

**LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL
BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA**

SHIRLEY VIVIANA GIRALDO DUQUE

ASESORES

JUAN CAMILO VILLEGAS PALACIO

NESTOR JAIME AGUIRRE RAMIREZ

FABIO DE JESUS MACIAS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERA AMBIENTAL



GRUPO GEOLIMNA

ESCUELA AMBIENTAL

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

2019

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por sus enseñanzas, constancia y responsabilidad, pilares fundamentales en este camino y Andres Felipe Zapata, por su ayuda y apoyo incondicional, vital para llevar a cabo la ejecución del presente trabajo

Al profesor Juan Camilo Villegas, por los conocimientos compartidos y su disposición durante todo el proceso y al Grupo Geolimna, en especial a los profesores asesores Nestor Aguirre y Fabio Velez, además de los profesores Juan Pablo Serna y Esneddy Hernandez, y los coinvestigadores Adrián Escobar y Diana David, gracias a todos por la oportunidad, aportes y el apoyo en todo el proceso de investigación.

Al comité para el desarrollo de la investigación – CODI de la Vicerractoría de Investigación de la Universidad de Antioquia que financió el proyecto: Caracterización de la biodiversidad en el área de influencia de la reserva natural La Nitrera, Concordia Antioquia Colombia, acta 2017-18389. También quiero agradecer a la Secretaria de Agricultura y Ambiente de la Alcaldía de Concordia.

Y las demás profesores, amigos y compañeros, que no se nombran, pero hacen parte fundamental de mi formación, *“El presente resultado no es un trabajo individual, sino una construcción colectiva”*.

RESUMEN

Los bosques andinos soportan una fuerte presión antrópica, causando degradación al hábitat de la fauna silvestre, lo que evidencia la importancia de entender la variación de la diversidad de aves en términos del uso de la cobertura, asociadas a la recuperación del bosque en los Andes. A partir de la caracterización estructural de la vegetación y la diversidad de aves, se determinó que la diversidad y las características ecológicas de las aves brindan una diferenciación entre la comunidad y el uso de los recursos que ofrece el bosque; permitiendo inferir que la comunidad de aves, son indicadoras del estado sucesional del bosque. Además, las funciones de dispersión y polinización fueron mayor en bosque abierto que en el bosque cerrado, está asociado posiblemente al flujo de energía dentro del ecosistema, a medida que la sucesión va alcanzando un equilibrio dinámico más estable, la función de dispersión y polinización baja, pero aumenta la función de control biológico, común en ecosistemas de estados sucesionales más avanzados, indicando que el metabolismo del ecosistema es capaz de soportar una diversidad mayor de heterótrofos (insectos). Por último, la diversidad de hábitats permite la presencia de especies claves (endémicas, migratorias y en amenaza) que brindan herramientas para la protección y conservación de la biodiversidad.

Palabras claves: Bosques andinos, estructura de la vegetación, diversidad de aves, recuperación del bosque y biodiversidad.

ABSTRACT

The Andean forests are under a strong anthropogenic pressure, causing degradation to wildlife habitat, which demonstrates the importance of understanding the variation of bird diversity in terms of the use of cover associated with forest recovery in Andes. From the structural characterization of the vegetation and the diversity of birds, the diversity and the ecological characteristics of the birds provide a differentiation between the community and the use of the resources offered by the forest, allowing to infer that the bird community is an indicator of the forest successional status. In addition, the dispersion and pollination functions were greater in an open forest than in the closed forest, possibly associated with the energy flow within the ecosystem. As the succession reaches a more stable dynamic equilibrium, the dispersion and pollination function goes down, but the function of biological control increases, common in ecosystems of more advanced successional states, indicating that the ecosystem's metabolism is capable of supporting a greater diversity of heterotrophs (insects). Finally, the diversity of habitats allows the presence of essential species (endemic, migratory and threatened) that provide tools for the protection and conservation of biodiversity.

Key words: Andean forest, vegetation structure, bird diversity, forest recovery and biodiversity.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivo General.....	2
2.2	Objetivos específicos.....	2
3	MARCO TEÓRICO	3
4	AREA DE ESTUDIO	5
5	METODOLOGÍA	7
5.1	Identificación de coberturas.....	8
5.1.1	Área antrópica (AA)	9
5.1.2	Bosque Nativo (BN)	9
5.2	Caracterización estructural de los estados sucesionales del bosque:	12
5.2.1	Pendiente:	12
5.2.2	CAP:.....	13
5.2.3	Aporte de Hojarasca:	13
5.2.4	Apertura de dosel:	13
5.3	Caracterización de la comunidad de aves.....	14
5.4	Asociación entre las características ecológicas y la estructura de la vegetación	15
5.4.1	Funciones ecosistémicas.....	16
6	RESULTADOS.....	17
6.1	Caracterización estructural de los estados sucesionales del bosque	17
6.1.1	Pendiente	18
6.1.2	DAP	19
6.1.3	Aporte de Hojarasca	20

Shirley Viviana Giraldo Duque
**LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD
ECOLÓGICA**

6.1.4	Apertura de dosel	21
6.2	Caracterización de la comunidad de aves.....	23
6.2.1	Representatividad del muestreo	23
6.2.2	Composición y estructura de la comunidad de aves	24
6.2.3	Abundancia	26
6.2.4	Índices de diversidad.....	27
6.2.5	Uso de hábitat.....	28
6.2.6	Caracterización de la comunidad de aves por características ecológicas	29
6.3	Asociación entre las características ecológicas de las aves y la estructura de la vegetación	35
6.3.1	Gremio trófico	35
6.3.2	Estrato de forrajeo	39
6.3.3	Hábitat.....	41
6.4	Herramientas para la conservación del hábitat y las comunidades de aves	43
6.4.1	Especies casi endémicas, registradas en los diferentes estados sucesionales del bosque	43
6.4.2	Especie focal.....	45
7	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	46
8	REFERENCIAS.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización, identificación y descripción de las coberturas existentes en el Parque Natural de la Nitrera.	8
Tabla 2. Localización y asociación por subparcelas de las coberturas asociadas a las aves, de la Nitrera.....	15
Tabla 3. Mediciones estructurales de la PST, PSI, PSA.	17
Tabla 4. Índices de diversidad de las aves para el AA, BA y BC	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de estudio	6
Figura 2.	Síntesis de la metodología	7
Figura 3.	Diseño de parcelas del muestreo de la estructura de la vegetación en el Parque Natural la Nitrera. Tomado de Castaño Murillo (2009)	10
Figura 4.	Pendiente (perfil del terreno) en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul)	18
Figura 5.	Distribución diamétrica en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul).	19
Figura 6.	Área basal en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul).	20
Figura 7.	Hojarasca a) número de hojas en promedio en la PSA y PSI y b) peso húmedo en promedio, en la PSA (color azul) y PSI (color verde), no se incluye PST (color amarillo), porque las medidas no son comparables.	21
Figura 8.	Apertura de dosel (color amarillo) vs cobertura de dosel (color verde) en la PST, PSI y PSA	22
Figura 9.	Curva de acumulación de especies, para las unidades de muestreo	23
Figura 10.	a) Área antrópica vs Bosque y b) Bosque abierto (BA) vs Bosque Cerrado (BC).	25
Figura 11.	Abundancia relativa de las aves más representativas, para el bosque abierto (BA) y el bosque cerrado (BC)	26
Figura 12.	Asociación de la diversidad de aves, para las unidades de muestreo en el Parque Natural la Nitrera	28
Figura 13.	Uso del hábitat de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.	28
Figura 14.	Representación de las aves en el AA, por abundancia (barras verdes) y riqueza (barras azules), de las características ecológicas por a) Gremio Trófico, b) Estrato de forrajeo y c) Hábitat.	30

Figura 15. Distribución del gremio trófico principal por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	32
Figura 16. Distribución de los estratos de forrajeo por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	33
Figura 17. Distribución de los hábitats principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	34
Figura 18. Gremios tróficos principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el bosque abierto (barras color verde claro) y bosque cerrado (barras color verde oscuro), en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.	35
Figura 19. Asociaciones para los gremios tróficos de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	37
Figura 20. Funciones ecosistémicas asociadas a las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	38
Figura 21. Estrato de forrajeo por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera	39
Figura 22. Asociaciones para los estratos de forrajeo de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	40
Figura 23. Hábitats principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.....	41
Figura 24. Análisis de clúster para los hábitats principales de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.	42
Figura 25. Especies casi endémicas, indicadoras del estado sucesional del bosque.	44

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Fotografías correspondientes al área antrópica (1,2), al bosque (4,5,6) y senderos ecológicos (3)..... 11

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.

Listado taxonómico de las aves muestreadas en el Parque Natural la Nitrera

ANEXO B.

Características ecológicas de las aves registradas en el Parque Natural La Nitrera

ANEXO C.

Especies endémicas y casi endémicas registradas en el Parque Natural La Nitrera

ANEXO D.

Aves migratorias registradas en el Parque Natural La Nitrera

1 INTRODUCCIÓN

Colombia se caracteriza por tener una alta biodiversidad, siendo las aves uno de los grupos biológicos más representativos, con 1909 especies para el territorio continental e insular del país (Avendaño et al., 2017). Las aves cumplen múltiples funciones ecosistémicas y reflejan la riqueza de un ecosistema por la diversidad de sus especies. Por su sensibilidad frente al ecosistema son consideradas especies indicadoras de cambios en espacios naturales o intervenidos. Las aves ayudan a mantener la estructura, función y composición de los bosques, y éstos a su vez mantienen la diversidad, lo que redundaría en su capacidad para proveer servicios a la sociedad. Por consiguiente, las funciones ecosistémicas asociadas a las aves, como la dispersión de semillas, polinización y control biológico, son elementos claves en el mantenimiento de la función y resiliencia de los ecosistemas y por lo tanto los beneficios que de ellos deriva la sociedad (Sekercioglu 2006, Wenny et al. 2011, citado por: Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

La amenaza a la diversidad afecta no sólo a un grupo biológico, sino que afecta las funciones e interacciones que los organismos cumplen en el ecosistema, poniendo en peligro incluso los mismos servicios ecosistémicos. El entendimiento de las redes de interacciones entre los elementos de un ecosistema constituye una base conceptual para el planteamiento de estrategias de conservación que sobrepasen la problemática individual de una especie y abarquen más el sistema global al que pertenece y su funcionamiento (Ayerbe-Quiñones, 2018). Esto es particularmente relevante en los ecosistemas andinos, de cuyos servicios depende una porción importante de la población colombiana, y que han sido intervenidos por las actividades antrópicas. Un primer paso para identificar estas relaciones ecológicas requiere identificar y plantear relaciones entre grupos claves, como las aves y las características estructurales y ecológicas de bosques, como mecanismo para evaluar la restauración de ecosistemas estratégicos. En este trabajo, usamos la Reserva Natural La Nitrera, ubicada en Concordia, Antioquia como un caso de estudio para explorar cómo varía la diversidad de aves en términos del uso de la cobertura, y si estas variaciones están relacionadas con diferentes etapas de la recuperación del bosque en los Andes. Para ello se propone la siguiente hipótesis: la diversidad de aves varía en términos de la heterogeneidad en la cobertura, asociada al parque Natural La Nitrera, debido a que se relaciona con las necesidades específicas de la avifauna presente en la Reserva, tales como alimentación, refugio y sitios para anidar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Relacionar los atributos ecológicos de un ecosistema en recuperación con la diversidad de la comunidad de aves, como estrategia de conservación de la biodiversidad en bosques andinos.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar estructuralmente los estados sucesionales presentes en la Reserva Natural La Nitrera (Concordia Antioquia).
- ✓ Caracterizar la comunidad de aves en la reserva a partir de sus características ecológicas.
- ✓ Identificar la potencial asociación entre el ensamblaje de la comunidad de aves y las características estructurales de la cobertura vegetal.
- ✓ Identificar herramientas para la conservación del hábitat y las comunidades de aves a partir de estas relaciones.

3 MARCO TEÓRICO

Desde hace décadas se discute que la riqueza de aves está directamente relacionada con la heterogeneidad de hábitat, debido a la presencia de recursos de anidación y alimentación más diversos (Sekercioglu, 2002), hasta tal punto que se plantea que la estructura de la vegetación en general está más estrechamente relacionada a la diversidad de especies de aves que la composición florística (Erdelen, 1984).

El estudio de las comunidades de aves proporciona de manera rápida y confiable una idea acerca del estado de conservación de los hábitats terrestres (Ramos Moreno, Mayor Polanía, Ortiz P, & Tovar Pérez, 2012). En la medida que hay una aproximación al conocimiento de un grupo biológico de un lugar en un espacio y tiempo determinado, permite tener un acercamiento del estado ambiental y ecológico, debido a que estos organismos actúan como indicadores de las condiciones medio ambientales y disponibilidad de recursos. Las aves por ser el grupo animal mejor conocido (Villareal et al., 2004) y Colombia ser el país con mayor diversidad de éstos, se convierte en un interesante grupo tanto para realizar manejo de ecosistemas como estrategias de conservación.

La caracterización del hábitat, se realiza a partir de mediciones estructurales de la vegetación, debido a que se cree que la compleja estructura de la vegetación y una composición florística heterogénea incrementa la diversidad de nichos, y por consiguiente aumenta la diversidad de aves (Díaz, 2005). Por consiguiente para el establecimiento de mediciones estructurales de la vegetación a tener en cuenta se basó en la metodología de un estudio realizado en la Amazonia Central (Cintra, Maruoka, & Naka, 2006) donde verifican cómo la estructura del bosque afecta la aparición y la abundancia de dos especies de aves (Dendrocolaptidae), las dos especies difieren en la ecología, por lo que usan varias mediciones estructurales realizando algunas adaptaciones a la metodología, las cuales consideramos pertinentes para nuestro estudio. Además, para relacionar las mediciones estructurales de la vegetación y la presencia de avifauna se basó en los siguientes criterios: 1) Las áreas con mayor abundancia de árboles pueden usarse más intensamente para anidar, buscar alimento o incluso buscar refugio (Cintra et al., 2006); 2) el aporte de la hojarasca, aumenta la actividad biológica del suelo (Brussaard, 1998) y 3) la apertura del dosel, influye en el éxito reproductivo de las aves del bosque (Stratford & Sekercioglu, 2015). Por último, para caracterizar los nichos de las aves, se agrupan en torno a tres características ecológicas, como el gremio trófico de preferencia, estrato de forrajeo y el hábitat principal. A partir de la agrupación de las aves en torno a

características ecológicas, en tipos de coberturas, se busca que ésta potencial asociación refleje el estado biótico o abiótico del ambiente.

Actualmente, aunque no es muy estudiada la relación entre las aves y la estructura de la vegetación, algunos estudios han explorado la posibilidad de usar las aves como un grupo indicador de atributos del bosque a partir de la variación de sus condiciones ecológicas. Éste ejercicio se ha desarrollado, por ejemplo, en bosques húmedos de la cuenca media del Rio Magdalena, donde a partir de diversidad taxonómica y funcional del ensamblaje de aves y la estructura de vegetación en cuatro estadios de sucesión secundaria del bosque, encontraron que en la medida que se obtienen mayor complejidad estructural, se asocian con una mayor cantidad de especies con preferencia de hábitat de interior de bosque y un aumento de los gremios tróficos nectarívoros y frugívoros (Salas-Correa & Mancera-Rodríguez, 2018).

Por último, vale la pena mencionar que, para generar estrategias para la conservación del hábitat y las comunidades de aves, es importante realizar inventarios de las especies de animales dependientes de los bosques andinos que persisten en tales fragmentos para poder entender los requisitos para su conservación (Stiles & Rosseli, 1998), su funcionalidad ecosistémicas, y las interacciones con el ambiente.

4 AREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en Parque Natural La Nitrera, un área de reserva de carácter local donde se encuentra el embalse La Nitrera, que surte el acueducto municipal del municipio de Concordia, en el suroeste antioqueño. El Parque cuenta con 101,5 hectáreas de extensión y se configura en torno al embalse (Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia, 2001). La ubicación aproximada del Parque es 6°1' 54,87'' N; 75° 55' 52,21'' O, con una altitud media de 2161 m.s.n.m. en el nivel del embalse (Coordenadas medidas con GPS, 2015). La zona de vida de la Reserva Forestal La Nitrera corresponde, según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967), a Bosque muy húmedo montano bajo (bmh - MB), con límites climáticos entre los 12 y 18°C de temperatura y entre 2000 y 4000 mm de precipitación anual (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA, 1997). Al embalse llegan tres afluentes (color azul, 0), denominado: La Nitrera, San Luis y Santa Mónica (color azul), cada uno tiene una subcuenca asociada (color amarillo, Figura 1).

En el área de la reserva se presentan las siguientes coberturas sensu Corine Land Cover (IDEAM, 2010): bosque denso bajo de tierra firme, presentando bosques de árboles nativos (Bn), bosque con predominancia de roble (Br), bosque ripario (Br), pastos arbolados (Pa), vegetación acuática sobre cuerpos de agua (Va) y cuerpos de agua artificiales (E).

La historia de sucesión del bosque de la Nitrera inicia en 1978, cuando se hizo el aislamiento de una pequeña franja en la fuente principal, en consecuencia, en el año 1982, debido a una fuerte sequía, algunos líderes proponen planes y programas para enfrentar la escasez del agua, pero sólo en el año 1988, se le dan la asignación presupuestal y se logra materializar, por medio de programas encaminados a la protección de la microcuenca. Entre los objetivos alcanzados de mayor importancia están, la adquisición de predios para la protección de 101,5 ha, además de favorecer las condiciones para la regeneración natural de la vegetación y el repoblamiento de la avifauna, por medio de una reforestación de 50 ha con especies nativas y exóticas, también desarrollan actividades encaminadas a la sensibilización de la comunidad, hacia su entorno natural (Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia, 2001).

