



**PERTURBACIÓN AMBIENTAL ANALIZADA POR MEDIO DE
BIOINDICADORES EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE SECO
TROPICAL (Bs-T) LOCALIZADO EN EL ÁREA PERIMETRAL
DEL AEROPUERTO JORGE ISAACS (ALBANIA, LA
GUAJIRA, COLOMBIA)**

LEYN DAVID CASTRO VÁSQUEZ

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2016

**PERTURBACIÓN AMBIENTAL ANALIZADA POR MEDIO DE
BIOINDICADORES EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE SECO
TROPICAL (Bs-T) LOCALIZADO EN EL ÁREA PERIMETRAL
DEL AEROPUERTO JORGE ISAACS (ALBANIA, LA
GUAJIRA, COLOMBIA)**

LEYN DAVID CASTRO VÁSQUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Línea de Investigación:
Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Asesor de Trabajo de Grado:
Ph.D. (Cand.) EDISSON CASTRO ESCOBAR

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2016

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos al docente Edison Castro Escobar por su asesoría y recomendaciones para enriquecer esta investigación.

A mis compañeras Leney Solarte Zambrano y Laura Rivas Perea por permitirme compartir con ellas e intercambiar conocimientos durante la realización de esta maestría.

A Rodian Fonseca por su asesoría estadística.

A Gabriel Castaño Villa por sus comentarios y aportes para mejorar esta investigación.

A todos los docentes que en cada módulo transmitieron su conocimiento para llevar a buen término esta maestría.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A la Universidad del Atlántico por la beca de apoyo para estudio de maestría y doctorado.

A la Universidad de Manizales por proveer herramientas académicas para el estudio de este posgrado.

Este trabajo presenta las opiniones personales de los autores, por lo que los posibles errores y conceptos emitidos son de responsabilidad exclusiva de éstos y no comprometen a la Universidad de Manizales ni a sus directores, asesores y jurados.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Problema de investigación	8
1.2 Preguntas de investigación	10
1.3 Objetivos	11
2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA	12
2.1 Estado del arte	12
2.2. Perturbación Ambiental.....	25
• Perturbación Ambiental y Avifauna como Bioindicadores	27
3. PERTURBACIÓN AMBIENTAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL BS-T EN COLOMBIA	29
4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
4.1 Métodos de estudio de la Perturbación Ambiental	33
4.2 Área de estudio y unidad de análisis	35
4.4 Técnicas de análisis e indicadores	36
5. ANALISIS DE RESULTADOS	43
5.1 Aves observadas en un fragmento de Bosque seco Tropical localizado en cercanía del aeropuerto Jorge Isaacs, Albania, La Guajira.....	43
5.2 Similitud entre las aves observadas en el interior y exterior del aeropuerto de Jorge Isaacs, Albania, La Guajira.....	50
5.3 Similitud entre las aves observadas en el Bs-T aledaño al aeropuerto Jorge Isaacs y otros cercanos fragmentes boscosos cercanos.....	51
6. DISCUSIÓN	52
7. CONCLUSIONES	63
8. RECOMENDACIÓN	65
9. BIBLIOGRAFÍA	66

Resumen

Con el fin de evaluar la perturbación ambiental que se genera a partir de las actividades económicas y productivas sobre los ecosistemas, se tomó un estudio de caso en un fragmento de Bs-T localizado en el área perimetral del aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira. Se realizaron monitoreos de aves durante de junio a noviembre de 2014, para lo cual se utilizó un transecto lineal de 1000 m. En el análisis de datos se emplearon medidas poblacionales (riqueza, abundancia y densidad), estimador de Jaccard y las curvas de acumulación de especies. Se registró un total de 45 especies de aves, siendo *Forpus passerinus* y *Thectocercus acuticaudatus* las más abundantes. *Ortalis ruficauda* se encontró dentro de las especies con mayor abundancia y densidad. Es de destacar la presencia de *Cardinalis phoeniceus*, *Picumnus cinnamomeus* y *synallaxis candei*, especies casi endémicas para Colombiano y Venezuela, al igual que migratorias como *Setophaga petechia* y *Sporophila bouvronides*. La similitud entre el fragmento de Bs-T y la zona de seguridad del aeropuerto fue solo de 9%, observándose solo seis (6) especies presentes en ambas zonas. Las Rancherías Itaka (Albania – La Guajira) y Alto Pino (Maicao – La Guajira) tuvieron una afinidad de alrededor del 30% con el área en estudio. Las aves como bioindicadoras del estado conservación mostraron poco grado de perturbación, debido a que se registraron mayormente aves características de hábitats boscosos y no asociadas a ambientes modificados. El estado de conservación también se advierte en la presencia de algunas especies de fauna endémica identificadas en el ecosistema.

Palabras claves: Aves, Fragmento Bs-T, Endémicas, Aeropuerto, Bioindicadores.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

Las perturbaciones ambientales son acontecimientos asociados a factores naturales o antropogénico que modifican la estructura y composición de un ecosistema disminuyendo los recursos naturales (Generalitat de Catalunya, 2012; Manson & Jardel-Peláez, 2009). En Colombia se han modificado los biomas, siendo los factores antrópicos causante en gran medida de estas perturbaciones. El Bosque seco tropical (Bs-T) es uno de los biomas con mayor perturbación debido a la agricultura, la ganadería, la tala de especies maderables, la explotación minera, el avance urbanístico y el turismo (Pizano et al., 2014; Díaz-Merlano, 2006; Fajardo et al., 2005). En Colombia, según Álvarez et al. (1998) son pocos los remanentes de Bs-T que poseen un buen estado, y los que se encuentran conservados en la actualidad están a punto de desaparecer. Según Pizano et al. (2014) el 65% de las tierras que han sido deforestadas eran bosque seco y de la extensión de más de 9 millones de hectáreas que cubría este ecosistema originalmente en el territorio colombiano solo queda un 8%, por lo cual corresponde a uno de los biomas más deteriorados en el país.

La perturbación ambiental a la que están sometidos los Bs-T ha conducido a la formación fragmentos o parches bosque de formas variables rodeados por áreas alteradas por asentamientos urbanizaciones, cultivos y granjas ganaderas. Esta

fragmentación disminuye el hábitat necesario para la supervivencia de la fauna y flora, lo cual ponen en riesgo a aquellas especies cuyas poblaciones necesitan para su mantenimiento un ecosistema de amplia extensión, lo que conllevaría a la pérdida de la biodiversidad regional (Díaz-Merlano, 2006). La fragmentación de los Bs-T puede perturbar también las interacciones entre fauna y flora, como sucede en el caso de las aves que dependen de las plantas de este ecosistema para su alimentación, nidación y demás servicios ambientales¹ que pudiera prestarles el bosque, en tal caso, si el fragmento boscoso no posee el área apropiada para mantener a largo plazo a este grupo de aves y además está apartado de otras zonas de bosque, la conservación de la flora y la avifauna asociada a este bioma se vería seriamente afectada (Díaz-Merlano, 2006).

