primario y un crecimiento secundario en el Quindío, Colombia. En: Memorias III Congreso ORNITOLOGÍA Neotropical. Calí, 1987. p. 121-127.

MACARTHUR, R. H. & MACARTHUR, J.W. On bird species diversity. En: Ecology Vol. 42. 1961. p. 594-598, citado por NARANJO, L.M. & CHACON, P. Diversidad de Insectos y Aves insectívoros de Sotobosque en Hábitats perturbados de Selva lluviosa Tropical. En: Caldasia Vol.19. Nº 3. 1997. p. 507-520.

MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. The Theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 1967.

MACHTANS, C. S., M. VILLARD & S. J. HANNON. Use of riparian buffer strips as movement corridors by forest birds. Conserv. Biol. 10. 1996. p. 1366-1379.

Mc COY, E.D & BELL, S.S. Habitat Structure: the evolution and diversification of a complex topic. 1991. p. 3 – 27.

MAGURRAN, A. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 1988; citado por: MORENO, C. Métodos para medir la Biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis SEA; Vol. 1. 2001. Zaragoza. p. 80.

MARSDEN, SJ. Changes in bird abundance following selective logging on Seram, Indonesia. En: Conservation Biology Vol.12: 1998. p. 605-611 citado por FLORES, B. El uso de Claros de Aprovechamiento Forestal por la Avifauna de un Bosque Semideciduo Chiquitano de Santa Cruz, Bolivia. En: Hornero Vol. 17 N. 2. 2002. p.3-11.

MASON DJ. Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips and vine cutting. En: Biotropical Vol. 28. 1996. p. 296-309, citado en FLORES, B. El uso de Claros de Aprovechamiento Forestal por la Avifauna de un Bosque Semideciduo Chiquitano de Santa Cruz, Bolivia. En: Hornero Vol. 17 N. 2. 2002. p.3-11.

MATTEUCCI, S & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación, Monografía. Washington: Secretaria general de la OEA. Programa regional de desarrollo científico y Tecnológico.1982.

MCINTYRE, N. 1995. Effects on forest patch size on avian diversity. Landscape Ecol. 10: 85-99.

MIDEROS, M. Comparación de la Complejidad y Heterogeneidad del hábitat en el Santuario de Flora Isla Corota y área circundante de la Laguna de la Cocha, Nariño. Universidad de Nariño. 2006.

MORA, M. NARVAEZ, A. ROSERO, R. Caracterización ecológica del estado actual de La vegetación herbácea terrestre en el Santuario de Flora Isla La Corota. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Programa

de Biología, San Juan de Pasto. Trabajo de investigación. 2000.

MORALES, P. L. Efectos de la modificación del hábitat sobre la avifauna de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y sus alrededores. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F., México 2002..

MURCIA, C. "Edge effects in fragmented forest: implications for conservation". En: *Tree*, Vol.10, N.2. 1995. p. 58-62.

NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. En: *Conservation Biology*, Vol.4. 1990 p. 355 -364.

NORSE, E. A., et al. Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society, Washington, D.C. 1986.

OJEDA, L Espacios urbanos y naturales.Tijuana, 2006.

OLDEMAN, R. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. En: Sutton S.I; Whitmore, T. C. and Chadwick, A.C (eds). *Tropical rain forest: Ecology and Management*. Blackwell, Oxford. 1983. P. 139 – 150, citado por MELO, O & VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de Ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002. 235 p.

VILLARD M, TRZCINSKI, M. K. & MERRIAM, G. Fragmentation effects on forest birds: Relative influence of woodland cover and configuration on landscape occupancy. En: *Conserv. Biol.*1999. Vol. 13: p. 774-783.

OSORIO, M.A. Ecología, (on line) 1997. (Citada el 11 de Mayo de 2006).

Plan Básico de Manejo Ambiental y Social de la reserva forestal protectora de la cuenca alta del río Mocoa, 2007.

Plan de Manejo del Corredor Andino Amazónico Páramo de Bordoncillo-Cerro Patascoy, La Cocha, como Ecorregión estratégica para los departamentos de Nariño y Putumayo. Corponariño - Minambiente – Corpoamazonía. 2002

Plan de Manejo de los Humedales de la Parte plana del Valle de Sibundoy. Fundación Cultural del Putumayo – Coorpoamazonía. 2007.

Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca alta-alta del Río Putumayo, Asociación Ampora – Coorpoamazonía - Convenio Andrés Bello. 2008.

Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Municipio de Sibundoy, 2006.

PEARSON, D. L. 1995. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. In: Biodiversity measurement and estimation. D. L. Hawksworth, Ed. Chapman & Hall, London. p. 75-79, citado por HALFFTER, G, et al. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Zaragoza: CYTED, ORC & /UNESCO & SEA, 2001. p. 82.

PEARSON, D. L. & CASSOLA. F. World-wide species richness patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. En: Conservation Biology. Vol.6: 1992. p. 376-391.

PRESSEY, R.L., HUMPRIES, C.L. MARGULES, C.R., VANE-WRIGHT, R & WILLIAMS, P.H. Beyond opportunism: key principles for systematic reserve selection. En: *Trends Ecol.* Vol. 8. 1993. p.124-128.

PRIMACK, R., et al. Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas latinoamericanas. México: Fondo de Cultura Económica, 2001. p. 797.

RALPH, C.J. Hábitat association patterns os forest and steppe birds of Northern Patagonia, Argentina. En: The condor; Vol. 87. 1985. p. 471-483; citado por: TEWS, J, et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. En: Journal of Biogeography. Vol. 31. 2004. p. 79 – 92.

RALPH, J, et al. Manual de Métodos de Campo para el monitoreo de aves terrestres. 1996

RAMIREZ, B. Principios y Métodos en Ecología Vegetal. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas y de Educación. Departamento de Biología, Popayán.1995.

RANGEL & VELAZQUEZ. Métodos de Estudio de la Vegetación. EN: Rangel-Ch. O. Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de Vegetación en Colombia. Santa Fé de Bogotá. 1997.

RAPPOLE, J. H., MORTON, E.S., LOVEJOY, T. E., & RUOS, J.R. Aves migratorias neárticas en los neotrópicos. Conservation and Research Center. National Zoological Park. Front Royal, BC, Canadá 1993.

REED, R.A., et al. Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. En: Conservation Biology Vol. 10. 1996. p. 1098-1107.

REMSEN, J. V. Community organization and ecology of birds of high elevation humid forest of the Bolivian Andes. En: Ornithological Monographs Vol. 36. 1985. p. 733-756, citado por RENJIFO, L. M & ANDRADE, G I. Estudio comparativo de la avifauna entre un área de bosque andino primario y un crecimiento secundario

en el Quindío, Colombia. En: Memorias III Congreso ORNITOLOGÍA Neotropical. Calí, 1987. p. 121-127

RENJIFO, L.M. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. En: Conservation Biology Vol.13., N. 5. 1999. p. 432-449, citada en ALVAREZ, M, et al. Inventario de la Avifauna presente en las Cuencas de los Ríos Tapias-Tareas y Aferentes directos al Cauca Zona Sur, Departamento de Caldas, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Villa de Leiva, 2000. p. 25

RENJIFO, L. M & ANDRADE, G I. Estudio comparativo de la avifauna entre un área de bosque andino primario y un crecimiento secundario en el Quindío, Colombia. En: Memorias III Congreso ORNITOLOGÍA Neotropical. Calí, 1987. p. 121-127.

RENJIFO, L. M., A. M. FRANCO, H. ÁLVAREZ-LÓPEZ, M. ÁLVAREZ, R. BORJA, J. E. BOTERO, S. CORDOBA, S. DE LA ZERDA, G. DIDIER, F. ESTELA, G. CATAN, E. LONDOÑO, C. MÁRQUEZ, M. I. MONTENEGRO, C. MURCIA, J. V. RODRÍGUEZ, C. SAMPER Y W. H. WEBER. 2000. Estrategia Nacional para la Conservación de Aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. ISBN 958.

RICHARDS, F. A flexible growth function for empirical use. En: Journal of Experimental Botany. Vol. 10. N. 29. 1983. p. 290 – 300.

RICKLEFS, R. E. Invitación a la Ecología: La Economía de la Naturaleza. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1998. p.692.