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

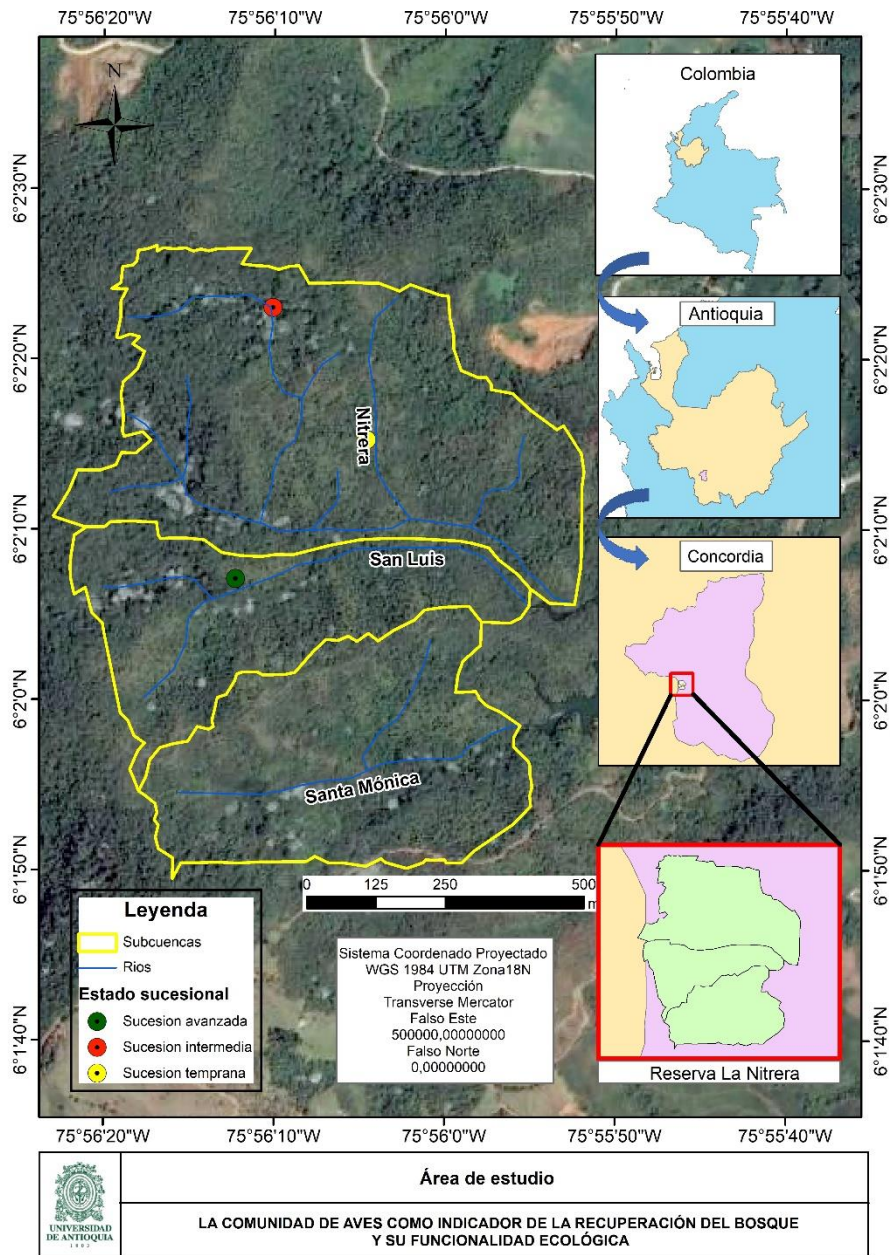


Figura 1. Área de estudio

El Parque Natural La Nítrera, se encuentra ubicado en el municipio de Concordia en el Suroeste Antioqueño, el cual está ubicado sobre la vertiente oriental de la cordillera occidental de Colombia, país ubicado en el Norte de Sur América, en la franja intertropical (Figura 1).

5 METODOLOGÍA

Síntesis de la metodología

En el área de estudio, se parte de un trabajo en campo (color verde) donde se identificaron las coberturas predominantes, se determinan 3 estados sucesionales del bosque y en cada uno se caracteriza la estructura (3 parcelas), además se establecen 5 muestreos de aves, a partir de transectos. Para el pos procesamiento (color azul), se hace una búsqueda en la literatura de la composición taxonómica y características ecológicas relevantes. Finalmente se encuentran las asociaciones (color amarillo) y se proponen medidas de protección y conservación de la biodiversidad (Figura 2).

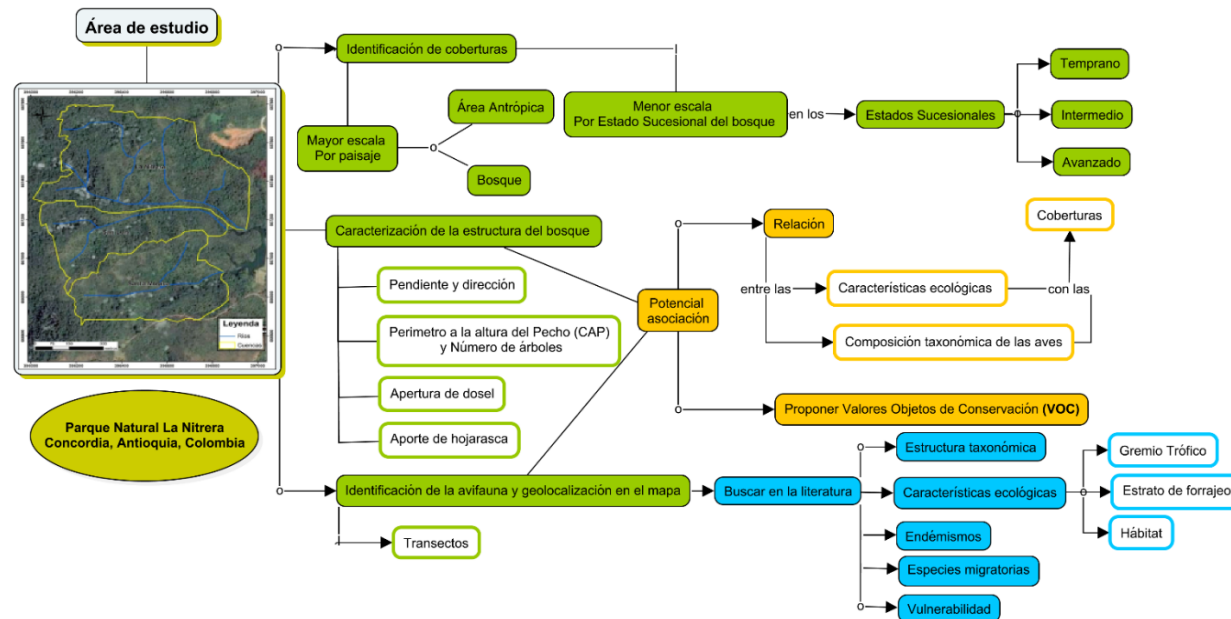


Figura 2. Síntesis de la metodología

5.1 Identificación de coberturas

Para identificar las coberturas predominantes, se realiza un recorrido en transectos realizando la descripción y su respectiva geolocalización (Tabla 1).

Tabla 1. Localización, identificación y descripción de las coberturas existentes en el Parque Natural de la Nitrera.

Latitud	Longitud	Cobertura		Descripción
6,033142	-75,93063	Pastizal	Pa	Área de influencia del embalse
6,031651	-75,933076	Borde del bosque	Bb	Borde de carretera
6,03495	-75,932448	Bosque ripario	Br	Por la quebrada la Nitrera
6,039159	-75,934895	Bosque secundario	Bs	Yarumo blanco
6,032516	-75,930665	Pastizal	R	Inmediaciones del embalse
6,0335583	-75,9343139	Bosque abierto	Ba	Bosque con predominancia de helecho
6,0333611	-75,9336361	Rastrojo	R	Predominancia de helecho
6,0340417	-75,9356972	Rastrojo	R	Rastrojo alto
6,0330556	-75,9321	Borde del bosque	Bb	Bosque secundario temprano, con emergentes
6,0347222	-75,9311111	Sucesión temprana	Ba	Sucesión temprana, muy joven.
6,035	-75,9325	Bosque secundario	Bs	Especies emergentes. Zona muy pendiente
6,0372972	-75,9317333	Estado intermedio de sucesión	Bs	Rastrojo alto con predominio de roble
6,0375	-75,9336111	Claro de bosque	Ba	Dosel abierto
6,0397222	-75,9336111	Robledal maduro	Bs	Sotobosque y el estrato alto, diferenciado
6,039444	-75,9358333	Bosque maduro	Bs	Diferenciación de los estratos
6,036536	-75,936815	Parcela en estado avanzado	Bs	
6,03722222	-75,9327778	Bosque abierto	Ba	Dosel abierto
6,03762	-75,933395	Plantación de robledal	PI	
6,037218	-75,932556	Bosque abierto	Ba	Área abierta
6,037228	-75,93283	Bosque abierto	Ba	Roca
6,039642	-75,93417	Bosque secundario	Bs	Robles
6,038728	-75,933502	Bosque secundario	Bs	Robledal silvestre
6,039474	-75,935832	Bosque secundario	Bs	Parcela intermedia
6,037347	-75,933065	Bosque abierto	Ba	Habitat abierto
6,035364	-75,936279	Bosque abierto	Ba	Área abierta
6,036449	-75,935337	Bosque abierto	Ba	Área abierta
6,039063	-75,935619	Bosque secundario	Bs	
6,037292	-75,932918	Bosque abierto	Ba	Área abierta
6,0397222	-75,9361028	Bosque secundario	Bs	Estado intermedio de sucesión
6,035594	-75,932247	Bosque ripario	Br	Bosque ripario y Borde de bosque

Shirley Viviana Giraldo Duque
**LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD
 ECOLÓGICA**

Latitud	Longitud	Cobertura		Descripción
6,034813	-75,935001	Bosque abierto	Ba	
6,035314	-75,930538	Borde del bosque	Bb	
6,033604	-75,930248	Pastizal	Pa	

A partir de las coberturas se realiza la siguiente clasificación, la primera, corresponde a una mayor escala (Área antrópica y Bosque nativo) y la segunda a una menor escala, se realiza sólo para el bosque, y corresponde a la categorización por estado sucesional (Sucesión temprana, Intermedia y Avanzada), como sigue:

- Área antrópica (AA)
- Bosque Nativo (BN)
 - Estado Sucesional Tempano.
 - Estado Sucesional Intermedio.
 - Estado Sucesional Avanzado.

Descripción de las diferentes coberturas:

5.1.1 Área antrópica (AA)

Se encuentra ubicado en la coordenada 6°1' 54,87'' N; 75° 55' 52,21'' O, con una altitud media de 2161 m.s.n.m. en el nivel del embalse, un área de 16,5 ha. que representa el 16% dentro del parque, con pendientes bajas. Es un área abierta, donde se desarrolla una matriz de paisaje en torno al embalse, las coberturas presentes son: Pastizal (predominancia), jardines, vegetación exótica, árboles frutales y una vivienda. Además, el Parque cuenta con un corredor biótico, representado por bosque nativo (fotografías 1 y 2).

5.1.2 Bosque Nativo (BN)

El bosque nativo se encuentra ubicado en promedio en las coordenadas 6°2' 11,216'' N; 75° 56' 7,213'' O, con una altitud máxima de 2.230 msnm. y mínima de 2.138 msnm, que corresponde a un área de 85 ha. lo que representa el 84% del Parque.

Se identifican diferentes coberturas del BN correspondientes a: bosque secundario, claros de bosque con rastrojo, bordes del bosque y plantación de roble (fotografías 4, 5 y 6).

Además, para el BN se identifican tres estados sucesionales (Temprano, intermedio y avanzado), en los cuales se identifican algunos emergentes. En el

bosque maduro, se identifican claramente diferentes estratos, también con algunos árboles emergentes que dominan el dosel, en promedio están a 20 m de altura, vale la pena mencionar, que estos árboles presentan abundantes epifitas en su corteza.

Por último, para los diferentes estados sucesionales, se establecen 3 parcelas, con la finalidad de realizar una caracterización estructural de la cobertura, como sigue:

5.1.2.1 Parcela en Sucesión Temprana (Figura 1):

Corresponde a un claro del bosque, en las coordenadas $6^{\circ}2'15,24''$ N, $75^{\circ}56'4,47''$ W, en dirección 90° E.

5.1.2.2 Parcela en Sucesión Intermedia (Figura 1):

Corresponde a un fragmento del bosque secundario, ubicado en $6^{\circ}2'23''$ N, $75^{\circ}56'9,97''$ W, a 2.217 msnm., en dirección 36° NE.

5.1.2.3 Parcela en Sucesión Avanzada (Figura 1):

Ubicada en el interior del bosque secundario, en las coordenadas $6^{\circ}2'7,09''$ N, $75^{\circ}56'12,15''$ W, a 2192 msnm., en dirección 11° N.

Diseño de parcelas

La dimensión de las parcelas es de 0,1 ha, la cual se divide en 8 cuadrantes (Figura 3), y se miden los Perímetros a la Altura del Pecho superiores a 5 cm ($CAP > 5\text{cm}$), para la apertura de dosel y el aporte de hojarasca, las respectivas mediciones, se llevan a cabo en cada vértice y en el centro de la parcela.



Figura 3. Diseño de parcelas del muestreo de la estructura de la vegetación en el Parque Natural la Nitrera. Tomado de Castaño Murillo (2009)

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

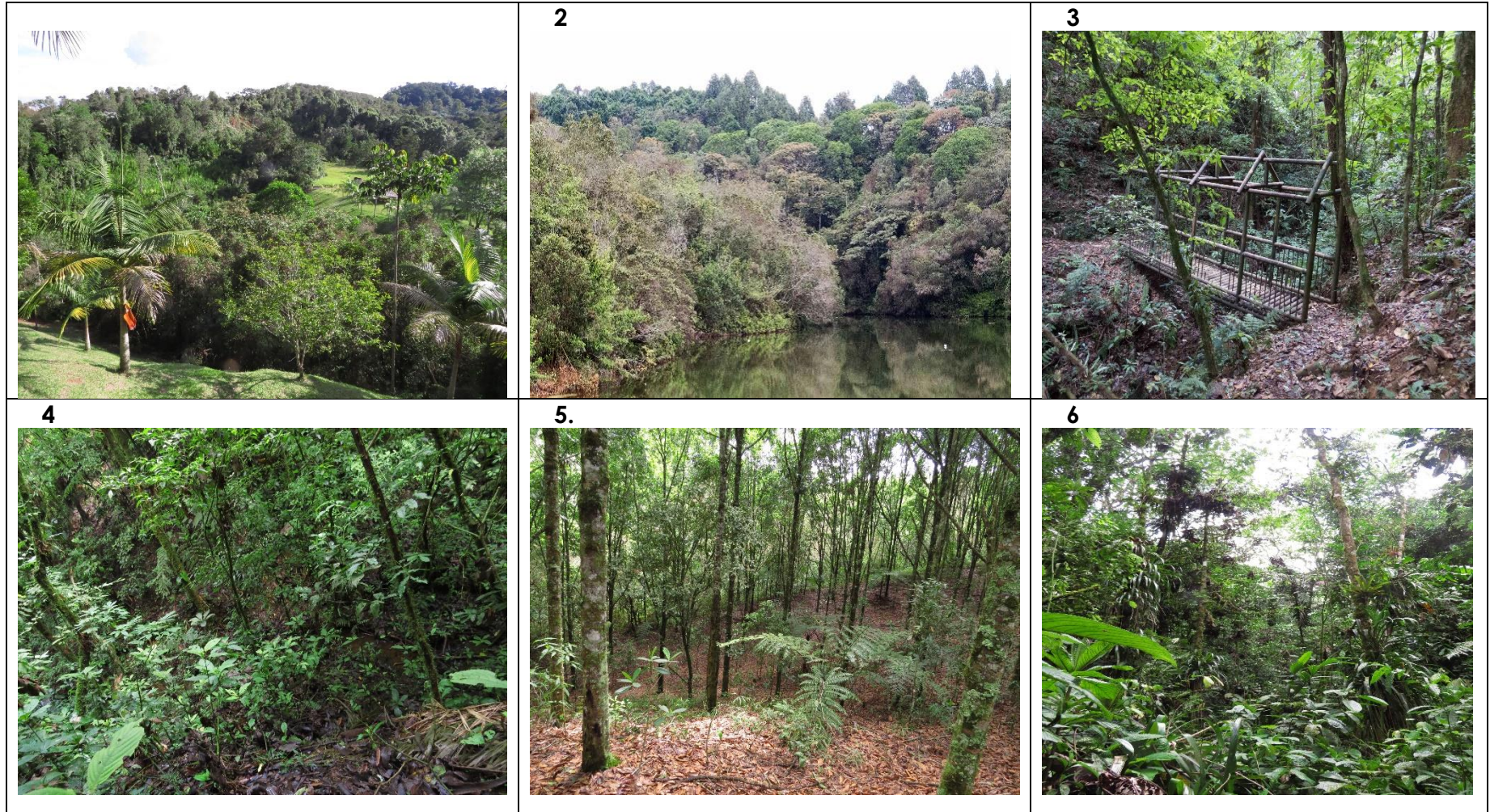


Foto 1. Fotografías correspondientes al área antrópica (1,2), al bosque (4,5,6) y senderos ecológicos (3)

Vale la pena resaltar, que tal como lo muestran las fotografías 1 y 2, la zona asociada al Área Antrópica, cumplen servicios ecosistémicos de tipo culturales, principalmente, debido a que es el área que se desarrolla una matriz de paisajismo que permite a las personas desarrollar actividades de dispersión y disfrute, además el parque cuenta con caminos antiguos de herraduras y senderos ecológicos (fotografía 3) (Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia, 2001), en la zona de influencia del AA (fotografía 3).

El embalse que se encuentra ubicado en el área antrópica, es un cuerpo de agua que brinda el aprovisionamiento del líquido vital a la cabecera municipal (Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia, 2001) (fotografía 2).

En el bosque del Parque, tal como lo indica el esquema de Ordenamiento Territorial, es un suelo de protección forestal, debido a que "*nacen las aguas que surten el acueducto municipal*" (Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia, 2001), por su parte, el bosque brinda servicios ecosistémicos asociados a la regulación hídrica, climática y de los ciclos biogeoquímicos, además del mantenimiento de la biodiversidad (Fotografías 3,4 y 5).

5.2 Caracterización estructural de los estados sucesionales del bosque:

Para caracterizar la estructura vegetal se establecieron tres parcelas, para los diferentes grados de sucesión, con forma circular de 0.1 ha, donde se medirán los Perímetros a la Altura del Pecho (CAP) superiores a 5 cm, cada parcela se divide 8 subparcelas. Las diferentes medidas estructurales que se tomaron fueron:

5.2.1 Pendiente:

las mediciones se realizan partiendo del centro de la parcela, ubicando una cinta a un metro de altura, y se extiende hasta los dos extremos (inferior y el superior), se procede a tomar 5 mediciones (equidistantes entre sí) con el clinómetro (grados de inclinación) y la distancia longitudinal de cada tramo (H). Claramente, la pendiente es una condición del terreno, no una medición estructural de la vegetación, sin embargo, se determinó realizar su medición, aunque sea una medición indirecta, a causa de que, influye en varios aspectos estructurales de la vegetación, como la erosión, humedad, escorrentía, entre otros.

Tratamiento de los datos, con el ángulo hallado en campo (α), se encuentra el ángulo suplementario (β) $\beta = 90 - \alpha$, para representar un perfil del suelo, a partir del ángulo β , se halló la altura relativa (Y), donde $Y = H * \sin \beta$, donde H = distancia longitudinal de cada tramo hallado en campo.

5.2.2 CAP:

medición de cada individuo con un CAP > 5 cm, a la altura de 1,5 m, se establece como un punto óptimo de medida (POM), tal como lo mencionan en el manual de Rainfor (2016), no es la altura vertical sobre el suelo, sino que debería ser la medida como la distancia en línea recta a lo largo del tronco, incluso si éste está inclinado o curvado (Phillips, Baker, Feldpausch, & Roel, 2016).

Tratamiento de los datos, para las mediciones del CAP, se realizó la transformación por medio de la ecuación $DAP = CAP/\pi$. A partir del DAP, se establece la 1) distribución diamétrica y 2) el área basal, el cual se describe a continuación, 1) Para el histograma de frecuencias, estableciendo los intervalos, con base en el rango de valores de la PSA, según la ecuación $C = (X_{max} - X_{min})/m$, donde $C = \text{amplitud del intervalo}$, $X_{max} = \text{valor máximo}$, $X_{min} = \text{valor mínimo}$, $m = 1 + 3,3 (\log N)$ y $N = \text{No. total de individuos}$ (Rangel-Ch & Velázquez, 1997). 2) Para el cálculo del área basal (AB), con base en la ecuación, $AB = \pi/4 * (DAP)^2$ se suma el área basal de toda la parcela y los resultados se extrapolan a una hectárea.

5.2.3 Aporte de Hojarasca:

se registró insertando una hoja de cuchillo en el suelo del bosque y contando el número de hojas muertas empaladas, en las 4 esquinas y en el centro de 8 subparcelas de 1 m², en los vértices y en el centro de la parcela. Esto fue posible para la Parcela en sucesión intermedia (PSI) y avanzada (PSA), pero la Parcela en Sucesión temprana (PST), se estimó la profundidad del mantillo (cm). Posteriormente, en la PSI y en la PSA, la hojarasca se recoge y se pesan.