Con respecto a las aves, los Bs-T en Colombia localizado en la región biogeográfica del Caribe (planicie del Caribe colombiano y las costas) poseen probablemente la mayor riqueza y número de especies endémicas (Gómez y Robinson, 2014), puesto que reportan un total de 21 especies y tres (3) subespecies endémicas (Stattersfield, Crosby, Long y Wege, 1998). Razón por la cual, en la región Caribe se hace necesario que se continúen desarrollando investigaciones sobre la avifauna de este bioma. Lastimosamente, en los últimos años las investigaciones sobre el Bs-T en dicha región han venido disminuyendo y además muy pocos estudios se han centrado en realizar análisis específicos de las comunidades del Bs-T, por lo que hasta el momento se

¹ La noción de servicio ambiental aunque es una concepción antropocéntrica, se pueden entender en este sentido como las funciones activas del equilibrio del ecosistema que corresponden a la relación vitalicia que tiene los seres vivos con su entorno (Cuervo, 2006).

desconoce cuál es la capacidad de recuperación de estas comunidades y el impacto que pueda tener este ecosistema por factores de perturbación ambiental como la deforestación y su fragmentación (Gómez y Robinson, 2014).

Por estos motivos se hace necesario la realización de estudios que analicen el impacto de la perturbación ambiental sobre el Bs-T y su fauna asociada, en este sentido, esta propuesta busca dar a conocer por medio de bioindicadores la perturbación ambiental causada sobre un fragmento de Bs-T sometido a presión ambiental, como es el caso de los aeropuertos, de los cuales se tiene poca información del efecto que vienen causando sobre los Bs-T cercanos a este tipo de terminales aéreas en La Guajira, Colombia.

1.2 Preguntas de investigación

Pregunta	Detalle
Central	¿En qué estado de perturbación ambiental se encuentra el Bs-T ubicado en las inmediaciones del Aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira colombiana utilizando las aves como bioindicadores?
Específicas	¿Cuáles son las características la avifauna encontrada en el Bs-T ubicado en las inmediaciones del Aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira colombiana?
	¿Cuál es la riqueza, abundancia, densidad y similitud de especies identificadas en el Bs-T circundante al Aeropuerto Jorge

	Isaacs en la Guajira colombiana?
	¿En qué condiciones de perturbación ambiental se encuentra el Bs-T que rodea el Aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira, a partir del análisis cuantitativo y cualitativo de aves como bioindicadores?

1.3 Objetivos

Objetivo general

Evaluar la perturbación ambiental en un fragmento boscoso localizado en el área perimetral del aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira colombiana mediante análisis cuantitativo y cualitativo, utilizando a las aves como bioindicadoras.

Objetivos específicos

- Caracterizar la avifauna encontrada en el Bs-T ubicado en las inmediaciones del Aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira, Colombia.
- Estimar la riqueza, abundancia, densidad y similitud de especies identificadas en el Bs-T circundante al Aeropuerto Jorge Isaacs en La Guajira colombiana

- Identificar las condiciones de perturbación ambiental del Bs-T que rodea el aeropuerto Jorge Isaacs en la Guajira a partir de bioindicadores

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Estado del arte

La mayoría de investigaciones en donde se utilizan organismos como bioindicadores de perturbación ambiental han sido efectuadas con microorganismos acuáticos, empleados éstos como mecanismo para identificar contaminación en cuerpos de aguas. Debido a la degradación de hábitats terrestres, los estudios que hacen uso de bioindicadores para determinar el efecto sobre los ecosistemas, han ido aumentando en los últimos años. Es así como se han realizado investigaciones con coleópteros, reptiles y anuros como medidas de perturbación ambiental. Los trabajos que emplean a las aves como indicadores ambientales han venido cobrando importancia por ser organismos susceptibles a los cambios ambientales y que además se pueden encontrar en todo tipo de hábitats.

En el continente americano, Estados Unidos fue uno de los países pioneros en utilizar aves como bioindicadoras de perturbación ambiental, enfocando este tipo de estudios en ambientes acuáticos, dentro de dichos trabajos cabe mencionar las investigaciones realizados por Robert Craig y Kathleen Beal (1992) sobre las comunidades de aves como indicadoras de los cambios ambientales en el área de marismas del Estuario del

Rio Connecticut entre los años de 1974 y 1987 (Craig y Beal, 1992). Más adelante, en 1993 James Kushlan publicó una reseña sobre la importancia de las colonias de aves acuáticas como Bioindicadores de los cambios ambientales (Kushlan, 1993).

A nivel suramericano en los últimos años se han intensificados los estudios de las aves como indicadores ecológicos para la perturbación ambiental. Entre 1998 y 2004 un grupo de investigadores liderados por Gedio Marín (Marín et al., 2007) adelantaron la investigación sobre el perfil ecológico de la avifauna en función de los impactos antrópicos en los llanos orientales de Venezuela, para este fin se efectuaron monitoreos de aves en cuatro (4) unidades: Sabana (SA), Bosque Tropófilo (BT), Galería-Morichal (GM), y Lagunas (LA); se empleó transectos lineales y metodología con redes de niebla, para conocer la riqueza y sensibilidad de perturbación de las aves y para analizar los resultados utilizó índices ecológicos que le permitieron conocer rasgos comunitarios de las especies y/o familias de aves más importantes en las áreas de estudio establecidas. Los resultados de esta investigación arrojaron un total de 206 especies, conformadas en 51 familias y 18 órdenes. El GM registró mayor variedad de aves. 66 especies (32%) de las reportadas en GM presentaron afinidad (fueron comunes) con BT, 44 especies (21%) con SA y 11 especies (5%) con LA. Los autores encontraron 112 especies accidentales, 81 accesorias y 48 especies constantes. Según los porcentajes de sensibilidad los hábitats que presentaron mayor fragilidad fueron GM (S=28,48%) y BT (S=24,62%), esto estuvo relacionado a que en estos hábitats se reportaron la mayor cantidad de especies amenazadas y/o de interés para tráfico y caza. Gracias a estos resultados concluyeron que la avifauna de los Llanos

Orientales se encuentra alterada por las actividades de tipo antrópico realizadas en esta región (Marín et al., 2007).

Los investigadores María Rosetti y Alejandro Giraudo entre el año de 1999 y el 2000 estudiaron las aves de los bosques fluviales habitados y no habitados por el hombre en inmediaciones del río Paraná (Argentina) para conocer de esta forma la perturbación antrópica sobre dichos bosques, para ello realizaron monitoreos de aves en 60 puntos de muestreos, 30 ubicados en los Bosques habitados y los 30 restantes en los no habitados. Como resultado los investigadores reportaron en los bosques no habitados un total de 60 especies de aves y 591 individuos, mientras que para los bosques habitados se hallaron 53 especies y 646 individuos. En esta investigación no detectó diferencias significativas en la diversidad de especies, ni en la riqueza y según sus autores el poco impacto de las viviendas sobre la avifauna, pudo darse debido a que el tamaño de la muestra fue insuficiente para detectarlos, aunado esto a otros factores como las inundaciones y la estacionalidad que pudo incidir sobre los resultados obtenidos (Rossetti y Giraudo, 2003).