ROJAS, C., I. POVEDA, A. PRIETO, A. RUDAS & M. LUIS. 2003. El tamaño de celda en el análisis de patrones espaciales de la biodiversidad, utilizando sistemas de información geográfica: ¿Un problema de escalas? En MORRONE, J. & J. LORENTE (Eds). 2003. Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de ciencias, UNAM, México, 307 pp.

ROSETO, Y., LOMBANA, M., CALDERON, J. Nuevo registro de *Pseudocolopteryx accutipennis* (Doradito Lagunero) en el Valle de Sibundoy, Putumayo.

ROTBERRY, J.T. & WIENS, J.A. Hábitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. En: Ecology Vol.61. 1980. p. 1228-1250, citada por NARANJO, L.M. & CHACON, P. Diversidad de Insectos y Aves insectívoros de Sotobosque en Hábitats perturbados de Selva lluviosa Tropical. En: Caldasia Vol.19. N° 3. 1997. p. 507-520.

ROUTLEDGE, R.D. 1984. Estimating ecological components of biodiversity. *Oikos* 42:23-29.

SALDAÑA, A & LUSK, C. Influencia de las especies del dosel en la disponibilidad de recursos y regeneración avanzada en un bosque templado lluvioso al sur de Chile. En: *Revista Chilena de Historia Natural*. 2003; 76: 639 – 650.

SÁNCHEZ. P. RIVAS, M. CADENA, A. Diversidad biológica de una comunidad de quirópteros y su relación con la estructura del hábitat de Bosque de galería, serranía de la Macarena, Colombia. En: *Caldasia* 18 (3); 1996. P. 343-355.

SAUNDERS, D.A, et al. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. En: *Conservation Biology* Vol. 5.199. p. 18-32, citada en KATTAN, G., H, et al. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. En: *Conservation Biology* Vol.6. 1994. p. 64-70.

SCHEMSKE, D. W. & BROKAW, N. Treefalls and the Distribution of understory birds in a tropical forest. En: *Ecology* Vol.62. 1981. p. 938-945.

SCHLUTER, D & RICKLEFS, R. Species diversity: an introduction to the problem. En: *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. R. E Ricklefs y D. Schluter, Eds. The University of Chicago Press, Chicago. 1993. P. 1-10, citado por Halffter *et al.* Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 2001. 80 p.

SCHUPP EW, HOWE HF, AUGSPURGER CK Y LEVEY DJ. Arrival and survival in tropical treefall gaps. En: *Ecology* Vol. 70. 1989. p. 562-564

SCOTT, J.M., E.A. NORSE, H.T. ARITA, A. DOBSON, J.A. ESTES, M. FOSTE, B. GILBERT, D. JENSEN, R.L. KNIGHT, D. MATTSON & M.E. SOULÉ. 1999. The issue of scale in selecting and designing biological reserves. Pp. 19-37 En: M.E. Soulé and J. Terborgh (eds). *Continental Conservation, scientific foundations of regional reserve networks*. Island Press, Washington, D. C

SECHREST, W., T.M. BROOKS, G.A.B. da Fonseca, W.R. Konstant, R.A. Mittermeier, A. Purvis, A.B. Rylands & J.L. Gittleman. 2002. Hotspots and the conservation of evolutionary history. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:2067-2071.

SIMPSON, E.H. Measure of diversity. En: *Nature*. 1949. p. 163 – 688, citado por: TEWS, J. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of deystone structures. En: *Journal of Biogeography*. Vol: 31. 2004. p. 79 – 92.

STEFFAN, & TSCHARNTKE, T. Butterfly community structure in fragmented habitats. En: *Ecology letters*, Vol.3. 2000. p. 449 – 456.

STILLES, G. Una guía de Campo de la Estadística para estudiantes de Ecología. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1998. p. 153

STILLES, F. & ROSELLI, L. Evaluando el Estado de Biodiversidad: El caso de la Avifauna de Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. En: Caldasia Vol. 22, N. 1.2000. p. 61-92

STOTZ, D.F., Fitzpatrick, J.W., Parker, T.A. & Moskovits, D.K. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago.1996, citado por WOLTMANN, S. Comunidades de Aves del Bosque en Áreas alteradas y no alteradas de la Concesión Forestal la Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Department of Biological Sciences University of Southern Mississippi. Santa cruz, Bolivia. 2000.