Tratamiento de los datos, los 5 datos de cada subparcela se promedian y posteriormente los 9 correspondientes a la parcela, para así presentar un dato por parcela.

5.2.4 Apertura de dosel:

En la cual se toman fotografías en el centro y vértices (8) de las subparcelas, con el uso de un lente ojo de pez asociado al celular.

Tratamiento de los datos, a partir de las fotografías por medio de Matlab (Thompson & Shure, 1995), se realizó un conteo de píxeles que reflejen la entrada de luz (blancos y azules) en las parcelas. La apertura de dosel (No. De píxeles que reflejan luz/total de píxeles) de cada fotografía es promediada y se presenta un dato por parcela.

5.3 Caracterización de la comunidad de aves

El método a empleado es la observación directa, por medio de binoculares, cámara fotográfica, grabadora, libreta de campo, lápiz, reloj, GPS y mapa de la zona. Las especificaciones de los equipos son: binoculares Celestion 10 x 50, cámara canon SX 50 y grabadora de voz digital SONY ICD-PX440, para el registro de las especies detectadas se toma nota del número de individuos, coordenadas del punto de detección, fecha y hora del día, entre otros aspectos llamativos en campo (Ralph et al., 1996).

Se establecieron muestreos por transectos, que consiste en registrar las aves mientras se camina a través de un área, para así alcanzar en cada muestreo a dar un recorrido completo al parque, por los senderos ecológicos. Cada transecto corresponde a 3,5 km aproximadamente, con una duración de 6 horas, 3 en las horas de la mañana (7:00 a.m. – 10:00 a.m.) y 3 en las horas de la tarde (3:00 p.m. – 6:00 p.m.). En total fueron 5 muestreos, realizados los días 23 de febrero del 2017, abril 23 del 2017, junio 16 del 2017, julio 18 del 2018 y septiembre 4 del 2018.

El registro e identificación de las aves detectadas tanto visual como auditivamente, es apoyado en las diferentes guías de campo (Guía ilustrada de la Avifauna Colombiana, de Fernando Ayerbe Quiñones (Ayerbe Quiñones, 2018), Guía de las aves de Colombia de Hilty y Brown (Hilty & Brown, 2009), Birds of Northern South America, an identification guide de Robin Restall (Restall, Rodner, & Lentino, 2007) y para la identificación de los cantos se usó la página de Xeno-canto (Xeno-canto, 2010) y para su clasificación taxonómica se sigue el estándar de clasificación del South American Classification Committee (Avendaño et al., 2018), en la última versión que corresponda a los reportes.

Tratamiento de datos, Inicialmente, se genera un listado con las diferentes especies de aves y su clasificación taxonómica (familia, género y orden), paso seguido se realiza una búsqueda de literatura, que permite asociar a cada una, diferentes características ecológicas, como un gremio trófico principal (GT), estrato de forrajeo (EF) y hábitat principal (H). Los diferentes registros (abundancia y riqueza) de las aves, recopilados en los muestreos en campo, se ingresan a ArcGIS, y se le asocian las diferentes categorías ecológicas (GT, EF y H) (Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2011)

Para cuantificar la diversidad se usó el software Biodiversity Pro (versión 2), donde se realiza la curva de acumulación de especies, y se halla el índice de biodiversidad alfa, a partir del índice de Shannon y Simpson, además se encuentra para la diversidad beta, el análisis de cluster de Bray Curtis (McAleece, Gage, Lamshead, & Paterson, 1997)

Finalmente, se asocian los registros de aves (en polígonos), dependiendo del tipo de cobertura, conformando así 13 subparcelas (Tabla 2). Para definir el tipo de cobertura de cada subparcela, se usan los datos tomados en campo (Tabla 1). A partir de las asociaciones por subparcela, los datos se recopilan en matrices por características ecológicas de las aves (GT, EF y H) y se asocian al centroide y se procede a realizar los diagramas. En definitiva, se realizan 6 mapas con su respectiva diagramación (tortas), de riqueza y abundancia para cada característica ecológica (GT, EF, H), en el centro del diagrama de cada parcela se ubica el número de riqueza relativa o abundancia, según corresponda (Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2011).

Vale la pena mencionar que, para la *Grallaria Ruficapilla* los registros fueron obtenidos sólo a partir de vocalizaciones, razón por la cual se decide no calcular su abundancia.

Tabla 2. Localización y asociación por subparcelas de las coberturas asociadas a las aves, de la Nítrera

Longitud	Latitud	Subparcela	Cobertura
-75,929946	6,033401	1	Pa
-75,931508	6,034194	2	Bb (R)
-75,931942	6,036713	3	Bs
-75,933232	6,03741	4	Ba (PI)
-75,934163	6,038771	5	Bs
-75,935759	6,03937	6	Bs
-75,936527	6,036322	7	Br
-75,932241	6,035448	8	Br
-75,933224	6,035145	9	Bs
-75,935002	6,034377	10	Ba
-75,936938	6,03421	11	Bs
-75,93446	6,032923	12	Ba
-75,932983	6,031814	13	Bb

5.4 Asociación entre las características ecológicas y la estructura de la vegetación

Análisis de datos

Para encontrar asociaciones entre la sucesión del bosque y la avifauna, se realizan diagramas de barras para la composición taxonómica y caracterización ecológica (GT, EF y H), por abundancia y riqueza. Además, se realiza el análisis

de cluster de Bray Curtis con los registros de las aves correspondientes a los diferentes estados sucesionales del bosque, para así encontrar potenciales asociaciones con las diferentes características ecológicas.

5.4.1 Funciones ecosistémicas

La funcionalidad ecológica, se determina con base en la metodología propuesta por la guía: "Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres" del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

Se parte de la proporción de los diferentes gremios tróficos (consumidores de invertebrados, frutos, néctar, semillas, carnívoros y omnívoros) en cada asociación del bosque y a partir de éstas se obtienen las funciones ecosistémicas así:

- **Dispersión de semillas:** % aves consumidoras de frutos + % aves consumidoras de semillas
- **Control biológico:** % aves consumidoras de invertebrados + % aves carnívoras + % aves consumidoras omnívoras*.

*Cabe mencionar que la especie, que se le dio la categoría de omnívoro en este estudio es el barranquero (*Momotus aequatorialis*), y ésta especie consume vertebrados e invertebrados, razón por la cual, se asocia al control biológico.

- **Polinización:** % aves consumidoras de néctar.

6 RESULTADOS

6.1 Caracterización estructural de los estados sucesionales del bosque

En la caracterización de la estructura de la vegetación, en cada parcela de 0.1 hectáreas se obtuvieron los siguientes resultados:

- La pendiente de la parcela es mayor para la PSA (77,7%), seguida de la PSI (62,65%) y PST (41,13%), con una mayor varianza en la PSI (Tabla 3).
- El mayor número de individuos de árboles, la PSA (47,4%), continuando con PSI (33,3%) y PST (19,2%), además el DAP en promedio es mayor para el PSA, siguiendo con la PSI y por último PST, sin embargo, la varianza está mayormente representada en la PSA, indicando mayor heterogeneidad en los diámetros (Tabla 3).
- Para la medición de hojarasca, se encuentra en promedio un mayor aporte en la PSA (5,5 uds), con respecto a la PSI (2,7 uds), en cuanto al peso, también es mayor para la PSA (740 gr), que la PSI (640 gr) (Tabla 3). Sin embargo, para la PST, la hojarasca no se mide de la misma manera, debido a que en este caso la hojarasca, es un mantillo constituido principalmente por helecho, razón por la cual las mediciones no son comparables.
- La apertura de dosel, en promedio es mayor para la PST (53,2%), seguido de la PSA (9,5%) y por último la PSI (7,5%), la mayor varianza se da en la PST (Tabla 3), lo que indica mayor heterogeneidad del dosel.

Tabla 3. Mediciones estructurales de la PST, PSI, PSA.

	Variable	n	Valor mínimo	Valor máximo	Media	Varianza
PST	Pendiente (%)	5	21,26%	46,63%	41,13%	1%
	DAP (cm)	101	4,14	24,83	9,8	17,99
	Profundidad de la hojarasca (cm)	9	14,8	58,2	41,6	171,79
	Apertura de dosel (%)	9	31,63%	66,62%	53,18%	1,96%
PSI	Pendiente (%)	5	36,40%	90,04%	62,65%	6%
	DAP (cm)	175	3,5	70,03	11,5	129,48
	Profundidad de la hojarasca (no.)	9	1	5,6	2,71	1,96
	Peso de la hojarasca (gr.)	9	340	1300	640	90700
	Apertura de dosel (%)	9	5,94%	8,54%	7,50%	0,01%
PSA	Pendiente (%)	5	62,49%	93,25%	77,70%	2%
	DAP (cm)	249	1,59	117,77	13,59	186,79

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

Profundidad de la hojarasca (no.)	9	3	9,8	5,5	5,06
Peso de la hojarasca (gr.)	9	400	1000	740	34428
Apertura de dosel (%)	9	7,63%	10,93%	9,51%	0,01%

Las mediciones estructurales tomadas en campo (Tabla 3), para los tres estados sucesionales del bosque, se determina a partir de las mediciones de DAP, la etapa sucesional del bosque. Además, vale la pena resaltar que, la densidad de árboles determina las demás mediciones, como el aporte de hojarasca y apertura de dosel. Por último, es importante resaltar que, tal cómo se indicó inicialmente la pendiente es una medida indirecta de la estructura del bosque.

6.1.1 Pendiente

A partir del valor promedio hallado de las respectivas pendientes asociadas a cada etapa sucesional (Tabla 3), se clasifican con base en la “Clasificación del relieve de acuerdo con el gradiente de las pendientes y la morfología del terreno, según el IGAC”, propuesta por (Jaramillo, Rodríguez, & Díaz, 2002), obteniendo una clasificación según el relieve para la PSA, relieve “Fuertemente quebrado”; las PSI, relieve “Escarpado” y por último, para la PST, un relieve “Muy escarpado”(Figura 4).

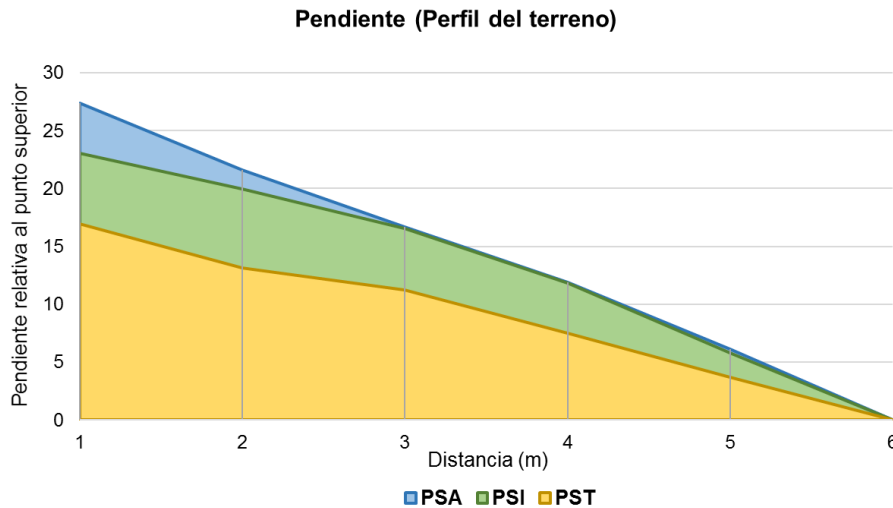


Figura 4. Pendiente (perfil del terreno) en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul).

Los resultados sugieren que, entre mayor pendiente, el estado sucesional del bosque está más conservado (Figura 4), lo que posiblemente se deba a que en el área de estudio, estos fragmentos del bosque con pendientes tan pronunciadas dificultan el acceso y el aprovechamiento económico, este resultado es consecuente, con lo que sucede en los bosques andinos, donde la

mayor dificultad de acceso y las altas pendientes se convierten en una defensa en contra de la intervención humana (Miguel A. Peña, 2017).

6.1.2 DAP

6.1.2.1 Distribución diamétrica

El porcentaje de individuos de la PST, en la primera clase fue de 85% y en la segunda obtiene el 100%. La PSI, en la primera clase tiene el 78% de los individuos, en la segunda clase, el 92% y en la sexta clase obtiene el 100% de sus individuos. Por último, la PSA en la primera clase tiene el 68% de los individuos y en la segunda clase el 92% de los individuos (Figura 5). En resumen, la distribución del 100% de los individuos en las clases diamétricas, se da de la siguiente manera, la PST: 2 clases, PSI: 6 clases y PSA: 10 clases, reflejando así que principalmente la PSI y la PSA, corresponden a una comunidad auto regenerativa, una vez que existe una alta concentración de individuos de clases menores con reducción acentuada para clases mayores (Encinas, Santana, & Imaña, 2011).

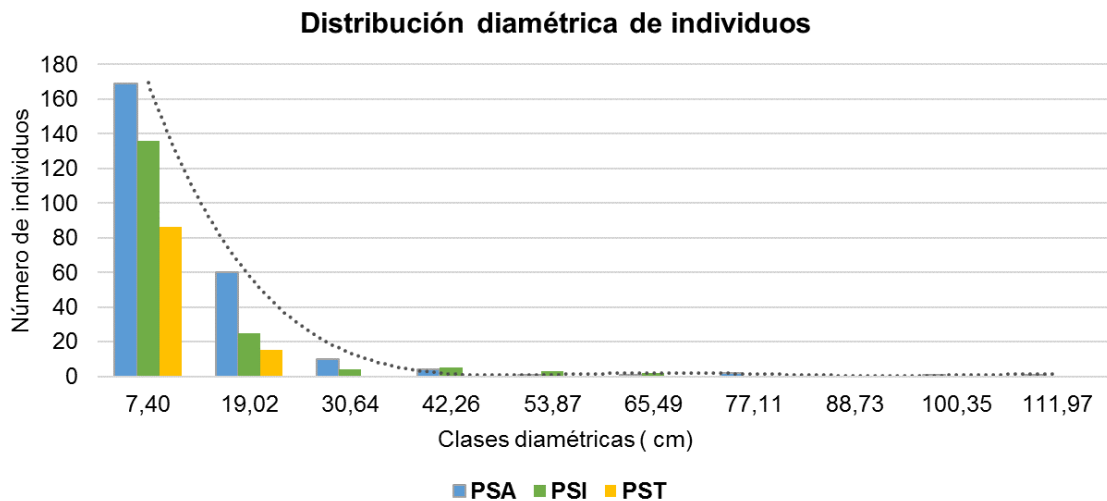


Figura 5. Distribución diamétrica en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul).

Consecuentemente, las clases diamétricas de la PST, PSI y PSA (Figura 5) reflejan la tendencia de la J invertida, indicando que hay mayor número de individuos en los diámetros menores y a medida que el diámetro se va haciendo mayor la cantidad de individuos disminuye, esta tendencia es propia de los bosques naturales (Claudia Hoyos, Carolina Rivera, 2017), jóvenes o en proceso de recuperación (Caranqui, 2016) reflejando propiamente un proceso sucesional, donde los árboles jóvenes suceden a los mayores.

6.1.2.2 Área basal

Los valores del área basal, se obtiene en la PST de 9,034 m²/ha; en la PSI de 36,99 m²/ha y la PSA con 72 m²/ha, sugiere finalmente, que la mayor densidad de árboles corresponde con el mayor sea el grado de conservación, tal como lo presenta la Figura 6.

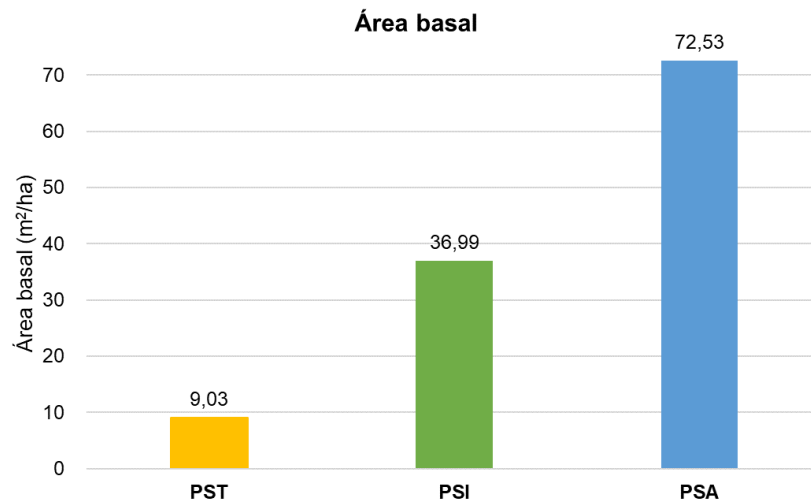


Figura 6. Área basal en la PST (color amarillo), PSI (color verde) y PSA (color azul).

La mayor densidad de árboles en la PSA y en la PSI, con respecto a la PST, puede significar mayor presencia de materia orgánica disponible para la cadena trófica, en éstas parcelas se pudo evidenciar una considerable presencia de epifitas, como orquídeas, bromelias, además de musgos, asociados a la corteza de los árboles.

6.1.3 Aporte de Hojarasca

La tendencia mencionada anteriormente para el bosque conservado, también se evidencia en el aporte de hojarasca; donde el número de hojas en promedio y el peso húmedo fue mayor en la PSA que la PSI (Figura 7).

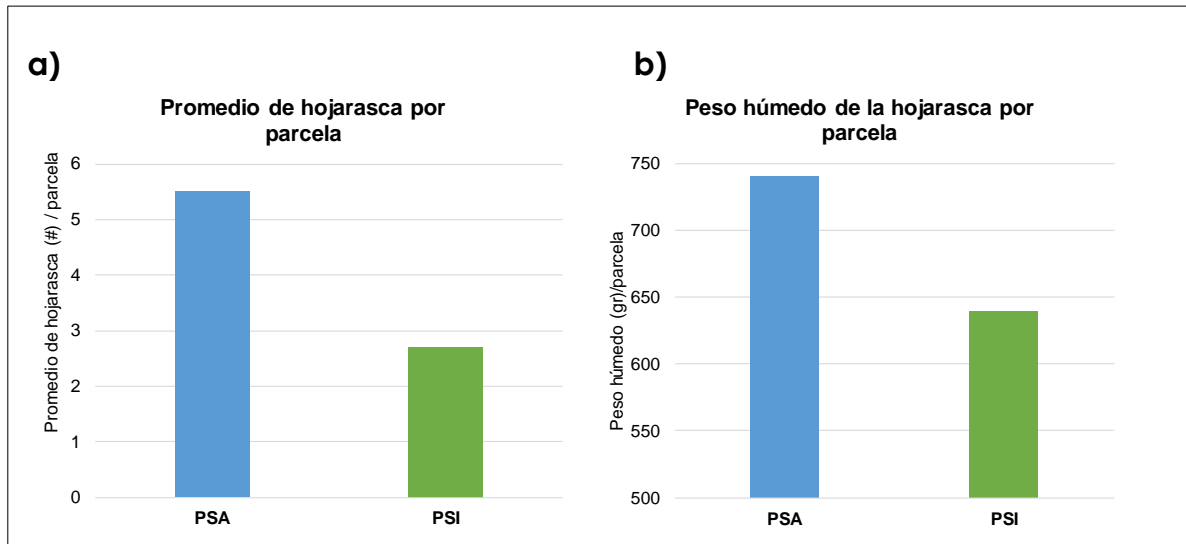


Figura 7. Hojarasca a) número de hojas en promedio en la PSA y PSI y b) peso húmedo en promedio, en la PSA (color azul) y PSI (color verde), no se incluye PST (color amarillo), porque las medidas no son comparables.