Durante el 2002, Marco González Ortega, Jaqueline Guzmán Hernández, Martín Francisco Martín Gómez y Luis Enrique Domínguez Velázquez desarrollaron un método de selección de aves Bioindicadoras, para lo cual diseñaron una matriz de tipo numérico para la selección de especies, con la cual evaluaron 272 especies que registraron en el noroeste del estado de Chiapas, México. La investigación ex-situ la llevaron a cabo en seis (6) localidades de la zona de monitoreo de aves, realizando una

salida de campo mensual, el tiempo de muestreo fue de ocho (8) días en cada zona. La matriz diseñada se conformó de una sección que califica la biología y otra para manejo de las especies de aves, también crearon una segunda matriz para las abundancias relativas de las especies avistadas. Los resultados mostraron la efectividad del método, al ser capaz de distinguir un 5% (presentan posibilidades de ser monitoreadas) de entre más de 270 especies de aves. Se considera que el método tiene utilidad en para la escogencia de diferentes conjuntos de animales y vegetales. El método permitió efectuar una escogencia de especies de aves bioindicadoras de cambios ambientales, basados en los criterios más reconocidos en la bibliografía relacionadas con dicho tema y en la aplicación de una escala de calificación numérica de tipo ponderado, lo que diferenció el método propuesto de otros similares (González-Ortega, Guzmán-Hernández, Martín-Gómez y Domínguez-Velázquez, 2003).

Saúl Ugalde Lezama y su equipo de investigadores entre noviembre de 2003 y junio de 2004 estudiaron en la estación Forestal Zoquiapan en el estado de México, las aves de un bosque de pino poco alterado (ZOQ1) y de un bosque mixto perturbado (ZOQ2) usando como método de muestreo redes de niebla y puntos de observación con radio fijo (25m). Los autores durante ese tiempo realizaron varias investigaciones, estudiando riqueza, abundancia y diversidad de aves, así como la distribución vertical y la fisionomía vegetal del bosque objeto de estudio (Ugalde-Lezama et al., 2010; Ugalde-Lezama, Valdez-Hernández, Ramírez-Valverde, Alcántara-Carbajal y Velázquez-Mendoza, 2009). Como resultado Ugalde-Lezama, Alcántara-Carbajal, Tarango-Arámbula, Ramírez-Valverde y Mendoza-Martínez (2012) registraron un total de 51

especies de aves: 31 (61 %) en las dos zonas de monitoreo, 15 (29 %) solamente en ZOQ2 y cinco (5) (10 %) únicamente en ZOQ1. La avifauna del lugar estuvo agrupada en cinco 20 familias pertenecientes órdenes. La diversidad de especies y riqueza tuvieron valores más altos en ZOQ2 que en ZOQ1, estos resultados se debieron gracias a que ZOQ2 presentó una estructura vegetal más compleja, concretamente en un el plano vertical, lo que se dio como producto de la alteración ambiental. La diversidad de bosque mixto fue más alta por su condición de perturbación intermedia y la composición y dinámica de la avifauna de ZOQ2, que según los autores varía por la alteración del ambiente, es decir, que la biodiversidad presenta relación directa con la perturbación recibida sobre estos bosques (Ugalde-Lezama, *et al.*, 2010).

Raúl Uribe Hernández y su grupo de colaboradores, desarrollaron en el 2004 un estudio de diversidad de aves utilizando índices ecológicos para determinar la calidad ambiental de cuerpos de agua impactados por hidrocarburos, para lo cual desarrollaron su trabajo investigativo en el pantano del Río Coatzacoalcos (Minatitlán, Veracruz, México) (Uribe-Hernández *et al.*, 2012). Los autores realizaron un análisis comparativo de la comunidad de aves presentes en diferentes áreas con gradiente de contaminación por residuos de hidrocarburos, con el fin de determinar la calidad ambiental del pantano objeto de estudio, para lo cual efectuaron tres campañas de muestreo en los meses de junio, agosto y octubre de 2004, estableciendo 4 zonas de muestreos las cuales fueron: zona 1; zona 2 y zona 3 impactadas por residuos de hidrocarburos, y la zona 4 denominada de referencia o zona de control. Los resultados dieron valores significativamente mayores ($p < 0,05$) de riqueza y biodiversidad en las zonas de

referencia o control respecto de las zonas contaminadas. El contenido de hidrocarburos en suelo como el análisis ecológico de la comunidad fue consistente durante tres campañas de monitoreos. La zona que tomaron de referencia presentó concentraciones muy bajas de hidrocarburos totales del petróleo (HTP) como de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP), en tanto que la zona 3 presentó las mayores concentraciones de HTP y la zona 2 de HAP ($p < 0,05$) y el análisis de correlación entre biodiversidad y concentración de HTP ($r = 0,88$, $p < 0,01$), les mostró una estrecha relación entre dichos parámetros. En esta investigación se concluyó que la zona de referencia al tener la mejor calidad ambiental, permite la permanencia de un mayor número de aves de diferentes familias, además que el inventario y parámetros ecológicos de las aves son útiles para conocer las condiciones de deterioro ambiental de un pantano (Uribe-Hernández et al., 2012).

Mariana Villegas y Álvaro Garitano Zavala desarrollaron un estudio en la Paz, Bolivia donde evaluaron a las aves como indicadores ecológicos, para lo cual establecieron unidades de respuesta en las “estaciones de observación” con una distancia mínima de 200 m entre cada una (Villegas y Garitano-Zabala 2008). Para el registro de aves emplearon el método de punto de conteo con un radio de 50 m, donde anotaron todas las especies de aves presentes en un periodo de 15 minutos. Los investigadores consideraron 56 especies de aves nativas, pertenecientes a 16 familias. Como resultado de la clasificación de las especies de aves, Villegas y Garitano-Zabala (2008), crearon una tabla que muestra a las especies de aves organizadas en seis de las nueve casillas posibles. En cada una de las seis casillas de la tabla se citan las especies que

se registraron en las zonas de observación y en la parte inferior de cada casilla citaron a las que se avistaban de forma casual. La presencia del conjunto de especies de aves de cada casilla puede ser indicadora de características particulares. Por otro lado, las especies de la columna 2 eran indicadoras de ambientes con niveles medios de urbanización, con presencia de áreas verdes para recreación y jardines con vegetación ornamental que ofrezcan recursos importantes, como frutos, granos y flores. Las especies de la columna 3 indicaban la presencia de grandes áreas verdes con vegetación nativa y eventualmente la presencia de campos de cultivos, la mayoría de éstas son insectívoras. Según los autores esta tabla puede ser muy útil para el diagnóstico del efecto de la urbanización sobre la avifauna y constituye una herramienta útil para la estructuración y ejecución de futuros programas de monitoreo de la calidad ambiental, utilizando a las comunidades de aves como indicadores del grado de urbanización y por lo tanto ser tenidas en cuenta para su utilización en los programas de monitoreos ambiental (Villegas y Garitano-Zavala, 2008).