STRATFORD, J.A. & STOUFFER P.C. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. En: Conservation Biology Vol.13, N.6. 1999. p. 1416-1423, citada por WOLTMANN, S. Comunidades de Aves del Bosque en Áreas alteradas y no alteradas de la Concesión Forestal la Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Department of Biological Sciences University of Southern Mississippi. Santa cruz, Bolivia. 2000.

TEWS, J, et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. En: Journal of Biogeography. Vol; 31. 2004. p. 79 – 92.

THIOLLAY, J. M. Altitudinal distribution and conservation of raptors in southwestern Colombia. En: J. Raptor Res. Vol.25. N. 1. 1991. p. 1-8, citada en ALVAREZ, M, et al. Inventario de la Avifauna presente en las Cuencas de los Ríos Tapias-Tareas y Aferentes directos al Cauca Zona Sur, Departamento de Caldas, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Villa de Leiva, 2000. p. 25

THIOLLAY, J. M. Disturbance, selective logging and bird diversity: a Neotropical forest study. Biodiversity and Conservation Vol.6, N. 11.1997. p. 55-1173, citada por WOLTMANN, S. Comunidades de Aves del Bosque en Áreas alteradas y no alteradas de la Concesión Forestal la Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Department of Biological Sciences University of Southern Mississippi. Santa cruz, Bolivia. 2000.

TURNES, M. La Diversidad Biológica: Capítulo 1. (on line). 2005. (citada el 11 de Mayo de 2006)

UNEP. Convention on biological diversity. UNEP - Environmental Law and Institutions Program Activity Centre, Nairobi. 1992, citado por HALFFTER, G, et al. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Zaragoza:

CYTED, ORC & /UNESCO & SEA, 2001. p. 82

VESTER, H. & SALDARRIAGA, J. Algunas características estructurales, arquitectónicas y florísticas de la sucesión secundaria sobre terrazas bajas en la región de la Araracuara (Colombia). En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 46. N.1 y 2. 1993. P. 17-47, citado por MELO, O & VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de Ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002. 235 p.

VILLAREAL, H., ALVARÉZ, S., CÓRDOBA, F., TOBAR, G., FAGUA, F., GAST, H., MENDOZA, M., OSPINA & UMAÑA. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Colombia. 2004. 236 p.

WHITTAKER, R. H. Evolución and measurement of species diversity. En: Taxon Vol.21. 1972. p. 213-251.

WHITTAKER, R. H. Evolution of species diversity in land communities. En: Evolutionary Biology, citada por HECTH, M. K., et al. New York. Plenum Press 1977. p. 1 - 67.

WHITMORE, T.C. Tropical Rain Forest of the Far East. Clarendon. New York. 1975P. 16 – 18, citado por MELO, O & VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de Ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002. 235 p.

WIENS, J.A. The ecology of bird communities. Cambridge University Press, Cambridge. 1994, citado por TEWS, J, et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. En: Journal of Biogeography. Vol. 31. 2004. p. 79 – 92.

WILLIAMS, G., Los bordes de selvas y bosques. En: Ciencia y desarrollo, Vol.17., N.97: 1991. p. 65-71.

WILLIS, E.O. Conservation, subdivision of reserves, and the anti-dismemberment hypothesis. En: Oikos Vol 42. 1984. p. 396-398.

WILLSON, M.F & DIAZ, I. Fragmentación del Bosque Templado y las Aves del Sur de Chile, citada por PRIMACK, R., et al. Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas latinoamericanas. México: Fondo de Cultura Económica, 2001. p. 202.

Anexo A. Georeferenciación de los plots o unidades de muestreo para las zonas de estudio.