En la hojarasca se dan importantes dinámicas del reciclaje de nutrientes, interfiriendo múltiples procesos (físicos, químicos y biológicos), en cuanto a la fauna: ácaros, colémbolos, enquitreidos, lombrices de tierra, isópodos, milpiés y un conjunto de larvas están entre la meso y macrofauna más importante que transforma la hojarasca para que se incorpore al suelo (Brussaard, 1998). Además, tal como lo indica Brussaard (1998), la actividad biológica se produce en la mayor parte del suelo, pero cuando los materiales derivados de las plantas entran en el suelo, la actividad biológica aumenta, por consiguiente, ésta suma de factores condicionan, la mayor disponibilidad de recursos, para otros organismos dentro de la cadena trófica, como las aves.

6.1.4 Apertura de dosel

En cuanto a la apertura de dosel, la tendencia fue invertida (Figura 8), PST (53,2%), PSA (9,51) Y PSI (7,5%), la inversión del patrón entre la PSA y PSI, se debe posiblemente a la evidencia en campo de una mayor presencia de árboles caídos en la PSA (5 individuos) que en la PSI (1 individuo), lo cual, puede ser explicado, por dos factores **1)** mayor pendiente y/o **2)** la edad del bosque (PSA>PSI).

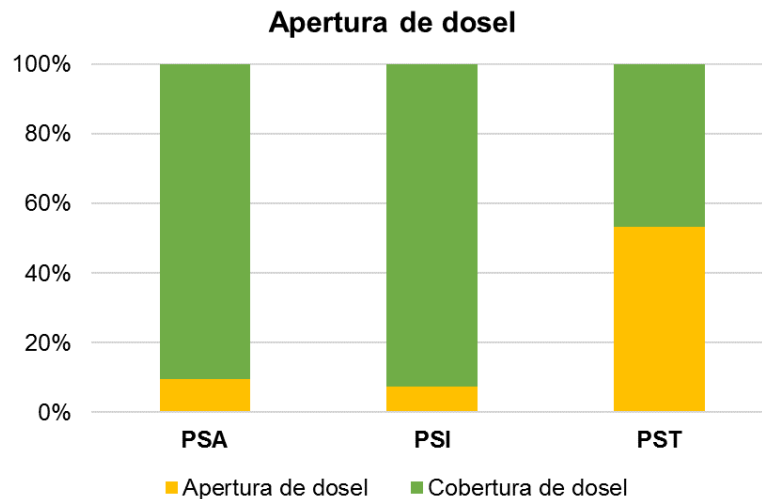


Figura 8. Apertura de dosel (color amarillo) vs cobertura de dosel (color verde) en la PST, PSI y PSA

Es importante mencionar, la poca incidencia de luz que hay en los dos estados superiores del bosque (PSA y PSI), como es de esperarse, la competencia por la luz es un factor determinante en la sucesión ecológica y en las selvas nubladas (SN), la disponibilidad espacio - temporal de la luz en el sotobosque es baja debido a topografías montañosas, altas precipitaciones y la nubosidad persistente (Quevedo, Schwarzkopf, García, & Jerez, 2016).

Además, el reporte de un mayor número de árboles muertos en la PSA, con respecto a la PSI, además de crear nuevos claros para el bosque, permite el establecimiento y aprovechamiento de nuevos nichos para las aves, por ejemplo, las poblaciones de aves que anidan en cavidades primarias y secundarias (Kroll, et al. 2012; Newton 1994, citado por: Stratford & Sekercioglu, 2015), encuentran un ambiente propicio en éstas alteraciones naturales.

En definitiva, se determina a partir de las mediciones estructurales en las tres parcelas (PST, PSI y PSA), con diferentes estados sucesionales del bosque, que los resultados de la PSA y la PSI, son semejanzas, por lo que decide que el área de estudio, presenta dos estados sucesionales, correspondientes a un estado sucesional temprano (PST) y un estado sucesional intermedio (PSI y PSA), y estos a su vez, para efectos del presente estudio se asocian con dos tipos de bosque, Bosque abierto (BA) y Bosque cerrado (BC). Cabe mencionar que para el BA se incluyen claros y bordes del bosque.

6.2 Caracterización de la comunidad de aves

Se realizaron 240 registros, correspondientes a 314 individuos de 72 especies de aves, agrupadas en 12 órdenes, 27 familias y 60 géneros. Además, se registró la presencia de una especie en estado Vulnerable según la IUCN, 1 especie endémica (*Ortalis columbiana*), 7 casi endémicas y 13 especies reportadas como aves migratorias, sensu Naranjo y otros (2012), de las cuales, 4 realizan migraciones exclusivamente altitudinales, 7 exclusivamente latitudinal (6 no reproductivas y 1 reproductiva) (Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, 2012). Es importante mencionar entre las especies la presencia del saltarín dorado (*Chloropipo flavicapilla*), especie casi endémica y en estado vulnerable (IUCN, 2018).

6.2.1 Representatividad del muestreo

La representatividad del muestreo para las cinco campañas, se reflejan en la curva de acumulación de especies, con base en las especies observadas (color azul) (Figura 9), donde se evidencia cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras (Villarreal, H. et al., 2006). Los estimadores de Jackknife 1 (color naranja) y Chao 2 (color verde) (Figura 9), predicen una riqueza específica de 99,2 y 97,2 respectivamente, tal cómo se evidencia la riqueza específica de los estimadores son entre 25% y 27% mayores a la riqueza observada, cabe mencionar, que se recomienda, el uso de varios estimadores, para comparar los valores observados con la tendencia de varios estimadores (Villarreal, H. et al., 2006).

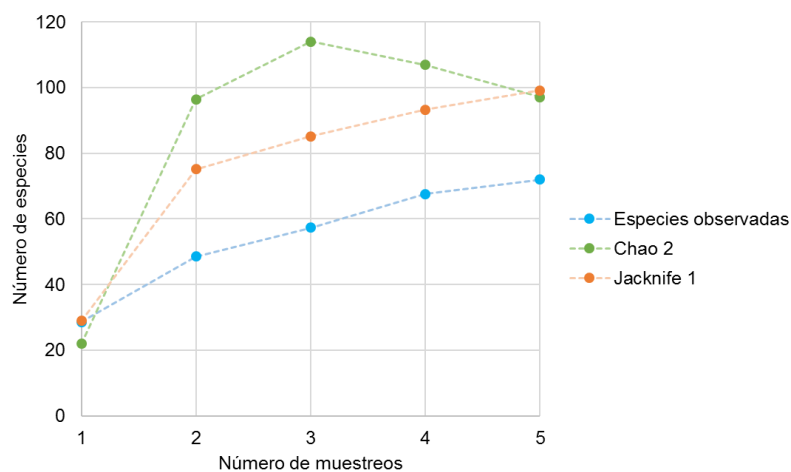


Figura 9. Curva de acumulación de especies, para las unidades de muestreo

Aunque el valor de los estimadores es mayor, hay una tendencia a la asíntota en los últimos muestreos indicando finalmente que el muestreo fue representativo,

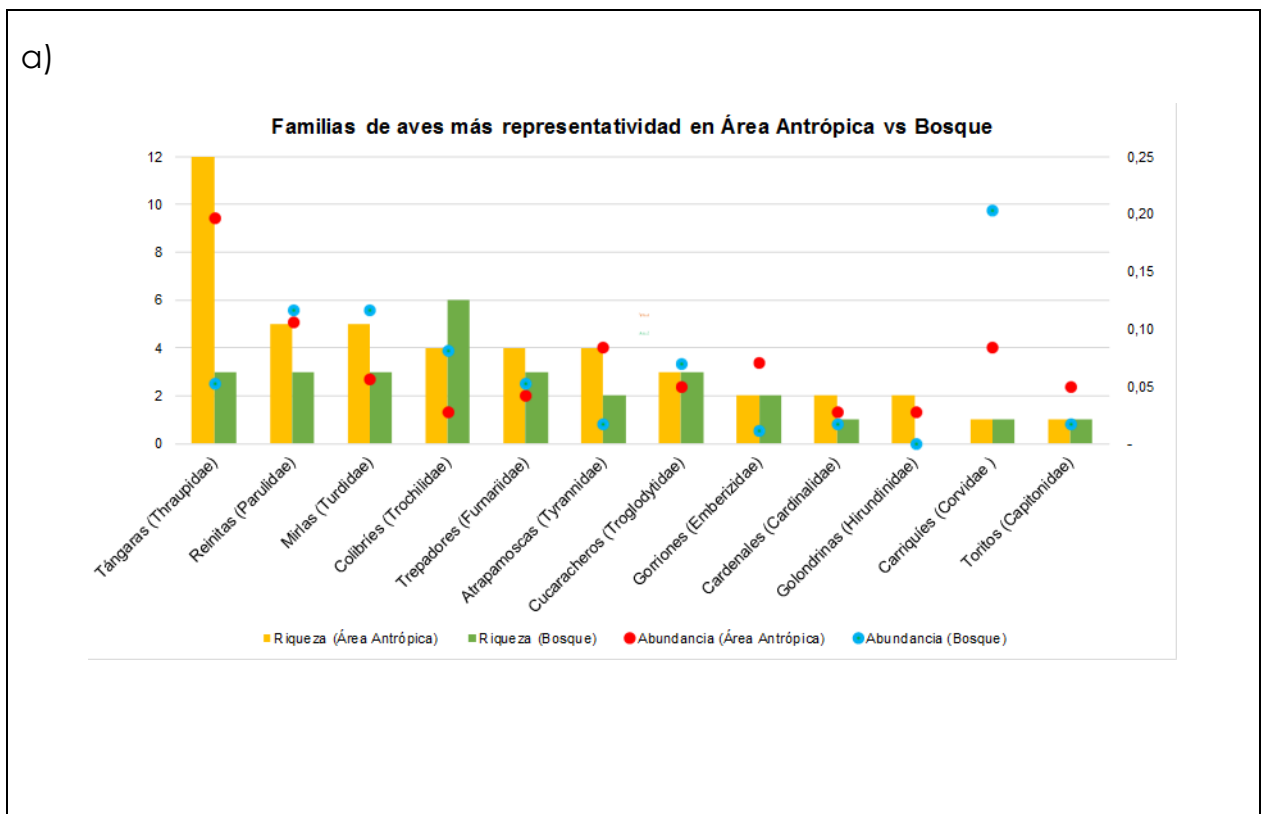
sin embargo, los indicadores indican que, si se intensifica el muestreo, la diversidad de aves puede aumentar.

6.2.2 Composición y estructura de la comunidad de aves

6.2.2.1 Riqueza específica

En la diferenciación inicial que corresponde a una mayor escala, donde el área de estudio se divide en dos componentes del paisaje: Área antrópica (AA) y Bosque (BN). En el AA, se registró una mayor riqueza específica, con 55 especies en 105 registros, agrupados en 9 órdenes, 22 familias y 43 géneros, en contraposición con el bosque, con 41 especies de 135 registros, pertenecientes a 10 órdenes, 23 familias y 40 géneros (Figura 10).

En cuanto a la clasificación por coberturas, asociadas al interior y exterior del bosque, se clasifica en: Bosque Abierto (BA) y Bosque Cerrado (BC). La mayor riqueza específica corresponde al BA, donde se realizaron 55 registros de 30 especies, agrupadas en 7 órdenes, 19 familias y 29 géneros, a diferencia del BC, se realizaron 80 registros de 26 especies, pertenecientes a 8 órdenes, 19 familias y 26 géneros (Figura 10).



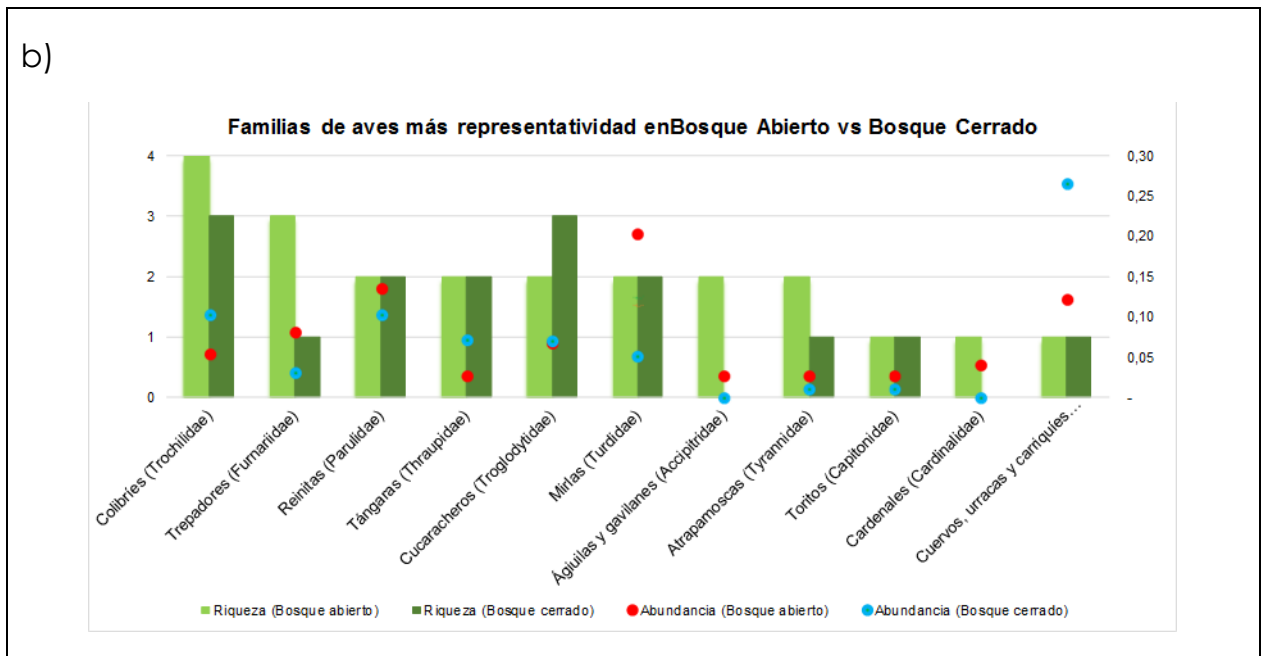


Figura 10. a) Área antrópica vs Bosque y b) Bosque abierto (BA) vs Bosque Cerrado (BC).

La explicación por la que en el AA las familias más representativas en términos de riqueza y abundancia, se debe posiblemente a las siguientes razones:

- Las tangaras (familia Thraupidae), es un grupo grande y variado que alcanzan su mayor diversidad en los trópicos del Nuevo Mundo (Hilty & Brown, 2009).
- La familia Parulidae, está conformada en su mayoría por especies migratorias (4 de los 5 registros), tal como ocurre para Colombia con ésta familia, más de la mitad de parúlidos registrados se encuentran en éste país como transeúntes (Hilty & Brown, 2009), además el hábitat de preferencia de ésta familia son las zonas abiertas, razón por la cual, en el AA encuentran un ambiente propicio.
- La familia Turdidae, está conformada principalmente por especies con preferencia por hábitats intervenidos (*Turdus fuscater* y *Turdus ignobilis*) (Hilty & Brown, 2009) y especies comunes (*Catharus ustulatus*, *Turdus serranus* y *Myadestes ralloides*) (Hilty & Brown, 2009).

En conclusión, especies sinantrópicas, generalistas y con mayor diversidad, son factores que se conjugan para favorecer la representatividad de estas familias en el AA.

6.2.3 Abundancia

Para tener una mayor claridad, se representan las especies con mayor abundancia relativa (Figura 11), que arroja los siguientes resultados, para el BC las especies más representativas son *Cyanocorax yncas* (26 individuos, 27%), *Myioborus miniatus* (9 individuos, 9%), *Haplophaedia aureliae caucensis* (8 individuos, 8%) y para el bosque abierto son *Myadestes ralloides* (12 individuos, 16%), *Myioborus miniatus* (9 individuos, 12%) y *Cyanocorax yncas* (9 individuos, 12%).

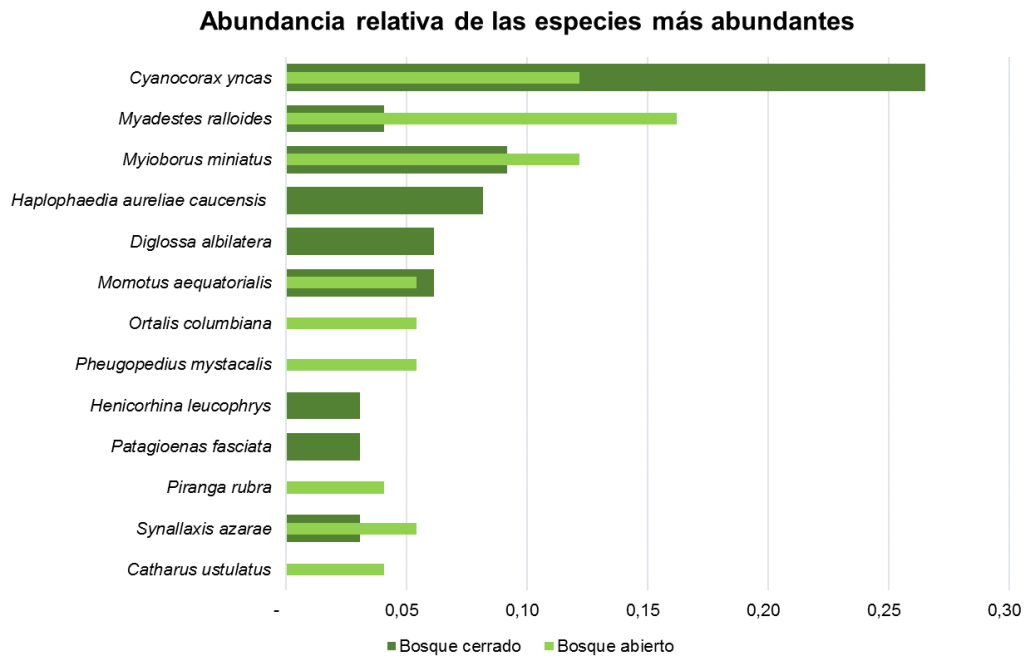


Figura 11. Abundancia relativa de las aves más representativas, para el bosque abierto (BA) y el bosque cerrado (BC).

Tal cómo se evidencian para el BC donde no había concordancia entre las familias más abundantes y las familias con mayor riqueza, la Figura 11 permite tener claridad, donde el carriquí (*Cyanocorax yncas*), perteneciente a la familia Corvidae, es un ave que se mueve en grupos activos y conspicuos (Hilty & Brown, 2009), la cual está ampliamente distribuida en el bosque (BA y BC). Por su parte, para el bosque abierto, se puede observar como *Myadestes ralloides*, de la familia Turdidae, es una especie abundante y se encuentra ampliamente distribuida en el área de estudio.

6.2.4 Índices de diversidad

6.2.4.1 Diversidad alfa

Para el AA, se presentan los mayores valores de especies, individuos, familias, órdenes y los índices de diversidad alfa (Shannon y Simpson), con respecto al bosque (Tabla 4).

Sin embargo, con respecto al bosque (BA y BC), en el BA es mayor el número de especies, número de familias y el índice de equidad de Shannon Weaver (H') y el índice de dominancia de Simpson (Tabla 4). Tal como lo define la literatura, en Villarreal, H. et al. (2006) éstos dos índices y la riqueza específica (número de especies) reflejan la diversidad alfa, además, sugiere que los índices de Shannon y Simpson indican abundancias más equitativas y una mayor diversidad en la muestra respectivamente, por consiguiente, el BA, presenta una mayor diversidad alfa con respecto al BC.