Noel González Valdivia y su equipo de trabajo realizaron en el año 2008 una investigación sobre ensamblaje de aves en un gradiente perturbación en el paisaje del Ejido Niños Héroes de Chapultepec, municipio de Tenosique (Tabasco – México) (González-Valdivia et al, 2012), para lo cual evaluaron en ocho (8) unidades del paisaje (agrupadas en dos eco mosaicos), la abundancia, riqueza, distribución y gremios alimenticios de las aves. El método que se empleó en este estudio fue puntos de conteo con radio fijo, siendo 12 dichos puntos y el radio de cada uno de 25 m, separados por 200 m de distancia. Para el análisis de datos los investigadores calcularon los índices

de dominancia, diversidad y equitatividad de los ensamblajes de aves presentes en cada punto de observación, para así determinar si había efectos en el número de especies registradas y sus abundancias relacionado con los ecosistemas y estaciones del año. En esta investigación se identificaron 218 especies, además se observó que la composición de aves, varía entre bosque tropical perennifolio y la matriz agropecuaria heterogénea, al igual que ocurre entre las unidades de paisaje establecidas en ellos. La riqueza entre unidades del paisaje cambió de 76 a 118 especies, la diversidad con el índice de Shannon-Wiener estuvo entre 3,20 y 4,44, y la equidad de las aves con el índice Pielou estuvo entre 0,71 a 0,91. Según los investigadores el paisaje actual del área permite la conservación biológica de especies de aves y constituye un modelo potencial para el refugio y manejo sustentable. No obstante estos resultados, el bosque del Ejido presenta presión sobre su biodiversidad debido a la tala de árboles para extracción de madera, la ampliación de la frontera agropecuaria y el descuido del sistema de rotación Milpa-Acahual (González-Valdivia et al., 2012).

Sergio Nolazco, desarrolló un proyecto sobre las aves de la región de Lambayeque (Perú) como indicadores ambientales sobre la perturbación relacionada con la agricultura en el Bosque seco ecuatorial (Nolazco, 2011). El objetivo del trabajo era analizar las aves para conocer sus respuestas a la perturbación ambiental y con esta información formular medidas para impedir la disminución de la fauna de Lambayeque. El paisaje lo clasificó en cinco (5) sistemas de vegetación (bosque reciente, bosque maduro, cultivo arbóreo, cultivo herbáceo/arbustivo y cerco vivo), con el propósito de determinar la dirección del gradiente de impactos negativos sobre el área de estudio,

para lo cual utilizó a las aves como bioindicadoras. En este estudio, se reportaron 94 especies de aves, 21 son de rango restringido (<50,000km²), tres (3) amenazadas y cinco (5) sólo registradas para el Perú. En los bosques nativos se presentó en mayor cantidad las aves con atributos especializados que las de rangos restringidos y amenazadas, no obstante, los bosques más impactados mostraron una ligera disminución de algunas de éstas especies. Los cultivos por su lado fueron los que más causaron efectos negativos a las especies asociadas de hábitats nativos, y fue donde se reportó el menor número de aves de rango restringido y ausencia de aves en riesgo de extinción. Esta investigación mostró tendencia al deterioro de la calidad del ecosistema desde los bosques nativos maduros hasta las áreas de cultivo herbáceo/arbustivo (Nolazco, 2011).

Para el caso de Colombia, cabe destacar la tesis doctoral realizada por Loretta Rosselli, quien estudio los factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de aves de los humedales de la sabana de Bogotá, para lo cual utilizó sistemas de información geográfica e imágenes remotas de alta resolución y realizó observaciones de aves en 19 humedales de la Sabana de Bogotá, evaluando la influencia de las características del hábitat y las de paisaje sobre la riqueza y composición de las comunidades de aves en la zona, así como la densidad y abundancia de siete (7) especies. Como resultado de la investigación se obtuvo que la riqueza de la avifauna y la abundancia de las especies, guardaron relación con el área del humedal; por su parte, las densidades estuvieron asociadas a factores particulares en cada especie. Lo que llevo a concluir que la avifauna acuática de la Sabana de Bogotá, permanece

debido a la diversidad de coberturas y características de los humedales remanentes, por lo que se hace necesario desarrollar una estrategia regional para la conservación de los humedales (Rosselli, 2011). Otras investigaciones similares realizadas en Colombia que vale la pena descartar se relacionan a continuación:

Entre marzo de 1993 y mayo de 1994 los biólogos Luis German Naranjo y Patricia Chacón de Ulloa, estudiaron la variación de la abundancia y diversidad aves insectívoras y sus presas en un hábitat perturbado de Selva Lluviosa Tropical cercana a la cuenca del Río Tatabro en el municipio de Buenaventura, Valle del Cauca, para lo realizaron un análisis estructural de la vegetación y estimaron la abundancia, diversidad y riqueza de insectos y aves en ocho (8) parcelas con sucesión secundaria entre 0 y más de 10 años. Para las muestras de insectos se emplearon 10 trampas ubicadas al azar en las unidades de muestreos (Parcelas). En el caso de las aves se utilizaron redes de nieblas y como marcación de las aves capturadas se les colocó anillos plásticos de colores. Los resultados arrojaron que la vegetación no posee tendencias asociadas con el tiempo de regeneración del bosque (exceptuando la cobertura de bosque). También observaron que la variación en diversidad y riqueza de insectos no mostró diferencias significativas, su abundancia estuvo ligada con la diversidad de estratos verticales y con la diversidad de clase. Por su parte, los cambios presentados en la riqueza y en la abundancia de aves insectívoras estuvieron relacionadas con la abundancia de insectos, es decir que son directamente proporcionales (Naranjo y Chacón-De Ulloa, 1997).

En el 2001, el Biólogo Héctor Fabio Rivera Gutiérrez estudió la comunidad de aves asociadas a una mancha de Bs-T de 8 hectáreas próxima de la Ciudad de Cali, para lo cual Rivera-Gutiérrez (2006) estableció tres (3) transectos de aproximadamente 500 m cada uno, a lo largo de los cuales identificó las aves según avistamiento y canto en una distancia aproximada de 25 m perpendicular a cada lado del transecto. Como resultado se registró 114 especies, de las cuales 75 fueron residentes de la zona, 26 de paso y 13 migratorias. Además reportó cinco (5) especies que no habían sido observadas en la ciudad en investigaciones anteriores y 22 especies que su distribución original eran los Bs-T del Valle geográfico del Río Cauca. Rivera-Gutiérrez (2006) determinó con el índice de Jaccard que la composición de la comunidad de aves posee una afinidad entre 0,292 y 0,446 con las aves de ecosistemas naturales similares en la región y una similitud de 0,366 y 0,558 con la avifauna de la ciudad de Cali. Este tipo de parches de bosque secundario permiten la conservación de la biodiversidad en los sectores aledaños donde se presentan grandes focos de urbanización (Rivera-Gutiérrez, 2006).