Reserva Natural	Plots	Coordenadas
La Palmita-Buenavista	1	N. 01°11'53.4" – W. 076°52'34.5"
	2	N. 01°11'53.6" – W. 076°52'34.5"
	3	N. 01°11'54.9" – W. 076°52'37.1"
	4	N. 01°11'54.9" – W. 076°52'37.1"
	5	N. 01°11'58.2" – W. 076°52'33.9"
	6	N. 01°11'58.0" – W. 076°52'33.9"
	7	N. 01°11'56.6" – W. 076°52'29.8"
La Porra	1	N. 01°12'56.2" – W. 076°12'56.2"
	2	N. 01°12'56.5" – W. 076°54'22.6"
	3	N. 01°12'58.0" – W. 076°54'23.3"
	4	N. 01°12'55.7" – W. 076°54'23.3"
	5	N. 01°12'55.3" – W. 076°54'23.9"
	6	N. 01°12'56.1" – W. 076°54'21.8"
	7	N. 01°12'54.2" – W. 076°54'22.8"
Buenoy	1	N. 01°10'55.8" – W. 076°00'23.3"
	2	N. 01°10'56.5" – W. 076°00'23."
	3	N. 01°10'56.7" – W. 077°00'23.0"
	4	N. 01°11'01.3" – W. 077°00'24.1"
	5	N. 01°10'55.8" – W. 076°00'23.3"
	6	N. 01°10'55.8" – W. 077°00'19.1"
	7	N. 01°10'55.1" – W. 077°00'41.1"
La Virginia	1	N. 01°06'45.3" – W. 076°58'00.1"
	2	N. 01°06'46.2" – W. 076°58'00.1"
	3	N. 01°06'43.3" – W. 076°57'54.3"
	4	N. 01°06'47.1" – W. 076°57'55.8"
	5	N. 01°06'47.1" – W. 076°57'55.7"
	6	N. 01°06'49.2" – W. 076°57'56.4"
	7	N. 01°06'54.7" – W. 076°57'01.7"

Anexo B. Listado general y uso de hábitat de las especies de aves registradas en cuatro Reservas Naturales de la Sociedad Civil del Nudo Quindicocha, Valle de Sibundoy, Putumayo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	RESERVAS					COBERTURAS				
			LPB	LP	B	LV	MR	P	B	C-SA	R-Q	H
TINAMIDAE	<i>Nothocercus julius</i>	Gallineta	0	0	0	1			X			
ANATIDAE	<i>Anas geórgica</i>	Pato pico de oro	0	0	1	1		x				x
ANATIDAE	<i>Anas discors</i>	Pato careto	0	0	1	1		x				x
CRACIDAE	<i>Penelope montagnii</i>	Pava	0	0	1	0			X			
CRACIDAE	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava maraquera, ficha	1	0	0	1			X			
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garzita del ganado	0	0	1	1		x				
ARDEIDAE	<i>Butorides striata</i>	Garzita rayada	0	0	0	1						x
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza real	0	0	0	1		x			x	x
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Guala	1	1	0	1		x				
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo	1	1	1	1		x	X	x	x	
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo magnirrostris</i>	Gavilán	1	1	1	1	x	x	X	x		
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo platypterus</i>	Águila migratoria	0	1	1	1			X			
FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquinga	0	1	1	1		x				
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	1	0	1	0		x				
FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	Falco peregrino	0	1	0	0			X			
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Alcarabán	1	1	1	1		x			x	x
SCOLOPACIDAE	<i>Tringa flavipes</i>		0	0	0	1					x	
SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularius</i>	Meneaculito	0	0	0	1					x	x
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>	Torcaza de campanario	0	1	0	1		x				
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas fasciata</i>	Torcaza collareja	1	1	1	1	x		X			
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza naguiblanca	1	1	1	1	x	x	X	x		
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>	Caminera rabiblanca	1	0	0	0			X			
COLUMBIDAE	<i>Geotrygon frenata</i>	Paloma bigotuda	1	0	0	0			X			
PSITTACIDAE	<i>Pionus chalcopterus</i>	Cotorra maicera	1	1	1	1			X	x		

CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	0	0	1	0	x			x
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Piojosas	0	0	0	1	x			
TYTONIDAE	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	0	0	1	0	x			
STRIGIDAE	<i>Ciccaba virgata</i>	Buho	0	1	0	0			X	
APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	0	1	0	0			X	
TROCHILIDAE	<i>Phaethornis syrmatorophorus</i>	Ermitaño leonado	1	0	0	0	x		X	
TROCHILIDAE	<i>Amazilia sp.</i>	Colibrí	0	0	1	0	x			
TROCHILIDAE	<i>Doryfera ludovicae</i>	Pico de lanza frentiverde	1	0	1	0	x		X	
TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Esmeralda coliazul	0	1	0	0			X	
TROCHILIDAE	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí pepochunteado	1	1	1	1			X	
TROCHILIDAE	<i>Colibri thalassinus</i>	Chillón verde	1	1	1	1	x		X	
TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	Chillón común	1	1	1	1	x		X	x
TROCHILIDAE	<i>Coeligena torquata</i>	Colibrí navideño	1	1	1	1	x		X	
TROCHILIDAE	<i>Heliangelus exortis</i>	Heliangelus belicoso	1	0	0	1			x	
TROCHILIDAE	<i>Lesbia victoriae</i>	Cometa colinegro	1	0	1	1			x	
TROCHILIDAE	<i>Lesbia nuna</i>	Cometa coliverde	1	1	1	1	x		x	x
TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	Metalura colirrojo	1	0	1	0			x	
TROCHILIDAE	<i>Agelaiocercus kingi</i>	Silfo coliverde	0	1	1	0			x	
TROCHILIDAE	<i>Chaetocercus heliodor</i>	Colibrí abeja	1	1	1	0			x	
MOMOTIDAE	<i>Momotus momota</i>	Barranquero	1	1	1	1	x		x	
RAMPHASTIDAE	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancito esmeralda	1	0	1	1			x	
RAMPHASTIDAE	<i>Andigena nigrirostris</i>	Tucán	0	1	1	0			x	
PICIDAE	<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero	0	0	1	0			x	
PICIDAE	<i>Piculus rivolii</i>	Carpintero rojo	1	1	1	1	x		x	
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis azarae</i>	Pis cuis	1	1	1	1	x		x	x
FURNARIIDAE	<i>Margarornis squamiger</i>	Corretroncos perlado	1	0	0	1	x		x	
FURNARIIDAE	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	Trepador montañero	1	0	1	1	x		x	
FOMICARIIDAE	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Compra pan	1	1	1	1			x	x
FOMICARIIDAE	<i>Scytalopus spillmanni</i>	Reloj	1	0	1	1			x	

TYRANNIDAE	<i>Elaenia pallatangae</i>	Elaenia serrana	1	1	1	1	x	x	x	x			
TYRANNIDAE	<i>Elaenia albiceps</i>		0	0	1	1			x			x	
TYRANNIDAE	<i>Elaenia frantzii</i>	Elaenia montañera	1	1	1	1			x				
TYRANNIDAE	<i>Sayornis nigricans</i>	Atrapamoscas	1	1	1	1	x	x				x	
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas pechirrojo	0	0	1	1	x					x	
TYRANNIDAE	<i>Serpophaga cinérea</i>	Salta arroyos	1	1	1	1	x					x	
TYRANNIDAE	<i>Pseudocolopteryx accutipennis</i>	Doradito lagunero	0	0	0	1						x	
TYRANNIDAE	<i>Mionectes striaticollis</i>	Mionectes estriado	1	1	1	1			x				
TYRANNIDAE	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Atrapamoscas canela	1	1	1	1	x		x				
TYRANNIDAE	<i>Contopus sp</i>		1	0	1	1			x				
TYRANNIDAE	<i>Contopus fumigatus</i>	Atrapamoscas	1	1	1	1	x		x				
TYRANNIDAE	<i>Octhoeca cinnamomeiventris</i>	Pitajo torrentero	1	1	1	1	x						
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Atrapamoscas capinegro	0	1	0	0			x				
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus cephalotes</i>	Atrapamoscas montañero	1	1	1	1	x		x				
COTINGIDAE	<i>Pipreola riefferii</i>	Monjita	1	0	1	1			x				
VIREONIDAE	<i>Vireo leucophrys</i>	Verderon montañero	1	1	1	1			x				
CORVIDAE	<i>Cyanoliza armillata</i>	Urraca	1	0	0	0	x						
HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azul y blanca	1	1	1	1			x				
HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina ahumada	1	1	1	1			x				
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina migratoria	0	0	0	1						x	
TROGLODYTIDAE	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Cucarachero pechigrís	1	1	1	1	x		x				
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	1	0	1	1	x		x				
CINCLIDAE	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Mirlo acuático	0	0	1	1						x	x
TURDIDAE	<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario andino	0	1	1	1			x				
TURDIDAE	<i>Turdus serranus</i>	Mirra serrana	1	1	0	0			x				
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	Chiguaco	1	1	1	1	x	x	x	x	x		
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Mirra	1	1	1	1	x	x					
THRAUPIDAE	<i>Sericossypha albocristata</i>	Pájaro polla	0	0	1	1			x				