Tabla 4. Índices de diversidad de las aves para el AA, BA y BC

Índices de diversidad de aves	Área Antrópica	Bosque Abierto	Bosque Cerrado
Número de especies	55	30	26
Número de individuos	142	74	98
Número de órdenes	9	7	8
Número de familias	22	19	19
Diversidad de Shannon (H')	1,60	1,29	1,16
índice de dominancia de Simpson (1-D)	0,97	0,94	0,90

Cabe mencionar que, los resultados sugieren que, entre mayor intervención del hábitat, el índice de diversidad alfa (Shannon, Simpson y riqueza específica) es mayor, lo cual puede explicarse desde la teoría de islas y parche matriz-corredor, que dice que se puede facilitar el movimiento de los organismos dentro del paisaje, incrementando la permeabilidad de la matriz (Valdés, 2011), así desde la heterogeneidad del paisaje, se influye en la variación de la diversidad alfa puntual, al permitir a las especies estar por fuera de su hábitat óptimo (Stevens, 1989; citado en: (Halffter & Moreno, 2005)) (Tabla 4).

6.2.4.2 Diversidad beta

Para la diversidad beta, el análisis por medio de Bray-Curtis, evidencia una mayor similitud (54%) entre las aves presentes en el BA y el BC, y el menor porcentaje de similitud (43%) se presenta entre las aves registradas en AA, con las aves del bosque (BA y BC) (Figura 12).

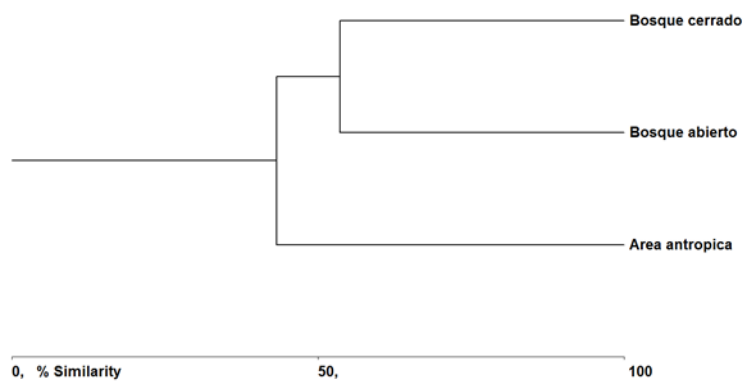


Figura 12. Asociación de la diversidad de aves, para las unidades de muestreo en el Parque Natural la Nitrera

6.2.5 Uso de hábitat

Para tener una mayor comprensión sobre el uso del hábitat del bosque (BA y BC), se presenta las especies exclusivas de cada cobertura, presentando mayor proporción para el para el bosque cerrado (29%), que para el bosque abierto (20%) (Figura 13), lo que sugiere que la diversidad de especialistas en hábitat aumenta con la sucesión y los cambios asociados en la estructura forestal (Salas-Correa & Mancera-Rodríguez, 2018).

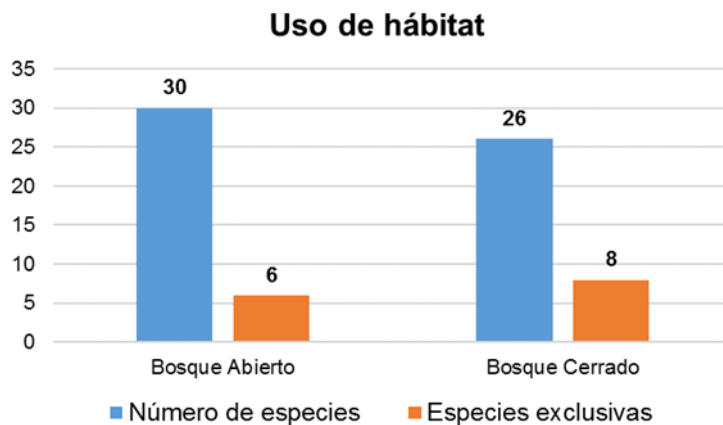


Figura 13. Uso del hábitat de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

Como conclusión general, es importante resaltar que la riqueza específica, y los índices de diversidad alfa, reflejaron valores mayores, entre mayor sea la intervención antrópica, lo que es consecuente con lo señalado en el estudio de Salas-Correa & Mancera-Rodríguez (2018), en la cuenca media del Río Magdalena, dónde señalan que posiblemente la mayor diversidad en un estadio menor del bosque, se deba a la “hipótesis de perturbación media” que enuncia

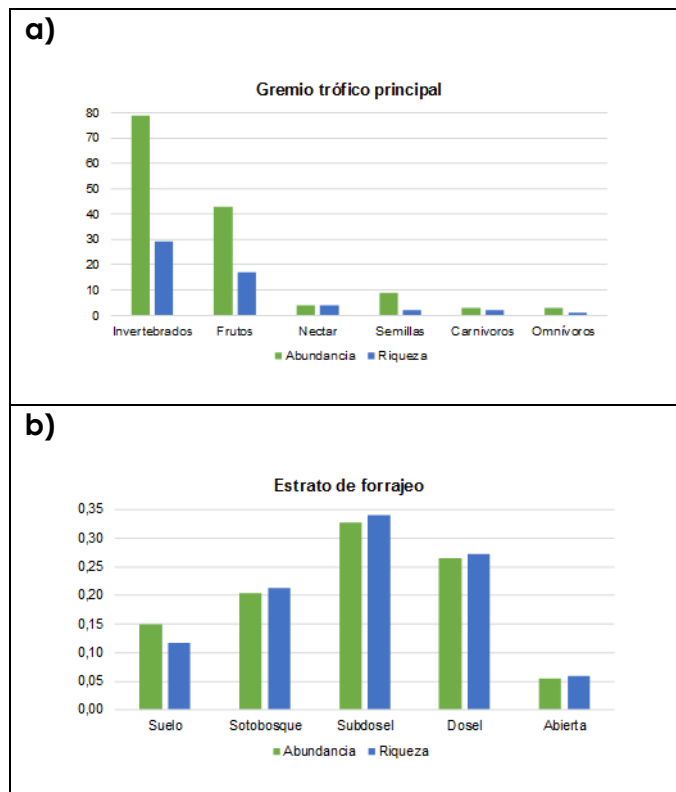
que muy poca perturbación conduce a baja diversidad. Cabe mencionar que, en estos resultados también pueden estar influenciados por un sesgo debido a la apertura de hábitat, porque en bosques más cerrados, la detectabilidad de aves es más limitada que en bosque abierto y por consiguiente en áreas abiertas.

6.2.6 Caracterización de la comunidad de aves por características ecológicas

Para entender las interacciones ecológicas del ensamblaje de aves con el bosque, se realiza una representación de algunas características ecológicas, como el gremio trófico (GT), el estrato de forrajeo (EF) y el hábitat (H) de preferencia. En general, la presencia de especies indicadoras como las aves posiblemente revelan los recursos disponibles, refugio y sitios para anidar, que satisfacen la demanda de la comunidad biológica presente.

6.2.6.1 Características ecológicas en el Área Antrópica

Para el área antrópica se da una mayor presencia de las aves que se alimentan de invertebrados y frutos, con preferencia por el hábitat del borde del bosque, sin embargo, en cuanto al estrato de forrajeo se evidencia la presencia de aves, que aprovechan varios estratos del entorno (Figura 14).



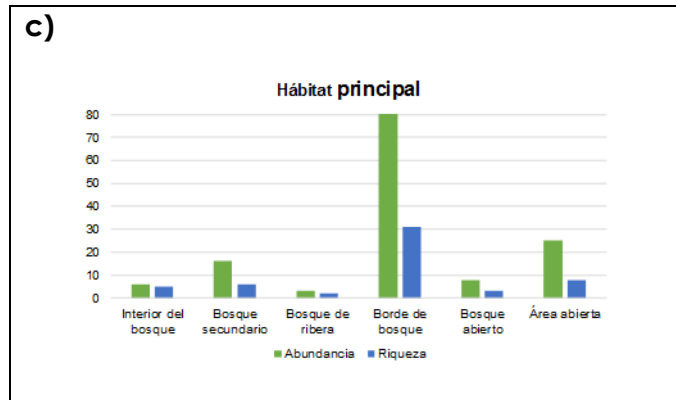


Figura 14. Representación de las aves en el AA, por abundancia (barras verdes) y riqueza (barras azules), de las características ecológicas por a) Gremio Trófico, b) Estrato de forrajeo y c) Hábitat.

El área antrópica por ser una matriz de paisaje, se desarrolla una amplia variedad de dietas y estratos para forrajear, además al estar presentes varias especies del borde, se deba a la cercanía del bosque, lo que posiblemente se explique también desde el concepto de “parche matriz-corredor” (Valdés, 2011), que evidencia la permeabilidad de la matriz del AA, por las aves del BN.

Cabe mencionar que las familias de aves, con preferencia por el consumo de invertebrados, se ven favorecidas por las áreas abiertas, debido a la presencia de perchas y mayor visibilidad de éstos, las cuales están principalmente representadas por Parulidae (5 especies), Tyrannidae (4 especies) y Furnadidae (4 especies), de las cuales, el *Myoborus miniatuus* de la familia Parulidae, tiene una abundancia significativa para el área de muestreo, cabe mencionar además que, ésta misma representatividad de familias insectívoras (aunque en otro orden) fue el encontrado, por Vásquez Osorio, (2017), en el PNN Farallones de Cali. Por último, en cuanto a las familias de aves con preferencia por los frutos, principalmente ésta representado por la familia: Thraupidae (10 especies).

6.2.6.2 Características ecológicas para el Bosque BN

Para el bosque (BA y BC) se presenta la clasificación de las categorías ecológicas por subparcelas:

- **Gremio trófico (GT):**

La representación espacial (por subparcelas) (Figura 15) para la abundancia **(a)** y riqueza **(b)**, de gremios tróficos de las aves que se alimentan de invertebrados (color amarillo), frutos (color naranja), néctar (color fucsia), carnívoros (color rojo) y omnívoros (color azul), denota que, en términos generales, los consumidores de

invertebrados, son el gremio trófico con mayor representatividad, a continuación, están los consumidores de frutos y de néctar. Cabe mencionar que los carnívoros sólo están presentes en áreas abiertas y bordes del bosque. Por último, el gremio trófico de los omnívoros, en la mayoría de los casos reportados está asociado a cuerpos de agua (ríos o embalse) (Figura 15).

- **Estrato de forrajeo (EF):**

Los diferentes estratos de forrajeo de las aves muestreadas, están representadas espacialmente (Figura 16) para la abundancia **(a)** y riqueza **(b)**, suelo (color marrón), sotobosque (color café claro), subdosel (color verde claro), dosel (color verde más oscuro) y espacio abierto (color azul). En general, los estratos de forrajeo mayormente representados en las subparcelas son el sotobosque y el subdosel. Además, las aves que forrajean en estratos abiertos (color azul), está presente áreas abiertas.

- **Hábitat (H):**

La distribución espacial de los hábitats de preferencias de las aves (Figura 17) para la abundancia **(a)** y riqueza **(b)**, están representados por el interior del bosque (color verde oscuro), bosque secundario (color verde claro), bosque de ribera (color azul), borde de bosque (color amarillo), bosque abierto (color naranja), área abierta (color rojo). En general, los hábitats de preferencia de las aves están principalmente representada por las aves de bosque secundario, interior del bosque y borde de bosque. Cabe mencionar, que las aves con preferencias por el bosque abierto están representadas en la parte superior de la cuenca La Nitrera y en claro de bosque. La única zona donde se la presencia de aves con preferencia por el área abierta y a su vez, es la única parcela donde se da la presencia de aves con preferencia por diversos hábitats, así el 25% área abierta y bosque abierto, 25 % borde del bosque y 50% bosque secundario, interior del bosque y bosque de ribera.

Gremios tróficos principales de las aves

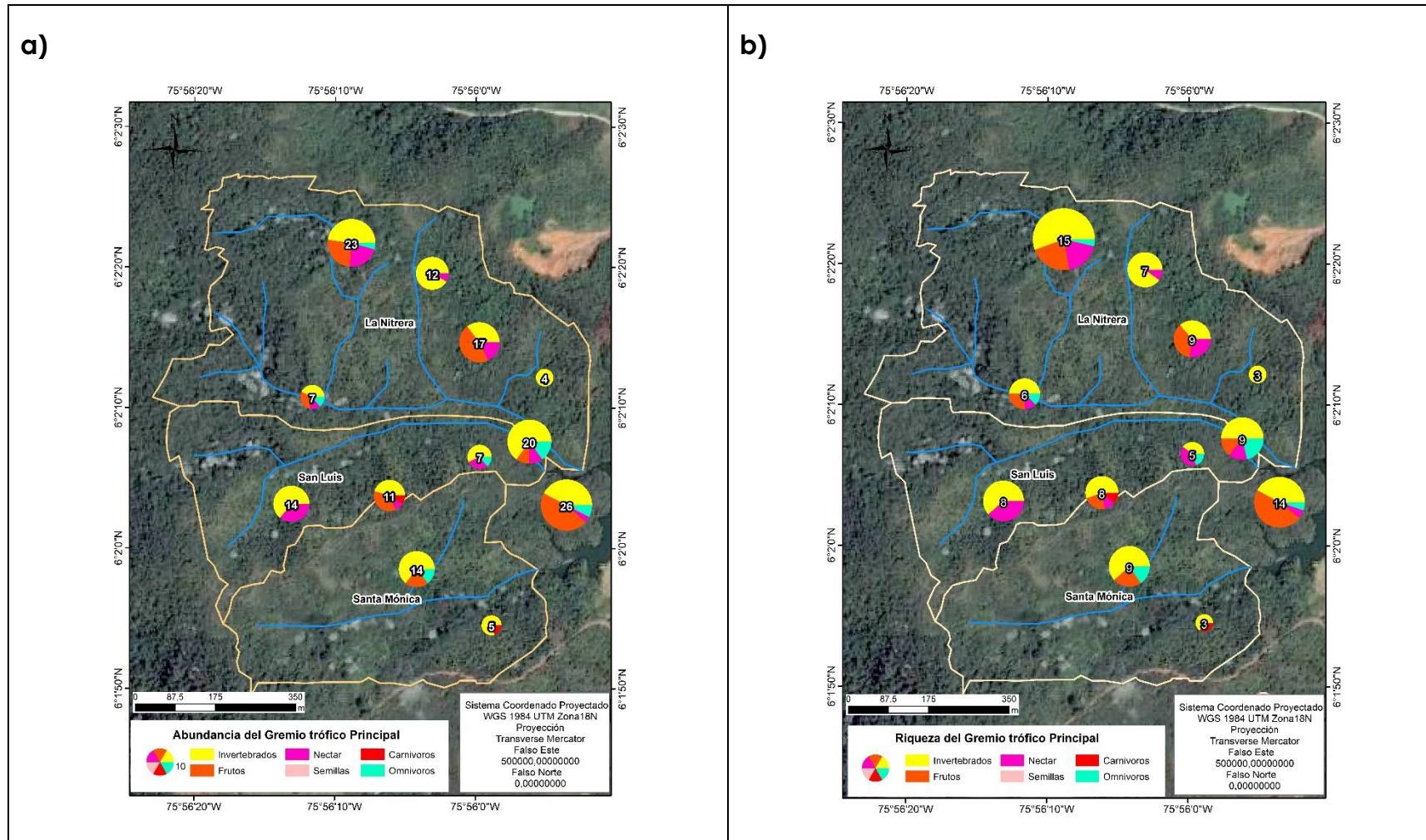


Figura 15. Distribución del gremio trófico principal por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

Estrato de forrajeo de las aves

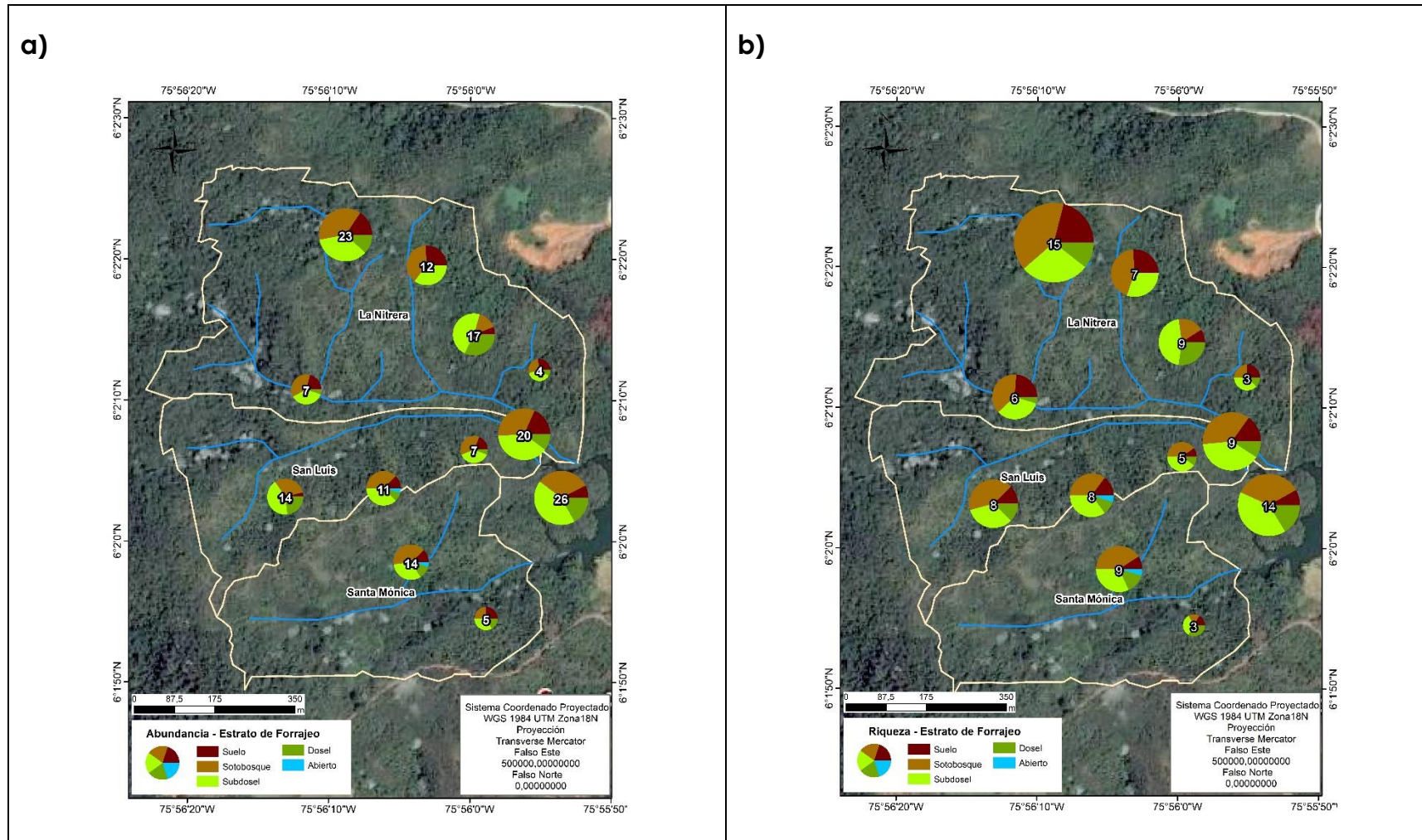


Figura 16. Distribución de los estratos de forrajeo por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