Por último, en el 2014 Estrada-Guerrero y Soler-Tovar publicaron un manuscrito donde describían la importancia de las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales en Colombia. Este documento plasma la necesidad que constituyen los humedales para la fauna, en especial para la conservación de las aves, así mismo muestran la contribución que estos cuerpos de agua representan para las actividades económicas. Los autores del manuscrito discuten sobre el mal uso que se viene haciendo de los cuerpos de agua y sobre la contaminación de este recurso por metales pesados, los cuales son los más contaminantes por ser de gran estabilidad en

el ambiente y en los tejidos de los seres vivos. Según Estrada-Guerrero y Soler-Tovar (2014) las aves se encuentran dentro de las especies más afectadas por estos metales, provocando alteraciones en la reproducción, la embriogénesis, los signos nerviosos y problemas metabólicos, argumentan también la necesidad de efectuar biomonitoreo de los niveles de los metales pesados más importantes en los humedales a través de bioindicadores como las aves, las cuales son apropiadas por su longevidad y sus características biológicas y fisiológicas, además recomiendan realizar seguimientos a los niveles de metales pesados en los humedales con bioindicadores aviario y de esta forma poder especificar si dichos niveles representan un peligro para la fauna y la salud pública.

Los antecedentes investigativos sobre el uso de aves como bioindicadoras, han dado buenos resultados, debido a que han permitido conocer el estado de contaminación y/o alteración de algunos ecosistemas. En el caso de las perturbaciones de tipo antrópico como la ganadería, la agricultura y la urbanización, han ayudado a establecer el grado de alteración ambiental en variedades de zonas de vida en un determinado lugar, como lo fue el caso de Marín et al. (2007) quienes pudieron estimar la perturbación en diferentes unidades ecológicas en los Llanos orientales de Venezuela. Investigaciones científicas más específicas desarrolladas sobre las aves en sistemas boscosos han sido de mucha utilidad para determinar el grado de presión antrópica sobre este tipo de ecosistemas, entre estos se encuentra el trabajo de Rossetti y Giraudo (2003) que permitió conocer el poco impacto causado por el hombre en los bosques fluviales cercanos río Paraná (Argentina), por su parte Rivera-Hérendez (2006) en su estudio

efectuado en el Valle del Cauca (Colombia) pudo estimar el grado de alteración de diferentes parches de bosques tropicales cercanos a zonas urbanas, este tipo de estudio muestra la relación de las aves con los bosques, para lo cual estudio la composición de la avifauna dentro de dicho bosques, lo que le permitió analizar con base en la abundancia, diversidad y distribución de las aves en el bosque, el nivel de perturbación ambiental, en este sentido, González-Valdivia et al. (2012) son más concisos al mostrar en su publicación como la diversidad de las aves estuvo afectada directamente con la perturbación ambiental recibida en un bosque tropical perennifolio en Tenosique, Tabasco (México), de igual forma Ugalde-Lezama et al. (2010) también reporta que la biodiversidad está directamente relacionada con la perturbación ambiental y describe mediante el análisis de la diversidad avifaunística como este grupo fue afectado por la alteración recibida sobre el bosque, en la estación Forestal Zoquiapan (México), Naranjo y Chacón-De Ulloa (1997) también observaron dicha relación en la Selva Lluviosa Tropical, río Tatabro en Buenaventura (Valle del Cauca, Colombia), haciendo énfasis en el recurso alimenticio, enunciaron en su trabajo, que la abundancia de insectos es directamente proporcional a la abundancia de aves que se alimentan de ellos, es decir, que al sufrir disminución el recurso alimenticio por perturbación ambiental las aves también se vieron afectada por la alteración sobre su ecosistema.

La importancia de los estudios que utilizan aves como bioindicadores, es que permiten conocer el estado de conservación de un lugar, puesto que es una clase abundante en los países neotropicales y susceptibles a los cambios ambientales (Lacher, 2004), lo

que hacen de este grupo faunístico ideal para emplearlos como indicadores ecológicos. En el caso particular de Colombia, se presenta la mayor diversidad de aves del mundo (Donegan, McMullan, Quevedo y Salaman, 2013) y al encontrarse estas en variedad de zonas de vidas, la mayoría afectadas por factores de origen antrópico, se constituyen en base a tener en cuenta para determinar el grado de alteración ambiental de los ecosistemas Colombianos.

2.2. Perturbación Ambiental

Las perturbaciones naturales o ambientales son eventos que modifican de forma relativamente discreta en el tiempo el ambiente físico, la estructura y la funcionalidad de un ecosistema, comunidad o población, al ocurrir dichas variaciones se inician procesos de regeneración y sucesión en el ambiente (White & Jentsch, 2001; Pickett & White, 1985). Según Viñas-Román et al. (1996) la perturbación ambiental es ocasionada principalmente por el desequilibrio de la distribución espacial de asentamientos humanos y actividades económicas (concentración excesiva de población en áreas metropolitanas y la destrucción de ecosistemas frágiles, pero de importancia vital, por medio de procesos de colonización descontrolada). Los asentamientos humanos como las urbanizaciones se vienen incrementando con respecto a la población rural. Este crecimiento poblacional se origina por el aumento en la tasa de natalidad y por los procesos de migración interna o, como ocurre en Colombia, por los desplazamiento forzado causados por el conflicto armado, lo que trae como consecuencia el sobrepoblamiento en las capitales colombianas, lo que produce

a su vez una mayor amenaza sobre los recursos naturales y una alta demanda de energía (Ramírez-Hernández, 2010). Dentro de las actividades económicas, las industrias también hacen parte de las acciones que vienen perturbando el medio ambiental, no sólo los recursos naturales, sino también espacio, si se considera que extensas áreas de relevancia ambiental y/o ecológica (como relictos de bosque y humedales) son utilizadas para la instalación de grandes industriales (Tabla 1). La industria minera es una causantes de perturbación ambiental, debido a sus impactos negativos afectan a la atmosfera, a los suelos, a las aguas superficiales y subterráneas (Lillo, 2011, Lostaunau, 2000). El sector agropecuario también hace parte de las actividades que causa perturbación ambiental, puesto que la ampliación de la frontera agropecuaria viene reduciendo las zonas naturales como los Bosques Tropicales y reduciéndolos a fragmentos y parches, afectando no solo a la flora sino a la fauna asociada a este tipo de ecosistemas. En la tabla 1 se muestra las actividades económicas descritas que producen perturbación al medio ambiente.

Tabla 1. Fuentes de perturbación Ambiental.

Actividad	Tipo de perturbación ambiental
Agricultura	Erosión, salinización y anegación de suelos
	Eutrofización de aguas
	Afectación de fauna y flora por plaguicidas
	Agotamiento de acuíferos
	Deforestación y liberación de gases de efecto invernadero
	Pérdida de Biodiversidad
	Impactos sanitarios por efectos de agroquímicos
Minería	Alteración de paisaje
	Perdida de la cobertura vegetal y de la capa productiva del suelo
	Desplazamiento de fauna
	Liberación de gases tóxicos
	Emisión de ruido y material particulado
	Cambios de los niveles de infiltración de agua
	Alteración de la dinámica subterránea del agua

	Contaminación hídrica por drenaje ácido
	Impactos sanitarios por uso de compuestos químicos
Crecimiento poblacional	Mayor demanda de recursos hídricos
	Incremento en la cantidad de alimentos requeridos
	Mayor generación de aguas residuales y residuos sólidos
	Mayor demanda de espacio para urbanización e industrialización
	Incremento en los niveles de gastos energéticos
	Aumento de asentamientos en zonas de riesgo
Ganadería intensiva	Degradación del suelo
	Generación de grandes cantidades de residuos
	Emisión de olores ofensivos
	Deforestación
	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
	Emisión de gases de efecto invernadero

Tomado de: Ramírez-Hernández (2010).