THRAUPIDAE	<i>Hemispingus superciliaris</i>	Hemispingus cejiblanco	0	1	0	0	x					
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	0	1	1	1	x	x	x			
THRAUPIDAE	<i>Thraupis cyanocephala</i>	Azulejo montaño	1	1	1	1	x		x			
THRAUPIDAE	<i>Buthraupis montana</i>	Azulejo real	1	0	0	0				x		
THRAUPIDAE	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	Clarinero lacrimoso	1	0	1	1				x		
THRAUPIDAE	<i>Dubusia taeniata</i>	Dubusia diadema	1	0	0	0	x		x			
THRAUPIDAE	<i>Pipraeidea melanonota</i>	Viuvá de antifaz	0	1	1	1	x		x			
THRAUPIDAE	<i>Tangara labradorides</i>	Tangara verde plata	1	0	0	0				x		
THRAUPIDAE	<i>Tangara nigroviridis</i>	Tangara berilina	1	0	0	0					x	
THRAUPIDAE	<i>Tangara vassorii</i>	Tangara azul y negra	1	1	1	1	x		x			
THRAUPIDAE	<i>Tangara heinei</i>	Tangara capirotada	1	1	1	1	x		x			
THRAUPIDAE	<i>Conirostrum albifrons</i>	Conirrostró capirotado	1	0	0	0				x		
THRAUPIDAE	<i>Diglossa humeralis</i>	Diglosa negra	1	1	1	1					x	
THRAUPIDAE	<i>Diglossa albilatera</i>	Diglosa albilatera	1	0	0	1					x	
THRAUPIDAE	<i>Diglossa cyanea</i>	Diglosa de antifaz	1	0	0	0	x			x		
THRAUPIDAE	<i>Piranga rubriceps</i>	Piranga cabeciroja	1	0	0	0					x	
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis sp</i>		0	1	0	0		x				
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis luteola</i>	Sicalis sabanero	1	1	1	1		x				
EMBERIZIDAE	<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero negriblanco	0	1	1	1		x			x	
EMBERIZIDAE	<i>Atlapetes schistaceus</i>	Atlapetes pizarra	1	0	0	0				x		
EMBERIZIDAE	<i>Atlapetes rufinucha</i>	Atlapetes cabecirrufo	1	0	1	0	x			x		
PARULIDAE	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita cabecilistada	1	1	1	1	x			x		
PARULIDAE	<i>Myioborus miniatus</i>	Abanico pechinegro	1	1	1	1	x			x		
PARULIDAE	<i>Myioborus ornatus</i>	Abanico cariblanco	1	0	0	0					x	
PARULIDAE	<i>Myioborus melanocephalus</i>	Abanico sureño	0	1	1	1					x	
PARULIDAE	<i>Basileuterus tristriatus</i>	Araño cabecilistado	1	0	1	1					x	
ICTERIDAE	<i>Sturnella militaris</i>	Soldadito	0	0	0	1						x
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero aliblanco	0	1	0	0						x

RESERVAS: **LPB:** Reserva Natural La Palmita Buenavista. **LP:** Reserva Natural La Porra. **B:** Reserva Natural Buenoy. **LV:** Reserva Natural La Virginia.

HÁBITAT: **MR:** Matorrales y rastrojos. **P:** Pastizales. **B:** Bosques. **C-SA:** Cultivos-Sistemas agroforestales. **R-Q:** Ríos y quebradas. **H:** Humedal.