Hábitats principales de las aves

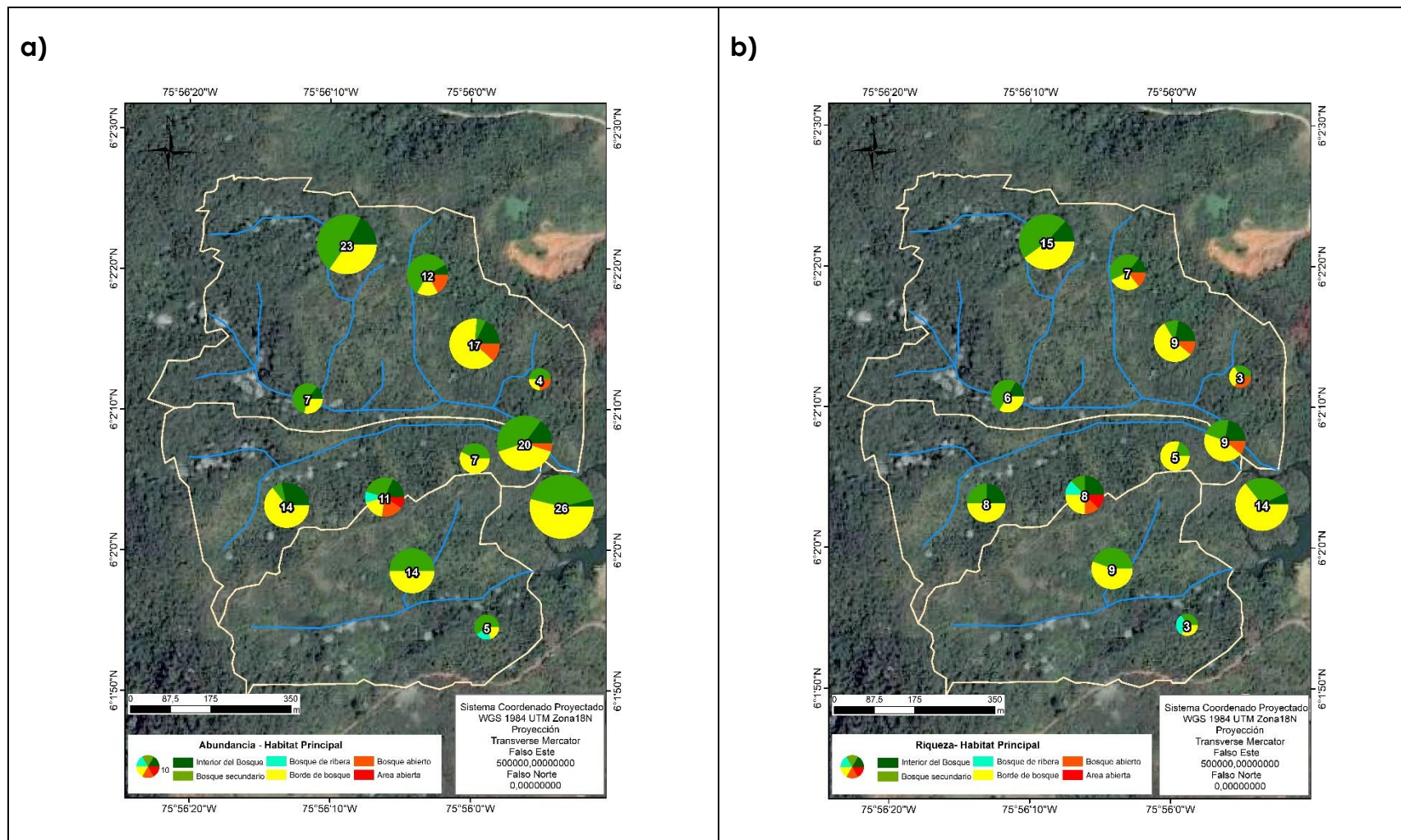


Figura 17. Distribución de los hábitats principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera

A partir de la caracterización ecológica de los diferentes registros de las aves por subparcelas del Bosque (BN), se realiza una clasificación por tipo de bosque (BA y BC).

6.3 Asociación entre las características ecológicas de las aves y la estructura de la vegetación

6.3.1 Gremio trófico

6.3.1.1 Representatividad de los gremios tróficos, por tipo de bosque (BA y BC)

Los gremios tróficos mejor representados para el bosque (BA y BC), en cuanto a la abundancia son los consumidores de invertebrados, frutos y néctar, adicional a estos gremios para la riqueza está la presencia de los carnívoros (Figura 18, a y b).

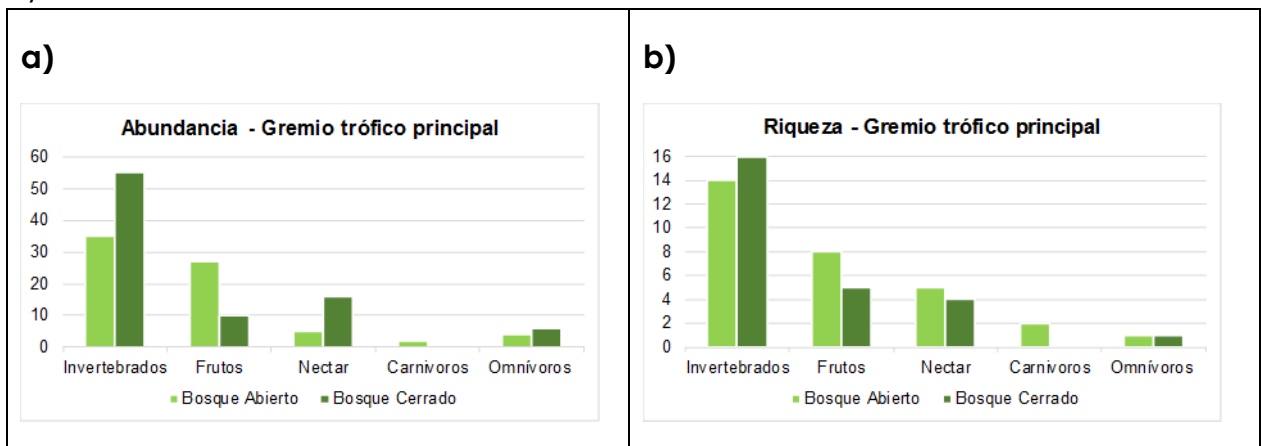


Figura 18. Gremios tróficos principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el bosque abierto (barras color verde claro) y bosque cerrado (barras color verde oscuro), en el muestreo en el Parque Natural la Nitrrera.

Para el bosque cerrado, hay una considerable abundancia y riqueza superior de las aves con preferencia por los invertebrados, con respecto a los de bosque abierto, además la abundancia de los nectarívoros es superior en el bosque cerrado, con respecto al bosque abierto (ver Figura 18, a y b). Las aves consumidoras de invertebrados son las que mayor representatividad tienen al interior del bosque, concordando así con otros estudios, realizados por Gallo & Idrobo (1995), en el piedemonte de la cordillera Central de Colombia y por Stiles & Rosseli (1998), en un fragmento de bosque Altoandino. La gran

representatividad de este gremio trófico, posiblemente se deba a una respuesta a la oferta alimenticia, debido a que en el bosque cerrado las condiciones que puede favorecer el aumento de diversidad de macroinvertebrados acuáticos (por ejemplo), se deba a un mayor aporte de materia vegetal como hojarasca, poca incidencia de luz, lo que representa menor evaporación y mayor zona húmeda de colonización y una mayor polinización asociada a la presencia de insectos adultos.

Para el bosque abierto, la abundancia y riqueza de las aves consumidoras de frutos es más representativa. Cabe mencionar, además que el número de especies (riqueza) de las aves consumidoras de néctar, presenta valores superiores en el bosque abierto, respecto al bosque cerrado (ver Figura 18, a y b). En el bosque abierto, se ve reflejado principalmente la riqueza de aves con preferencia por los frutos y néctar (ver Figura 18, a y b), esto puede estar asociado a que al exterior del BC y/o en los bordes se favorece la presencia de especies vegetales pioneras que ofrecen frutos y néctar de manera constante. Cabe mencionar que, los nectarívoros, representados por los colibríes (Trochilidae), cómo lo indica Kaltan & Muncia (2003) son una familia más dependiente de los recursos alimenticios, que del elemento del paisaje en el cuál éstos se hallen (cómo se cita en Gallo & Idrobo, 1995).

Finalmente, los gremios tróficos con menor representatividad son los carnívoros y omnívoros. Los carnívoros sólo presentes en el bosque abierto y los omnívoros en ambos (BA y BC), pero en cuanto a la abundancia es superior para el bosque cerrado (ver Figura 18, a y b). Los carnívoros, son las especies rapaces (diurnas y nocturnas) que prefieren áreas abiertas, relacionado posiblemente con la presencia y número de perchas (artificiales y naturales) (Vásquez Osorio, 2017), además, la diversidad de éstas aves (riqueza) es menor en la altura correspondiente al área de estudio, debido a que se ha evidenciado parcialmente que la mayor riqueza de aves rapaces (aproximadamente el 70%) está dentro del rango de los 0msnm y los 1500 msnm (Marquez, Bechard, Gast, & Vanegas, 2005). En cuanto a los omnívoros, está representada sólo por el barranquero (*Momotus aequatorialis*), por lo que en riqueza está equitativamente representada (ver figura 13 b), pero su abundancia refleja que se encuentra distribuida de manera generalizada en el bosque, con un poco de tendencia hacia el bosque cerrado (Figura 18 b).

6.3.1.2 Asociaciones de los gremios tróficos

Para el gremio trófico se encuentra una diferenciación (porcentaje de similitud bajo, 22%) para dos grupos, uno entre los carnívoros y omnívoros y el otro con los demás gremios tróficos que están asociados mayormente al bosque. Así, los nectarívoros y frugívoros son los gremios tróficos más emparentados con un 82%, y a su vez, éstos con las aves que se alimentan principalmente de invertebrados (53%) (Figura 19).

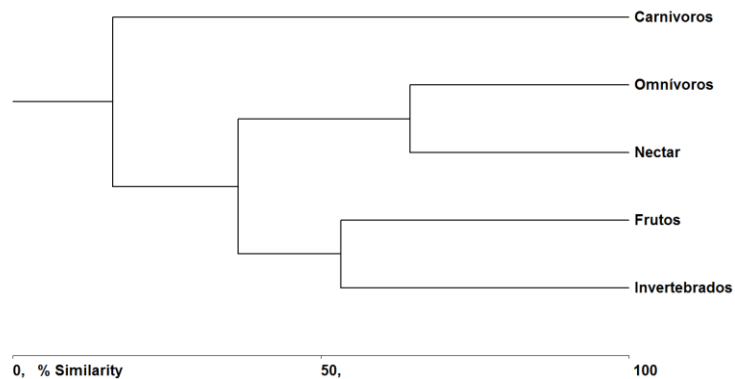


Figura 19. Asociaciones para los gremios tróficos de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nítrera.

Los grupos tróficos mayormente emparentados (nectarívoros, frugívoros y consumidores de invertebrados), son especies claves en el mantenimiento de la sucesión ecológica, porque están asociados directamente con la dispersión de semillas, polinización y control biológico, los resultados sugieren que posiblemente están distribuidos en el bosque abierto y cerrado de manera generalizada.

El gremio trófico omnívoro, que está representados por el barranquero (*Momotus aequatoriales*), es una especie generalista con poco requerimiento específico de alimento, está emparentada con los carnívoros, que es un grupo que se encuentra representados por 2 especies de rapaces diurnas (Accipitridae) y una rapaz nocturna (Strigidae), son aves que principalmente requieren áreas abiertas, para poder detectar sus presas. Es importante resaltar, que en términos generales las diferentes especies de aves que aprovechan los gremios tróficos al interior y fuera del bosque son diferentes, pero se están explorando los mismos gremios tróficos, esto es importante porque se está garantizando el cumplimiento de las funciones ecosistémicas, para así mantener la estructura y composición de los bosques.

6.3.1.3 Funciones ecosistémicas

Inicialmente se aprecia que los controladores biológicos son el grupo funcional más representativo en el muestreo, sin embargo, se puede apreciar como la polinización y la dispersión de semillas está mejor representada en el bosque abierto, con respecto al bosque cerrado (Figura 20).

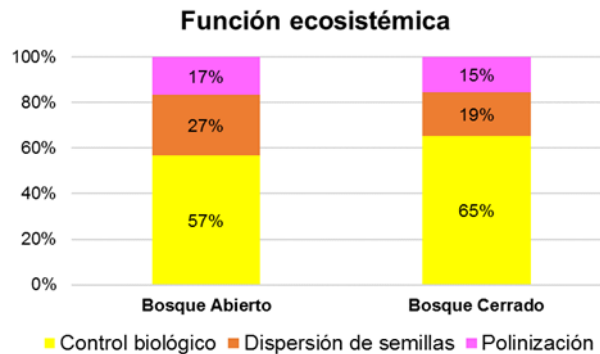


Figura 20. Funciones ecosistémicas asociadas a las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

La presencia de mayores especies dispersoras de semillas y polinizadoras en el bosque abierto (Figura 20) está asociado posiblemente al flujo de energía dentro del ecosistema, de manera que en una sucesión más temprana, la dinámica de los procesos ecológicos es más rápida lo que significa que hay más movimiento de energía, y por lo tanto más actividad de los dispersores y polinizadores, a diferencia de un estado más avanzado de la sucesión se va alcanzando un equilibrio dinámico más estable, por lo tanto la función de dispersión y polinización baja.

6.3.2 Estrato de forrajeo

6.3.2.1 Representatividad de los estratos de forrajeo por tipo de bosque (BA y BC)

Los estratos de forrajeo de las aves que mejor representados se encuentran en el bosque (BA y BC), son el sotobosque y el subdosel (Figura 21). En general, las especies que forrajean en el suelo y en el sotobosque están mejor representadas en el bosque cerrado y las especies que forrajean en el subdosel y dosel, tienen mayor representatividad en el bosque abierto. Por último, las especies que aprovechan un área abierta están presentes sólo en el bosque abierto.

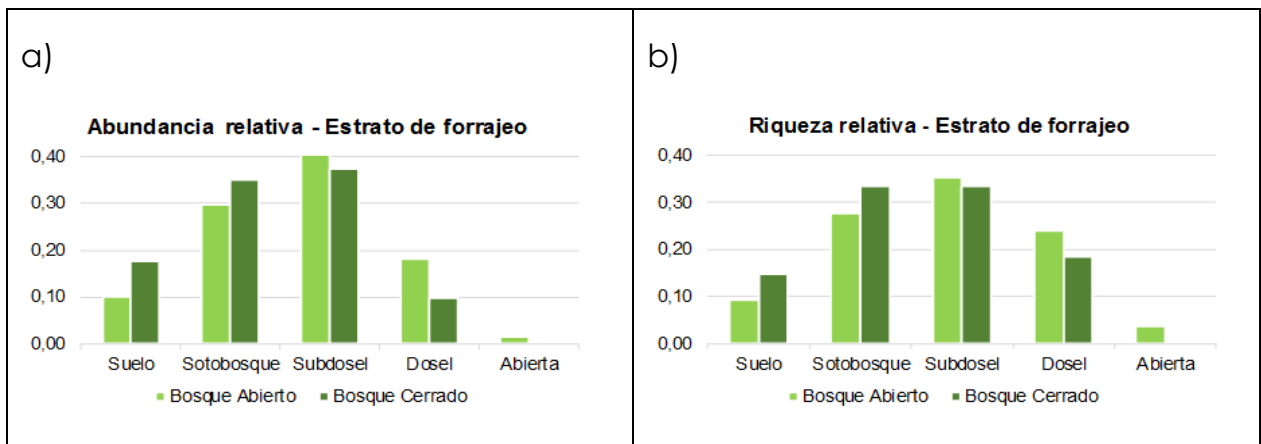


Figura 21. Estrato de forrajeo por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera

Algunas de las diferencias estructurales entre el bosque abierto y el bosque cerrado es la apertura de dosel (Figura 8) y el aporte de hojarasca (Figura 7). En el bosque cerrado la luz es un factor limitante, pero el aporte de hojarasca es mayor, razones que posiblemente condicionan un suelo rico biológicamente y un sotobosque bien constituido en estructura y composición, ésta suma de factores tienen concordancia con una mayor presencia de especies que aprovechan estos nichos en el bosque cerrado. A diferencia de las especies de aves que forrajean en el subdosel y dosel, que son mayores en el bosque abierto, es probable que ésta diferencia se deba a la apertura del hábitat, lo que finalmente afecta la capacidad de detección de las aves (Bibby et al, 2000, citado por: (Sekercioglu, 2002)).

1.1.1 Asociaciones de los estratos de forrajeo

Se presenta diferenciación (porcentaje de similitud bajo, 20%) entre estratos de forrajeo del bosque con los de áreas abiertas, a su vez, es importante mencionar como la mayor similitud (94%), se encuentra representada en las aves que forrajean en el sotobosque y subdosel y éstas a su vez tienen una similitud de las especies de aves que forrajean en el dosel (79%) y el suelo (63%), entre los diferentes estratos verticales del bosque (Figura 22).

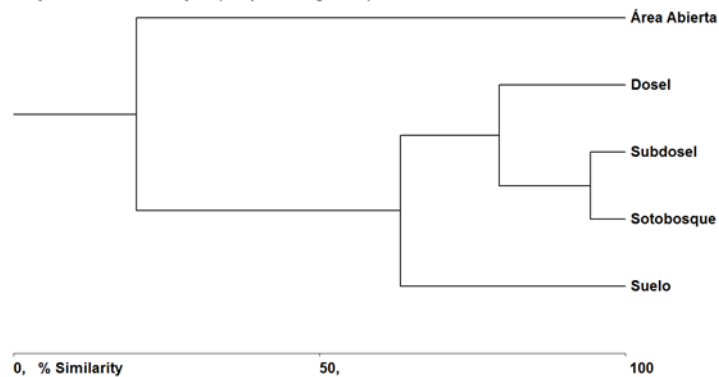


Figura 22. Asociaciones para los estratos de forrajeo de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

La compleja estructura del bosque permite una mayor estratificación vertical (suelo, sotobosque, subdosel y dosel), lo que favorece el aumento de nichos ecológicos, tal como se evidencia en la figura (ver Figura 22), existe una diferenciación entre estratos de forrajeo del bosque con los de áreas abiertas, además la mayor similitud (forrajeo en sotobosque y subdosel), refleja posiblemente que la mayoría de las especies, comparten esta zona media de forrajeo. Queda en evidencia, que el área de estudio tiene aves que aprovechan la oferta de nichos en los diferentes estratos del bosque.

6.3.3 Hábitat

6.3.3.1 Representatividad del hábitat de preferencia por tipo de bosque (BA y BC)

Las aves con preferencias de hábitats del interior del bosque y bosque secundario presentan mayores valores de abundancia en el bosque cerrado que en el bosque abierto, como es de esperarse (Figura 23, a y b). Los hábitats del borde de bosque, están representados por las aves (riqueza y abundancia) de manera muy similar en el BA y BC, (Figura 23, a y b) no obstante, para el bosque abierto, que representa equidad en términos de abundancia, es mayor el número de especies en el interior del bosque (BC) (Figura 23, a y b). Finalmente, las especies con preferencias de hábitat del bosque de ribera y área abierta sólo están presentes en el bosque abierto (Figura 23, a y b).