- Perturbación Ambiental y Avifauna como Bioindicadores

Las aves, como todo grupo de seres vivos, forman parte de un ecosistema, que se encuentra en un ambiente determinado. Este ecosistema se constituye de seres vivos, productores y consumidores. Éstas vienen a ser consumidores; de primer, segundo o tercer orden dependiendo de lo que se alimenten (González, 2000). Cuando se rompe un eslabón en la cadena alimenticia en un ecosistema, lo que ocurra a una comunidad biótica en especial repercutirá en el resto de seres vivos, y por lo tanto en el ambiente, es decir, que si en una determinada zona se observan aves insectívoras muertas, posiblemente el ambiente está sumamente contaminado con insecticida (González, 2000).

Las aves se utilizan como indicadores para identificar regiones alteradas o que necesitan protección, para esto se parte del supuesto que las alteraciones que afectan una especie, puede tener efectos en toda la fauna que habita en un ecosistema, es decir, se altera el equilibrio ecológico (Fleishman, Thomson, Mac Nally, Murphy y Fay, 2005; Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo, 2002). Además las aves son una buena elección para el monitoreo de cambios ambientales al ser un buen reflejo del potencial de la biodiversidad de una región, debido a que su abundancia y ocurrencia está influenciada por las características y composición del hábitat del que se encuentran asociadas, son relativamente fáciles de observar y pueden ser censadas a grandes escalas (Gregory (2006); Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002)). Otras de las razones que hacen de las aves un buen indicador ambiental son las características biológicas, fisiológicas y la longevidad (Uribe-Hernández et al. 2012). Dentro de las aves, las especies endémicas y especialistas, por ser de rangos restringidos son buenas como bioindicadores de perturbación ambiental. Otro grupo de aves que sirven como bioindicadores son las migratorias, puesto que el no arribo de éstas a su destino final en época de migración puede denotar que algo está pasando con el lugar que no lo hace atractivo para las aves (González, 2000).

En el caso de países tropicales las aves son comunes, abundantes y se presentan endemismos, lo cual tiene gran importancia en términos de esfuerzos de preservación, razones que hacen que los estudios de las aves de estos ecosistemas sean trascendentales para conocer el estado de conservación de los diferentes zonobiomas de las regiones tropicales (Lacher, 2004). Los hábitats tropicales contienen especies de

aves generalistas y especialistas; de allí que las aves sean útiles para monitoreo de las condiciones de un ecosistema, puesto permite ver tendencias, de una serie de parámetros a nivel de comunidad y de sus poblaciones (Lacher, 2004).

3. PERTURBACIÓN AMBIENTAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL BS-T EN COLOMBIA

El Bosque Seco Tropical (Bs-T) es una formación vegetal que posee una continua cobertura boscosa, se distribuye a una altitud comprendida entre los 0 y los 1000 m; su temperatura media anual es de 25 °C y sus precipitaciones anuales están entre los 700 y 2000 mm, presentándose en el año dos o tres períodos marcados de sequía (Sánchez-Azofeifa et al. 2005). El dosel del Bs-T oscila entre 15 y 20 m de altura, presentándose algunos emergentes de hasta 25 m; además tiene hasta cuatro estratos incluyendo el herbáceo. El Bs-T es propio en tierras bajas, en Colombia se localiza en seis regiones: Caribe, Valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, Norandina en Norte de Santander y Santander, Valle del Patía, Vichada y Arauca en los Llanos orientales (Pizano et al., 2014; Díaz-Merlano, 2006).

Según Pizano et al. (2014) el 65% de las tierras que han sido deforestadas en Colombia eran bosque seco y de la extensión de más de 9 millones de hectáreas que cubría este ecosistema originalmente en el territorio colombiano apenas queda en la actualidad un 8%, siendo uno de los ecosistemas más deteriorados y amenazado en el país. Esta perturbación ambiental está asociada a factores antrópicos como la producción

agropecuaria, la extracción minera, el crecimiento urbanístico y el turismo. Según García, Corso, Isaacs y Etter (2014, p. 235):

“(...) la mayor parte de lo que cubría originalmente el Bs-T, está representado en la actualidad por pequeños remanentes de bosque antropogénicos altamente transformados. Un 28% está bajo diferentes tipos de uso agrícola (2.508.948 ha) y un 34% presenta usos ganaderos con una cobertura predominante de pastos (3.040.506 ha). Un 15% de las demás coberturas incluye cuerpos de agua, playas, arenales, suelos desnudos, infraestructura humana y afloramientos rocosos entre otros” (ver Figura 1).

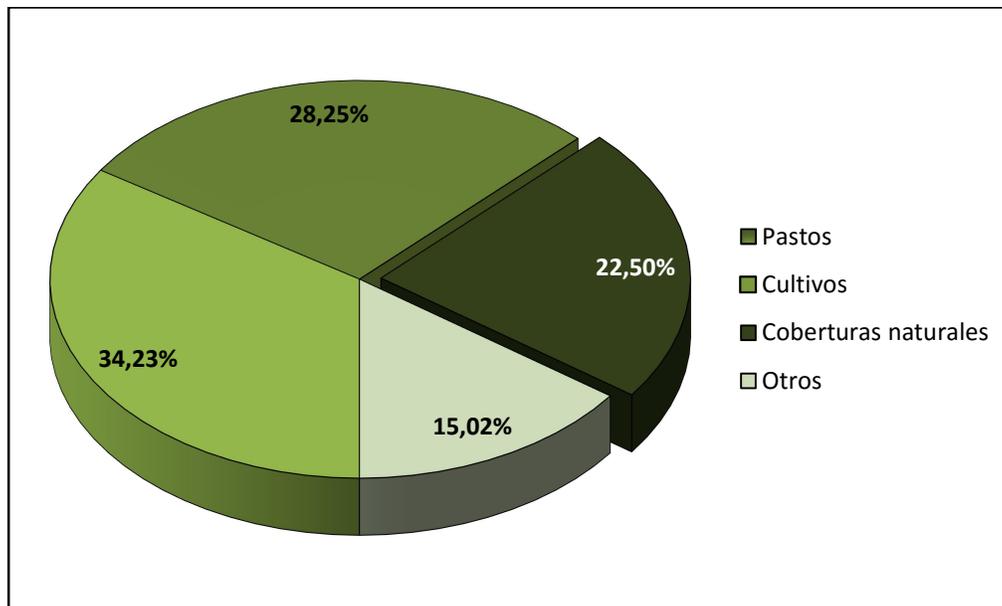


Figura 1. Distribución actual de las coberturas y usos del suelo de la superficie original de bosque seco (excluyendo bosque seco semi húmedo y bosque seco andino) en Colombia. Fuente: Tomado de Etter, McAlpine y Possingham (2008).