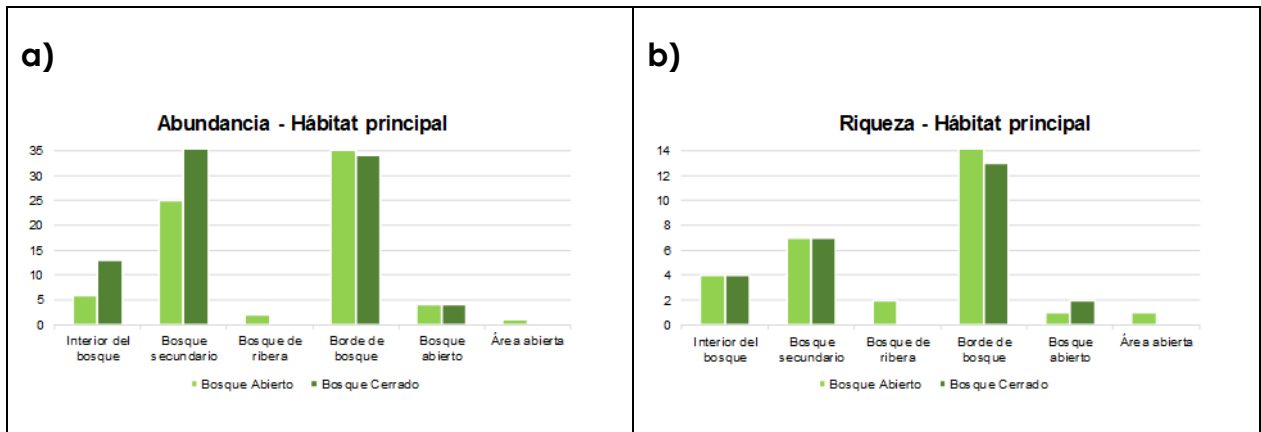


Figura 23. Hábitats principales por abundancia (a) y riqueza (b) de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrrera.

La equilibrada presencia de las aves en el BA y BC, con preferencia por el borde del bosque, se debe posiblemente a que la reserva está influenciada en gran medida por el efecto borde, actuando como zonas de amortiguación de los bosques, por consiguiente, es de esperarse que el ensamblaje de aves sea un indicador de esta condición.

6.3.3.2 Asociaciones de los diferentes hábitats de preferencia de las aves

Por medio de los hábitats de preferencia de las aves, se encuentra una diferenciación (porcentaje de similitud de 25%) entre el área abierta y el bosque de ribera (porcentaje de similitud 67%), con el bosque abierto (45%) con los diferentes hábitats ofrecidos por el bosque (Figura 24), lo que indica que hay una marcada diferenciación entre estos hábitats ofrecidos. La mayor similitud (73%) se presenta entre la preferencia de hábitats por el bosque secundario y el interior del bosque, y éstos a su vez se encuentran relacionados con las aves con preferencias por el borde del bosque (56%) (Figura 24).

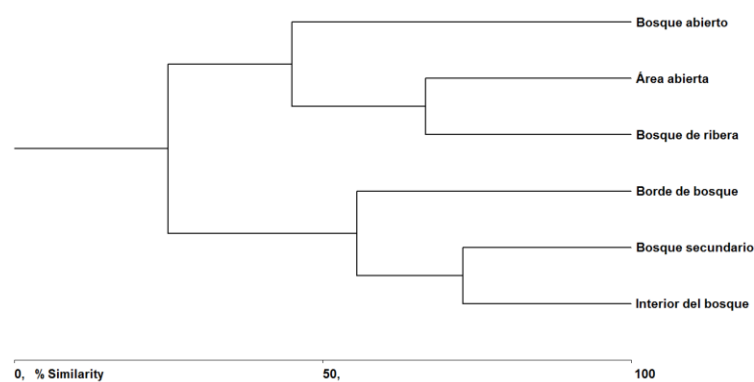


Figura 24. Análisis de clúster para los hábitats principales de las aves en el muestreo en el Parque Natural la Nitrera.

La similitud entre los hábitats ofrecidos principalmente por el bosque tiene explicación posiblemente debido a que, la reserva por ser un ecosistema en recuperación, aún están presentes varias áreas con diferentes grados de perturbación, de ahí que el ensamblaje de las aves con preferencia de hábitat por el bosque secundario y el borde, estén mayormente relacionados.

6.4 Herramientas para la conservación del hábitat y las comunidades de aves

Es importante determinar cuáles son las aves, que tienen prioridad de conservación debido a los rangos restringidos (endémicas y casi endémicas) o la categoría de amenaza, para así realizar planes y acciones de manejo para la conservación de estas especies y sus hábitats. En la reserva La Nitrera se reporta una especie endémica y 7 casi endémicas, de las cuales una está en estado vulnerable (VU) según la IUCN, vale la pena mencionar que las especies endémicas están restringidas a un solo país y las casi endémicas es una especie cuya distribución geográfica en Colombia es al menos el 50% de su distribución total conocida (Chaparro-Herrera, Echevarry-Galvis, Cordoba-Cordoba, & Sua-Becerra, 2013). Es importante subrayar que, las categorías de éstas especies, pueden ayudar a definir las prioridades de conservación y responsabilidades de un país (Chaparro-Herrera et al., 2013).

6.4.1 Especies casi endémicas, registradas en los diferentes estados sucesionales del bosque

Se seleccionan tres especies casi endémicas para el área de estudio, debido a la relación directa con cada uno de las coberturas evaluada y a causa de que, las especies locales pueden ser más sensibles a los cambios ambientales, porque se encuentran sujetas a las mismas condiciones del hábitat todo el año (Altamirano, Guzmán, Martín, & Domínguez, 2003).

Las tres especies que se encuentran asociadas a las diferentes clasificaciones de coberturas fueron: 1) la tangara rastrojera (*Tangara vitriolina*), es un ave que se encuentra asociada a áreas relacionadas con la intervención antrópica, a menudo se siguiendo la deforestación (Hilty & Brown, 2009), 2) el saltarín dorado (*Chloropipo flavicapilla*), por su parte se reportó en el borde del bosque, pero es un ave, usualmente asociada al interior, por último, 3) el colibrí (*Haplophaedia aureliae caucensis*), el cual sus registros se asociaron al bosque, de manera indistinta entre el BA y BC (Figura 25).

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

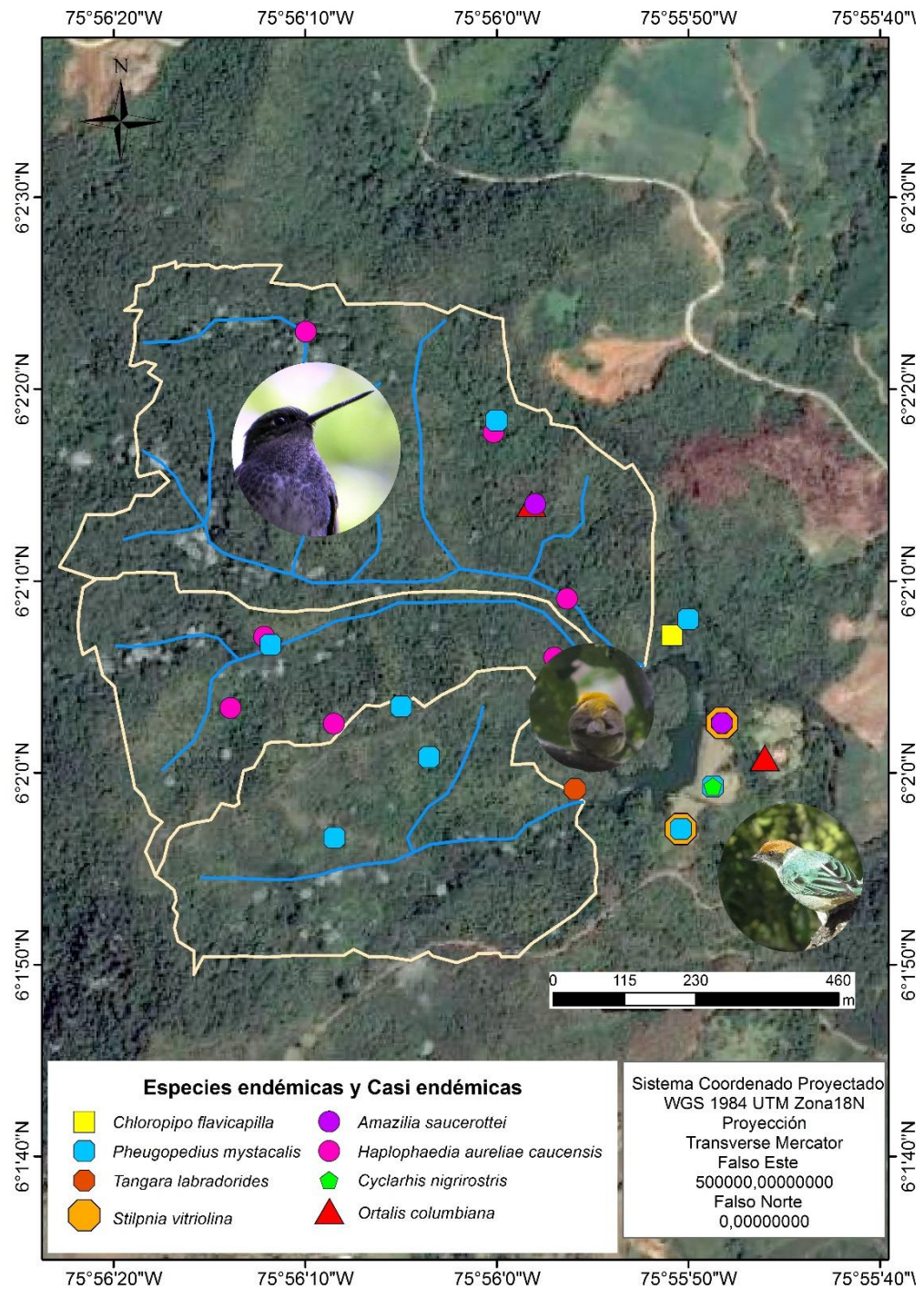


Figura 25. Especies casi endémicas, indicadoras del estado sucesional del bosque.

6.4.2 Especie focal

El presente estudio tiene como objetivo, proponer insumos para la conservación de la biodiversidad del Parque Natural La Nitrera y actualmente, una de las estrategias para llevar a cabo Planes de Conservación, es la selección de especies focales dentro del ecosistema. Esta estrategia fue propuesta por Lamberck (1997), como un enfoque multi-especifico, en donde se definen los atributos y prácticas de manejo que requieren los paisajes que permitan conservar los requerimientos de la biota nativa (Lambeck 1997; Freudenberger & Brooker 2004; Castaño-Villa 2005; Kattan 2008, citado por: (Echeverri, 2011). Cabe mencionar que, todas las especies seleccionadas como “*especies focales*”, se agrupan teniendo en cuenta los procesos que amenazan su persistencia.

El saltarín dorado es un ave casi endémica, que actualmente se encuentra amenazada en categoría de vulnerable (VU) a nivel global y a nivel nacional (Renjifo et al., 2014). La pérdida y fragmentación de los bosques sub andinos es la principal causa de la amenaza (agricultura), debido a que es un ave con preferencia por el interior del bosque (Renjifo et al., 2014), actualmente gran parte de su hábitat ha sido afectada y se han reportado extinciones locales (Castaño y Patiño 2008, citado por: (Renjifo et al., 2014). Ésta especie pertenece a la familia Pipridae, de la cual se han reportado relaciones de mutualismo con la familia Melastomatacea (flora presente en el área de estudio), por consiguiente, su función en el ecosistema es de alta importancia en la dispersión de las melastomas, gracias a que muchas semillas atraviesan intactas rápidamente su sistema digestivo, y a que extraen una gran cantidad de frutas (Vásquez Osorio, 2017).

Actualmente se llevan a cabo acciones de conservación e investigación en al menos 8 áreas protegidas (Kirwan y Green 2011, citado por: (IUCN, 2018), incluidos los Parques Nacionales Los Nevados y Farallones de Cali en Colombia, y el Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras en Ecuador (IUCN, 2018). Cerca de la zona de estudio los registros del saltarín dorado son pocos y en zonas muy alejadas, lo que posiblemente se deba a la poca densidad poblacional y/o evidenciar ausencia de muestreos, por consiguiente, el registro de ésta especie en la zona, puede sugerir la implementación de mosaicos de conservación, para mantener poblaciones viables y sus interacciones, para así atenuar la potencial pérdida de la funcionalidad ecosistémica.

7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En cuanto a la estructura de la vegetación, se pudo evidenciar cómo los resultados, presentan un gradiente aparente con la edad sucesional del bosque, siendo mayor el aporte de hojarasca y área basal en la PSA, sin embargo, la apertura de dosel presenta variaciones con la PSI, por la caída de árboles evidenciada en campo. El proceso sucesional del bosque se puede explicar posiblemente, desde una retroalimentación positiva, como sigue, en dónde a medida que los árboles van creciendo, el área basal y densidad de árboles también, en consecuencia, la cobertura de dosel se hace mayor, limitando la radiación solar incidente, lo que condiciona las tasas de evaporación y se favorece una mayor humedad, por lo tanto la tasa de descomposición es mayor, permitiendo que hayan mayores nutrientes disponibles para la vegetación, lo que finalmente favorece nuevamente el crecimiento de las plantas, mayor DAP, y por consiguiente el almacenamiento de carbono.

En el área antrópica se da una mayor diversidad alfa (Tabla 4), es importante resaltar que la mayoría de éstas especies, corresponden a aves sinantrópicas y generalistas, mientras que, en el bosque, entre mayor es la sucesión menor es la diversidad alfa (Tabla 4), pero mayor son los especialistas del hábitat (Figura 13), debido a que éstos aumentan con la sucesión y los cambios asociados en la estructura forestal (Salas-Correa & Mancera-Rodríguez, 2018).

Para las características ecológicas, en cuanto a los insectívoros se dividen típicamente en insectívoros aéreos e insectívoros terrestres/aéreos (Stratford & Sekercioglu, 2015), por consiguiente, tal como se evidencia las aves consumidoras de invertebrados, están representadas en mayor medida en el bosque cerrado (BC) (Figura 18) y en el área abierta (AA) (Figura 14), pero en ambas coberturas obedecen a dicha diferenciación, las familias del AA, son Parulidae, Tyrannidae, que son insectívoras aéreas, mientras que para el BC, es Troglodytidae, aves que forrajean en el suelo y sotobosque, buscando invertebrados en la hojarasca.

El bosque, que presenta un estado sucesional más avanzado (BC), ocurre que las especies forestales buscan la regeneración (mayoría de individuos concentrados en los menores diámetros) (Figura 5), por lo que posiblemente se genera una relación de mutualismo con las aves que consumen insectos fitófagos, porque pueden reducir potencialmente los efectos del daño a las hojas y aumentar el crecimiento de las plantas (Stratford & Sekercioglu, 2015), lo que tiene concordancia, porque en el BC, se da más presencia de controladores biológicos 65%, de los cuales el 62% está dominado por los consumidores de invertebrados (Figura 18), ayudando así a mantener el equilibrio dinámico al interior del bosque.

Los omnívoros, tal como se mencionó para el caso de estudio, se le asigna dicho gremio trófico al *Momotus aequatorialis*, es un ave común y conspicua, los resultados evidencian, registros equitativamente en los tipos de bosque (BA y BC) (Figura 18), lo que es esperado, debido que los omnívoros también pueden ser menos susceptibles a los efectos de la fragmentación de bosques (Blake 1983; Henle, et al. 2004; Willson, et al. 1994, citado por: Stratford & Sekercioglu, 2015). Por consiguiente, el *M. aequatorialis*, al no representar preferencias por algún tipo sucesional del bosque, posiblemente no pueda ser considerada una especie indicadora.

Las funciones de dispersión y polinización fueron mayores en bosque abierto que en el bosque cerrado, pero a medida que la sucesión es mayor, la función de dispersión y polinización baja, pero aumenta la función de control biológico, común en ecosistemas de estados sucesionales más avanzados, indicando que el metabolismo del ecosistema es capaz de soportar una diversidad mayor de heterótrofos (insectos), ofreciendo mayores recursos para el gremio trófico de los insectívoros. La mayor presencia de las aves encargadas de la dispersión de semillas y la polinización, en los estados sucesionales más tempranos, como claros y bordes del bosque, se explica posiblemente, debido a que las aves son consideradas conectores móviles que facilitan la transferencia de materia y energía (Sekercioglu 2006, Wenny et al. 2011, citado por: Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015) en los ecosistemas.

Para el bosque la mayor riqueza de especies se encuentra representada por la familia Trochilidae, esto se debe posiblemente a que es una familia con altos requerimientos energéticos y en un bosque en sucesión se da la presencia de especies ricas en néctar, lo que constituye un recurso disponible. Las especies de Trochilidae con reportes sólo en el bosque fueron el *Haplophaedia aureliae caucensis* y el *Phaethornis guy emiliae*, ambos más asociados al interior del bosque, el primero es casi endémico y muy territorial (Ayerbe-Quiñones, 2018), lo que implica que no realiza migraciones altitudinales, como ocurre con algunos colibríes y *P. guy* habita en el sotobosque de bosques maduros (Ayerbe-Quiñones, 2018).

En los resultados, también se puede inferir que el aporte de hojarasca, aumenta con la sucesión del bosque (Figura 7), tal como lo enuncia Brussaard, (1998), cuando los materiales derivados de las plantas entran en el suelo, la actividad biológica aumenta, lo que tiene concordancia con la mayor representatividad de las aves consumidoras de invertebrados en el BC (mayor etapa sucesional), con respecto al BA (menor etapa sucesional) (Figura 18).

La presencia equivalente de aves por el borde del bosque, de manera indistinta en el BA y BC (Figura 23), refleja la transición del ecosistema, además de reflejar que la reserva está influenciada en gran medida por el efecto borde, actuando

como zonas de amortiguación de los bosques, por consiguiente, es de esperarse que el ensamblaje de aves sea un indicador de esta condición, sin embargo, se puede apreciar (Figura 17), las aves con preferencias por el borde del bosque disminuyen, cuando en el bosque se da un estado sucesional avanzado.

Con los análisis de similitud (Figura 19, Figura 22, Figura 24), queda en evidencia, como las aves presentes en las diferentes coberturas (BA y BC), se agrupan en torno, a las diferentes características ecológicas, respondiendo a los diferentes nichos ofrecidos por cada tipo de bosque, lo que permite inferir que la comunidad de aves, es una buena indicadora del estado sucesional de un bosque.

La especie focal (*Chloropipo flavicapilla*), se propone como importante especie que necesita medidas de protección y conservación, por ser casi endémica y en estado vulnerable según la IUCN, tal como se evidencia en los resultados, la reserva tiene una influencia importante del efecto de borde (Figura 17), sin embargo, la sucesión ecológica permite que se dé la presencia estas especies focales, indicadoras y claves para el funcionamiento de la naturaleza y de nosotros como seres dependientes de los servicios que nos brinda la misma.

En conclusión, si bien las aves son indicadoras del estado sucesional de los bosques también, cumplen funciones importantes que determinan la salud de los ecosistemas, produciéndose un esquema de retroalimentación positivo, donde los bosques proporcionan varios recursos para las aves y las aves influyen en los bosques (Stratford & Sekercioglu, 2015).

8 REFERENCIAS

- Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4400.7129>
- Alcaldía Municipal de Concordia Antioquia. (2001). Esquema de Ordenamiento territorial Concordia Antioquia. Concordia - Colombia. Retrieved from http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/eot_esquema de ordenamiento territorial_concordia_antioquia.pdf
- Altamirano, M. A., Guzmán, J., Martín, M., & Domínguez, L. (2003). Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil*. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079\(12\)60379-0](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079(12)60379-0)
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M., ... Renjifo, L. M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). *Ornitología Colombiana*.
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., M, C. A., ... Renjifo, L. M. (2018). Species lists of birds for South American countries and territories. Colombia: 7 July 2018. Retrieved from <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.htm>
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). *Colibríes de Colombia* (Segunda ed). Wildlife Conservation Society.
- Ayerbe Quiñones, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana* (primera ed). Wildlife Conservation Society.
- Brussaard, L. (1998). Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. *Applied Soil Ecology*. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00066-3)
- Caranqui, J. (2016). Estructura y composición de bosque de neblina montano del bosque protector "El Corazón, Chimborazo, Pallatanga." Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7950>
- Castaño Murillo, B. (2009). Propuesta metodológica para la realización de inventarios forestales en la denominada zona forestal productora de los bosques del norte y nordeste del departamento de Antioquia, Colombia. CORANTIOQUIA. <https://doi.org/10.2174/138920312803582960>
- Chaparro-Herrera, S., Echevarry-Galvis, M. A., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-

endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*.
<https://doi.org/10.21068/BC.V14I2.289>

Cintra, R., Maruoka, A. E., & Naka, L. N. (2006). Abundance of two *Dendrocincla* woodcreepers (aves: Dendrocolaptidae) in relation to forest structure in Central Amazonia. *Acta Amazonica*. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200011>

Claudia Hoyos, Carolina Rivera, E. Q.-V. (2017). La restauración ecológica en los Bosques Andinos de Antioquia: El caso del Valle de Aburrá, perspectivas y estrategias. In S. G.-C. Estela Quintero-Vallejo, Ana María Benavides, Natalia Moreno (Ed.), *Bosques Andinos: Estado actual y retos para su conservación en Antioquia* (1 Ed, pp. 427–435). Medellín: Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe- Programa Bosques Andinos (COSUDE).

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA. (1997). Inventario de las fuentes de agua que surten las cabeceras de municipios y corregimientos de la región suroeste. Medellín (Colombia): Contrato 244.

Díaz, L. (2005). Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. *Forest Ecology and Management*, 223(1–3), 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.061>

Echeverri, J. (2011). Construcción del concepto de especies focal a través de una indagación con escarabajos coprófagos. Propuesta metodológica. *Universidad Nacional de Colombia*.

Encinas, J. I., Santana, O. A., & Imaña, C. R. (2011). Estructura Diamétrica De Un Fragmento Del Bosque Tropical Seco De La Región Del Eco-Museo Del Cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.1.a02>

Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2011). ArcGIS.

Erdelen, M. (1984). International Association for Ecology Bird Communities and Vegetation Structure : I . Correlations and Comparisons of Simple and Diversity Indices Author (s): Martin Erdelen Published by : Springer in cooperation with International Association for Ecology, 61(2), 277–284.

Gallo, E., & Idrobo, C. (1995). Fragmentos de bosque y conservación de aves : un estudio de caso en los Andes de Colombia. *Manejo de Fauna Silvestre En Amazonia y Latinoamérica*.
<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.04116>

Halffter, G., & Moreno, C. E. (2005). Significado Biológico De Las Diversidades Alfa,

- Beta Y Gamma. M3m: Monografías Tercer Milenio.
<https://doi.org/10.1080/10629360902949567>
- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (2009). *Guía de Aves de Colombia (2ª)*. Cali, Colombia: American Bird Conservancy.
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center.
<https://doi.org/Via 10.1046/j.1365-2699.1999.00329.x>
- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de La Tierra Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. IDEAM.
<https://doi.org/10.1245/s10434-016-5145-z>
- IUCN. (n.d.). The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved December 15, 2018, from <http://www.iucnredlist.org>
- Jaramillo, D., Rodriguez, E., & Diaz, K. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. *Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Marquez, C., Bechard, M., Gast, F., & Vanegas, V. H. (2005). *Aves rapaces diurnas de Colombia*. Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a005538>
- McAleece, N., Gage, J. D. G., Lamshead, P. J. D., & Paterson, G. L. J. (1997). BioDiversity Professional Statistics Analysis Software. . Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.
- Miguel A. Peña, Á. D. (2017). Determinantes de la dinámica de la biomasa aérea en bosques del Departamento de Antioquia, Colombia. In E. Quintero-Vallejo, A. M. Benavides, N. Moreno, & S. González-Caro (Eds.), *Bosques Andinos: Estado actual y retos para su conservación en Antioquia* (1st ed., p. 129). Medellín: Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe- Programa Bosques Andinos (COSUDE).
- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia*. Bogotá, D.C: Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. Retrieved from http://awsassets.panda.org/downloads/migratorias_aves_42_final.pdf
- Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T., & Roel, B. (2016). Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas (RAINFOR). *Rainfor*, 28. Retrieved from http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf

- Quevedo, A., Schwarzkopf, T., García, C., & Jerez, M. (2016). Ambiente de luz del sotobosque de una selva nublada andina: Estructura del dosel y estacionalidad climática. *Revista de Biología Tropical*. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i4.21861>
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres, 51. <https://doi.org/https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-159>
- Ramos Moreno, A., Mayor Polanía, R., Ortiz P, N. H., & Tovar Pérez, L. F. (2012). La diversidad en aves como factor determinante de la interacción entre ecosistemas del departamento del Huila. *Logos Ciencia y Tecnología*, 3(2), 45–58.
- Rangel-Ch, O., & Velázquez, A. (1997). Metodos de estudio de la vegetacion. In *Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de vegetación en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, Á. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., & Burbano-Girón, J. (2014). *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. (E. P. U. Javeriana & I. A. von Humboldt, Eds.), *Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia* (1st ed.). Bogotá D.C., Colombia.
- Restall, R., Rodner, C., & Lentino, M. (2007). Birds of Northern South America. An Identification Guide.
- Salas-Correa, Á. D., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2018). Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 519–529. <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.970>
- Sekercioglu, C. H. (2002). Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biological Conservation*. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00097-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00097-6)
- Stiles, F. G., & Rosseli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque alto andino Comparacion de dos metodos. *Caldasia*. <https://doi.org/10.2307/23641270>
- Stratford, J., & Sekercioglu, C. H. (2015). Birds in Forest Ecosystems. In R. Corlett, K. Peh, & Y. Bergero (Eds.), *Handbook of Forest Ecology* (pp. 281–296). Routledge Press.
- Thompson, C. M., & Shure, L. (1995). MATLAB. MathWorks.
- Valdés, a. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la

biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*.

Vásquez Osorio, Y. A. (2017). *Las aves en el monitoreo a procesos de restauración ecológica pasiva: una estrategia de manejo encaminada a la recuperación de ecosistemas al interior del PNN Farallones de Cali*. Universidad Autónoma de Occidente. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10614/9664>

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

Villarreal, H., M., Álvarez, M., Gast, F., Umaña, A. M., Mendoza, H., & Schiele, R. (2006). Manual De Métodos Para El Desarrollo De Inventarios De Biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. <https://doi.org/10.1063/1.1680571>

Xeno-canto. (2010). xeno-canto: sharing bird songs from around the world.

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

ANEXOS

Anexo A

Listado taxonómico de las aves muestreadas en el Parque Natural la Nitrera

No	Orden	Familia	Genero	Nombre científico
1	Galliformes	Cracidae	Ortalis	<i>Ortalis columbiana</i>
2	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	<i>Patagioenas fasciata</i>
3	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	<i>Piaya cayana</i>
4	Apodiformes	Trochilidae	Phaethornis	<i>Phaethornis guy</i>
5	Apodiformes	Trochilidae	Colibri	<i>Colibri thalassinus</i>
6	Apodiformes	Trochilidae	Colibri	<i>Colibri coruscans</i>
7	Apodiformes	Trochilidae	Anthracothorax	<i>Anthracothorax nigricollis</i>
8	Apodiformes	Trochilidae	Haplophaedia	<i>Haplophaedia aureliae caucensis</i>
9	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia tzacatl</i>
10	Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	<i>Amazilia saucerottei</i>
11	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	<i>Vanellus chilensis</i>
12	Accipitriformes	Accipitridae	Chondrohierax	<i>Chondrohierax uncinatus</i>
13	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	<i>Rupornis magnirostris</i>
14	Strigiformes	Strigidae	Megascops	<i>Megascops choliba</i>
15	Trogoniformes	Troglodytidae	Trogon	<i>Trogon personatus</i>
16	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	<i>Momotus aequatorialis</i>
17	Galbuliformes	Bucconidae	Malacoptila	<i>Malacoptila panamensis</i>
18	Piciformes	Capitonidae	Eubucco	<i>Eubucco bourcierii</i>
19	Piciformes	Picidae	Picoides	<i>Picoides fumigatus</i>
20	Passeriformes	Thamnophilidae	Dysithamnus	<i>Dysithamnus mentalis</i>
21	Passeriformes	Grallariidae	Grallaria	<i>Grallaria ruficapilla</i>
22	Passeriformes	Furnariidae	Lepidocolaptes	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>
23	Passeriformes	Furnariidae	Xenops	<i>Xenops rutilans</i>
24	Passeriformes	Furnariidae	Lochmias	<i>Lochmias nematura</i>
25	Passeriformes	Furnariidae	Anabacerthia	<i>Anabacerthia striaticollis</i>
26	Passeriformes	Furnariidae	Syndactyla	<i>Syndactyla subalaris</i>
27	Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis	<i>Synallaxis azarae</i>
28	Passeriformes	Tyrannidae	Elaenia	<i>Elaenia frantzii</i>
29	Passeriformes	Tyrannidae	Zimmerius	<i>Zimmerius chrysops</i>
30	Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	<i>Myiozetetes cayanensis</i>
31	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	<i>Tyrannus melancholicus</i>
32	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus cephalotes</i>
33	Passeriformes	Pipridae	Chloropipo	<i>Chloropipo flavicapilla</i>
34	Passeriformes	Vireonidae	Cyclarhis	<i>Cyclarhis nigrirostris</i>

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

No	Orden	Familia	Genero	Nombre científico
35	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo leucophrys</i>
36	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	<i>Cyanocorax yncas</i>
37	Passeriformes	Hirundinidae	Pygochelidon	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
38	Passeriformes	Hirundinidae	Stelgidopteryx	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>
39	Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	<i>Troglodytes aedon</i>
40	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius	<i>Pheugopedius mystacalis</i>
41	Passeriformes	Troglodytidae	Henicorhina	<i>Henicorhina leucophrys</i>
42	Passeriformes	Turdidae	Myadestes	<i>Myadestes ralloides</i>
43	Passeriformes	Turdidae	Catharus	<i>Catharus ustulatus</i>
44	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus ignobilis</i>
45	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus fuscater</i>
46	Passeriformes	Turdidae	Turdus	<i>Turdus serranus</i>
47	Passeriformes	Thraupidae	Diglossa	<i>Diglossa albilatera</i>
48	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	<i>Ramphocelus flammigerus</i>
49	Passeriformes	Thraupidae	Tiaris	<i>Tiaris olivaceus</i>
50	Passeriformes	Thraupidae	Anisognathus	<i>Anisognathus somptuosus</i>
51	Passeriformes	Thraupidae	Stilpnia	<i>Stilpnia heinei</i>
52	Passeriformes	Thraupidae	Stilpnia	<i>Stilpnia vitriolina</i>
53	Passeriformes	Thraupidae	Stilpnia	<i>Stilpnia cyanicollis</i>
54	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	<i>Tangara nigroviridis</i>
55	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	<i>Tangara labradorides</i>
56	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	<i>Tangara gyrola</i>
57	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	<i>Tangara arthus</i>
58	Passeriformes	Thraupidae	Thraupis	<i>Thraupis episcopus</i>
59	Passeriformes	Thraupidae	Thraupis	<i>Thraupis palmarum</i>
60	Passeriformes	Emberizidae	Arremon	<i>Arremon brunneinucha</i>
61	Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia	<i>Zonotrichia capensis</i>
62	Passeriformes	Emberizidae	Atlapetes	<i>Atlapetes albinucha</i>
63	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga rubra</i>
64	Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
65	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga ruticilla</i>
66	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga castanea</i>
67	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga fusca</i>
68	Passeriformes	Parulidae	Myiothlypis	<i>Myiothlypis coronata regulus</i>
69	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	<i>Basileuterus rufifrons</i>
70	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	<i>Cardellina canadensis</i>
71	Passeriformes	Parulidae	Myioborus	<i>Myioborus miniatus</i>
72	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus chrysater</i>

Shirley Viviana Giraldo Duque
**LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD
ECOLÓGICA**

*Listado taxonómico basado en la última actualización de la SACC (South American Classification Committee) (Avendaño et al., 2018).

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

Anexo B

Características ecológicas de las aves registradas en el Parque Natural La Nitrera

Nombre científico	Gremio Trófico	Estrato de forrajeo	Habitat
<i>Ortalis columbiana</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Patagioenas fasciata</i>	Fr	Amp	Bi
<i>Piaya cayana</i>	In	Sub-D	Bb
<i>Phaethornis guy</i>	Ne	Sot	Bi
<i>Colibri thalassinus</i>	Ne	D	Bb
<i>Colibri coruscans</i>	Ne	D	Bb
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Ne	Sub-D	Bb
<i>Haplophaedia aureliae caucensis</i>	Ne	Sub	Bi
<i>Amazilia tzacatl</i>	Ne	Sub	Bb
<i>Amazilia saucerottei</i>	Ne	Sub-D	Bb
<i>Vanellus chilensis</i>	In	S	Aa
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Car	Ab	Br
<i>Rupornis magnirostris</i>	Car	Ab	Aa
<i>Megascops choliba</i>	Car	D	Br
<i>Trogon personatus</i>	In	Sot-Sub	Bs
<i>Momotus aequatorialis</i>	Om	Sot-Sub	Bb
<i>Malacoptila panamensis</i>	In	Sot	Bb
<i>Eubucco bourcierii</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Picoides fumigatus</i>	In	Sub-D	Bb
<i>Dysithamnus mentalis</i>	In	Sot	Bs
<i>Grallaria ruficapilla</i>	In	S-Sot	Bs
<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In	S-Sot-Sub	Bi
<i>Xenops rutilans</i>	In	Sub	Bb
<i>Lochmias nematura</i>	In	Sot	Br
<i>Anabacerthia striaticollis</i>	In	Sub	Bb
<i>Syndactyla subalaris</i>	In	Sot-Sub	Br
<i>Synallaxis azarae</i>	In	Sot-Sub	Ba
<i>Elaenia frantzii</i>	In	Ab	Bb

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

Nombre científico	Gremio Trófico	Estrato de forrajeo	Habitat
<i>Zimmerius chrysops</i>	In	Sub-D	Bb
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	In	Ab	Bb
<i>Tyrannus melancholicus</i>	In	Ab	Aa
<i>Myiarchus cephalotes</i>	In	Ab	Bb
<i>Chloropipo flavicapilla</i>	Fr	Sot-Sub	Bs
<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	In	Sub-D	Bb
<i>Vireo leucophrys</i>	In	D	Bs
<i>Cyanocorax yncas</i>	In	Amp	Bs
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	In	Ab	Aa
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	In	Ab	Aa
<i>Troglodytes aedon</i>	In	S-Sot-Sub	Ba
<i>Pheugopedius mystacalis</i>	In	Sot	Bb
<i>Henicorhina leucophrys</i>	In	Sot	Bb
<i>Myadestes ralloides</i>	Fr	Sot-Sub	Bs
<i>Catharus ustulatus</i>	Fr	Sot-Sub	Bi
<i>Turdus ignobilis</i>	In	S-Sub	Ba
<i>Turdus fuscater</i>	Fr	Amp	Bb
<i>Turdus serranus</i>	In	Sot-D	Bb
<i>Diglossa albilatera</i>	Ne	Sot-Sub	Bb
<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Fr	Ab	Bb
<i>Tiaris olivaceus</i>	S	Ab	Aa
<i>Anisognathus somptuosus</i>	Fr	Sub-D	Bs
<i>Stilpnia heinei</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Stilpnia vitriolina</i>	In	Sot-Sub	Aa
<i>Stilpnia cyanicollis</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Tangara nigroviridis</i>	Fr	Sot-D	Bb
<i>Tangara labradorides</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Tangara gyrola</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Tangara arthus</i>	Fr	Sub-D	Bb
<i>Thraupis episcopus</i>	Fr	Amp	Bb
<i>Thraupis palmarum</i>	Fr	D	Bb

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

Nombre científico	Gremio Trófico	Estrato de forrajeo	Habitat
<i>Arremon brunneinucha</i>	In	S	Bs
<i>Zonotrichia capensis</i>	S	S-Sot	Aa
<i>Atlapetes albinucha</i>	In	Sot-Sub	Bb
<i>Piranga rubra</i>	Fr	D	Bb
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	In	D	Bs
<i>Setophaga ruticilla</i>	In	D	Bi
<i>Setophaga castanea</i>	In	Sot-D	Bi
<i>Setophaga fusca</i>	In	D	Bb
<i>Myiothlypis coronata regulus</i>	In	Sot-Sub	Bi
<i>Basileuterus rufifrons</i>	In	S-Sot	Bs
<i>Cardellina canadensis</i>	In	Sot-Sub	Bi
<i>Myioborus miniatus</i>	In	Sub-D	Bb
<i>Icterus chrysater</i>	In	D	Bb

* **Gremios tróficos**, por In: Consumidores de invertebrados, *Fr: Frugívoros, Ne: Nectarívoros, S: Consumidores de semillas, Car: carnívoros y Om: Omnívoros.

* **Estrato de forrajeo**, S: Suelo, Sot: Sotobosque, Sub: Subdosel, D: Dosel, Amp: Amplia y Ab: Abierto.

* **Habitat**, Bi: Interior del bosque, Bs: Bosque secundario, Br: Bosque de ribera, Bb: Borde de bosque, Ba: Bosque abierto y AA: Área abierta.

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD
ECOLÓGICA

ANEXO C

Especies endémicas y casi endémicas registradas en el Parque Natural La Nitrera

Nombre común y científico	Endemismo
Guacharaca (<i>Ortalis columbiana</i>)	E
Saltarín dorado (<i>Chloropipo flavicapilla</i>)	CE
Tángara rastrojera (<i>Stilpnia vitriolina</i>)	CE
Tángara verde plata (<i>Tangara labradorides</i>)	CE
Amazilia coliazul (<i>Amazilia saucerottei</i>)	CE
Calzadito verdoso norteño (<i>Haplophaedia aureliae caucensis</i>)	CE
Cucarachero bigotudo montano (<i>Pheugopedius mystacali</i>)	CE
Verderón piquinegro (<i>Cyclarhis nigrirostris</i>)	CE

* **Endemismo**, E= especies endémicas y CE: especies casi endémicas.

Shirley Viviana Giraldo Duque
LA COMUNIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA RECUPERACIÓN DEL BOSQUE Y SU FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA

Anexo D

Aves migratorias registradas en el Parque Natural La Nitrera

Nombre común y científico	Estatus
Torito cabecirrojo (<i>Eubucco bourcierii</i>)	Migración altitudinal
Paloma collareja (<i>Patagioenas fasciata</i>)	Migración altitudinal
Chillón verde (<i>Colibri thalassinus</i>)	Migración altitudinal
Colibrí chillón (<i>Colibri coruscans</i>)	Migración altitudinal
Sirirí (<i>Tyrannus melancholicus</i>)	Migración altitudinal y Migración latitudinal reproductivo
Degollado (<i>Pheucticus ludovicianu</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Reinita gorgiamarilla (<i>Setophaga fusca</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Candelita americana (<i>Setophaga ruticilla</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Reinita castaña (<i>Setophaga castanea</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Reinita del Canadá (<i>Cardellina canadensis</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Zorzalito de Swainson (<i>Catharus ustulatus</i>)	Migración latitudinal, no reproductivo
Piranga abejera (<i>Piranga rubra</i>)	Migración latitudinal, reproductivo
Golondrina Azul y Blanca (<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>)	Residente y Migración latitudinal

* Clasificación según la Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia (Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, 2012).