En la región caribe colombiana se localizan un 55% del total del Bs-T (García et al. (2014), siendo en esta zona del país donde se encuentran los relictos de Bs-T mejor conservados (Díaz-Merlano, 2006; Arango et al., 2003) (ver Tabla 2):

Tabla 2. Coberturas naturales y transformadas de Bs-T (en hectáreas) en 8 regiones de Colombia.

REGIÓN/ SUBREGIÓN Bs-T	NATURAL	TRANSFORMADAS	TOTAL GENERAL	PROPORCIÓN DE BOSQUE NATURAL
Caribe	202,42	165,34	367,76	55,04
Norandino	37,3	41,5	78,80	47,34
Valle del Cauca	21,89	92,93	114,82	19,06
Alto Cauca	17,48	73,18	90,66	19,28
Medio y Bajo Cauca	4,41	19,75	24,16	18,25
Valle Magdalena	71,2	84,64	155,84	45,69
Alto Magdalena	43,48	66,49	109,97	39,54
Medio Magdalena	27,72	18,15	45,87	60,43
TOTAL	332,81	646,02	717,22	46,40

Fuente: García et al. (2014).

Según García et al. (2014, p. 241), lastimosamente:

“(…) la extensión de áreas protegidas en el orden nacional y regional solo representan valores de 0,1% del Sistema de Parques Nacionales – SPNN y el 0,8% de los sistemas de áreas públicas regionales. Para el SPNN, el Bs-T estaría representado tan sólo en el PNN Tayrona, Sierra Nevada de Santa Marta, Macuira, Los Colorados y los Farallones de Cali. Estas áreas dan representatividad en 2 de las 4 regiones, mientras que las otras áreas protegidas (regionales y de la Sociedad Civil) representan a todas las regiones” (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Extensión de Bs-T (ha) natural y transformado en áreas protegidas nacionales, regionales y locales.

Regiones	Áreas protegidas nacionales	Áreas protegidas regionales	Reservas privadas Sociedad Civil	Total General
Caribe	15470	13807	80	367762
Norandino	0	2902	0	78801
Valle del Cauca	339	2632	15	114823
Valle Magdalena	0	850	0	155899
TOTAL Bs-T	15809	20191	95	717285

Fuente: García et al. (2014).

La extensión de área protegida previamente mencionada es insuficiente ante la presión antrópica que se viene ejerciendo sobre el Bs-T en el país, puesto que en muchas zonas del país se está haciendo un manejo poco sostenible de los bosques, por lo que se hace necesario que las autoridades ambientales y policivas ejerzan control sobre este recurso renovable mediante los instrumentos de manejo y control (Ley 1333, 2009; Decreto 1791, 1996, art. 84; Ley 99, 1993, Título XII) que permitan garantizar con base en la normatividad Colombiana el uso y aprovechamiento forestal sostenible de los recursos florísticos y para dicho fin también se requiere que se efectúen planes de manejo forestales en los bosques naturales y se actualice el Decreto 1791 de 1996 (régimen de aprovechamiento forestal) vigente luego de la declaratoria de inexequibilidad de la Ley 1021 de 2006 (Ley General Forestal).

El Bs-T debido a la adaptación de su flora y fauna a condiciones de estrés hídrico, presenta una biodiversidad única de plantas y animales, por lo cual posee altos niveles de endemismo (Pizano et al., 2014; Álvarez, 1998), registrándose en los Bs-T Colombianos aproximadamente 2600 especies de plantas (83 endémicas), 230 especies de aves (33 endémicas), y 60 especies de mamíferos (3 endémicos) (Pizano et al., 2014). Debido a la escasez de recursos hídricos, cualquier factor antrópico que genere perturbación ambiental directa sobre el ecosistema puede traer consecuencias graves para las especies que allí habitan, es así como muchas especies están siendo afectada por la presión antrópica que se viene ejerciendo sobre esta zona de vida, caso específico lo constituye el del tití cabeciblanco, mamífero endémico del noroccidente de Colombia y el cual se encuentra en Peligro Crítico (CR) de extinción (Savage y

Causado, 2014) por la fragmentación intensiva que viene sufriendo su hábitat original desde hace varias décadas y que aún en la actualidad persiste (Savage y Causado, 2014; Defler y Rodríguez-M, 2006). Otra especie que está siendo afectada por el deterioro del Bs-T es *Marmosa xerophila* (Tunato guajiro) la cual esta categorizada según IUCN como Vulnerable (VU), este mamífero es endémico de los Bosque secos muy tropicales del Golfo de Venezuela y el Departamento La Guajira en Colombia (Lew, Gutiérrez, Ventura, López-Fuster y Pérez-Hernández, 2011).

4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Métodos de estudio de la Perturbación Ambiental

Según Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red Mex-Lter), la caracterización y monitoreo del régimen de perturbaciones puede realizarse según tres (3) tipos de estudios, los cuales son, históricos, observacionales y experimentales. A continuación se detallan los tres procedimientos:

Estudios históricos.- Constituye la recopilación de la documentación de las perturbaciones que han ocurrido en el transcurso de determinado tiempo, tales como incendios forestales, deslizamientos de terrenos, tala de bosques, ciclones, tornados, entre otros. La información adquirida permite el desarrollo de planes de manejo, control y prevención de desastres, así como evaluaciones de impacto ambiental empleando métodos de ecología histórica.

Estudios de observación continua.- Estos estudios comprende el seguimiento y monitoreo de zonas donde han ocurrido fenómenos que han perturbado el ambiente, para lo cual se estudian tanto zonas control como las áreas afectadas para tener una imagen aproximada de los daños causado por este tipo de perturbaciones. Para la realización de estos estudios se utilizan metodologías como el establecimiento de parcelas en las zonas a investigar y obtención continúa de fotografías y sistema de información geográfica (SIG).

Estudios experimentales.- Corresponde al estudio a largo plazo de los efectos y causas de las perturbaciones empleando mecanismos experimentales que permitan la manipulación controlada de zonas que son sometidas a perturbación metódica, con el fin de obtener datos *in situ* que permitan la toma de decisiones acertada sobre la prevención y manejo de áreas afectadas por perturbación ambiental (Challenger y Dirzo, 2009; Red Mex-Lter, s. f.).

Esta investigación corresponde a un estudio de observación continua, debido a que se realizó un seguimiento a la zona de estudio efectuando monitoreos mensuales de la avifauna con el fin de evaluar la perturbación ambiental causada por un aeropuerto localizado en inmediaciones del área observada, para lo cual se desarrolló análisis cuantitativo y cualitativo y se utilizó una metodología de transecto lineal.

4.2 Área de estudio y unidad de análisis

La población objeto de estudio estuvo conformada por las aves presentes en el fragmento de Bs-T localizado en los alrededores del Aeropuerto Jorge Isaacs que se ubica en jurisdicción del municipio de Albania entre las coordenadas geográficas 11°14'9.36" latitud Norte y 72°29'24.30" Longitud Oeste, con temperaturas comprendidas entre los 22°C y 33°C y vientos en dirección Este a Oeste (Luque, 2010).

Según el sistema de Holdridge (2000) el área corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (Bs-T). En las inmediaciones del aeropuerto se pueden encontrar especies tales como: *Ficus benjamina* (ficos), *Haematoxylum brasiletto* (Brasil), *Bulnesia arborea* (Guayacán de bola), *Acacia farnesiana* (Acacia aguja), *Tabebuia ochracea* (Árbol corteza amarilla) (Luque, 2010). Así como *Calotropis procera* (Algodón lechero) *Prosopis juliflora* (Trupillo) y *Lemairocereus griceus* (Cardón), *Opuntia wentiana* (Tuna). El área del bosque dentro del perímetro del aeropuerto tiene una extensión de 1.95 km² lo que equivale al 71% del área del aeródromo, este bosque continua por fuera del aeropuerto teniendo una extensión superior a los 100 km², limitando con áreas de cultivos y asentamientos humanos que lo ha separado dividiéndolo en varios fragmentos boscosos. En la tabla 4 se presenta la vegetación característica de esta zona de vida en la Guajira y en la Figura 2 una imagen del panorama del fragmento boscoso.

Tabla 4. Vegetación presente en los Bosques secos tropicales del departamento de la Guajira.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aromo, Pelá	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Ceiba tolua	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
Guayacán	<i>Bulnesia arborea</i>	Zygophyllaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Olivo (Naranjillo)	<i>Capparis indica</i>	Capparidaceae
Olivo	<i>Capparis flexuosa</i>	Capparidaceae
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae
Olla de mono	<i>Lecythis minor</i>	Lecythidaceae

Fuente: Tomado de Plan de Ordenación de Bosques del departamento de la Guajira citado por Prieto (2007, p. 77).

**Figura 2.** Fragmento de Bs-T presente en la zona de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Técnicas de análisis e indicadores

En la zona de estudio se utilizó el método del transecto lineal, puesto que esta metodología ofrece una aproximación cuantitativa a la comparación de hábitats (Bibby, Burgess, y Hill, 1992). El método de transecto lineal consiste en caminar un área a lo largo de una línea recta contando y registrando todas las aves que se observen dentro.

Se reportaron todas las aves que se avistaron a más de 50 m al frente o detrás del observador, siempre y cuando estuvieran dentro de los 50 m perpendiculares al transecto (Burt, 2002). La longitud de los transectos fue de 1000 m. En la siguiente fotografía se muestra la localización del transecto²:



Figura 3. Transecto lineal de monitoreo en el aeropuerto de Jorge Isaacs (Maicao – La Guajira). Fuente: Adaptado a partir de Google Earth

Adicionalmente, se realizaron monitoreos durante un periodo de 6 meses con el fin de tener un muestreo más preciso según las especies, asimismo, se registraron las especies observadas por fuera de los transectos (vuelo) con el propósito de contener un

² El objetivo principal de la realización del transecto fue el detectar las especies del lugar, para lo cual se abarcó un periodo de monitoreo de 6 meses para tener un resultado más cercano de la avifauna del lugar, los datos poblacionales como abundancia y densidad se utilizaron únicamente para la caracterización y bioindicación del área de estudio.

resultado más aproximado de la avifauna del lugar, estas aves no se incluyeron en los índices de bioindicadores, aunque se tuvieron en cuenta como especies bioindicadores según su hábitat y su distribución.

Se hicieron dos muestreos de aves por mes, en horas de la mañana entre las 6:00 AM y 8:00 AM, debido a que durante estos horarios se presenta la mayor actividad aviaria (Villarreal et al. 2006; Ralph, Geupel, Martín, De Sante y Milá, 1996).

- **Análisis de datos y de información recolectada**

Para la estimación de la densidad de las especies de aves observadas en el lugar se utilizó las siguientes formulas:

Abundancia relativa (AB):

$$AB = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos de todas las especies}}$$

Densidad (D):

$$D = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{Área de la especie}}$$

Donde **Área (A):** $L \times 2 \bar{P}$

Siendo:

P: Distancia del animal al transecto

\bar{P} : P media

L: Longitud del Transecto

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{\text{No. de avistamiento}}$$

Teniendo en cuenta que la mayor parte de los inventarios de fauna son incompletos ante la imposibilidad de contar todas las especies en las áreas de interés, las medidas de biodiversidad eventualmente están sesgadas, especialmente cuando se compara directamente el número de especies identificadas en una muestra. Esta problemática se corrigió mediante el uso de curvas de acumulación que calculan el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el mayor número de especies posibles en cada área (Bojorges–Baños, 2011) mostrando el número de especies identificadas a través de conjuntos muestrales (Jiménez-Valderde y J. Hortal, 2003). Para el análisis de las curvas de acumulación, se organizó la información según el número de especies registradas en los seis momentos de muestreo y luego se sistematizó en el programa EstimateS desarrollado por Robert Cowell para hacer análisis de biodiversidad (Cowell, 2013). El programa permite extraer los valores medios y las curvas de acumulación de Chao 1 y Chao 2.

Curva de acumulación Chao 1

$$S_1^* = S_{obs} + (a^2 / 2b)$$

Dónde:

S_{obs} : número observado de especies en una muestra.

a : número observado de especies para el cual solamente un individuo fue observado (llamados singletones).

b : número observado de especies para el cual solamente se observaron dos individuos (llamados dobletones).

Chao 1 requiere información acerca de ambas especies e individuos por especie (Lacher, 2004).

Curva de acumulación Chao 2

$$S_2^* = S_{obs} + (L^2 / 2M)$$

Dónde:

S_{obs} : es el número observado de especies en una muestra.

L : número observado de especies encontradas en una sola muestra (llamadas especies únicas).

M : número observado de especies encontradas solamente en dos muestras.

Chao 2 requiere solamente una lista de especies. Una de las ventajas del estimador Chao 2 es su habilidad de ser preciso aun con pequeños números de muestras (Lacher, 2004).

Para calcular el grado de afinidad entre los transectos se emplearon **Medidas de Similitud o Asociación** las cuales se utilizaron para expresar el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. En este estudio se empleó:

Coeficiente de Jaccard: $C_J = J/(a+b+J)$

Dónde:

a= número de especies presentes en el sitio A.

b= número de especies presentes en el sitio B.

c= número de especies presentes en ambos sitios.

(Casanoves, Pla y Di Rienzo, 2011).

El intervalo de valores de estos coeficientes de asociación va de 0 cuando no hay especies en el sitio y de 1 cuando hay presencia de individuos en las áreas de estudio. Para el cálculo de la similitud entre fragmentos boscosos se comparó el área en estudio con los resultados de investigaciones de aves en bosques cercanos al lugar. La fuente de información secundaria fue Arteta-B y Lázaro-Molina (2014) y dentro de este trabajo se seleccionaron las siguientes zonas:

- **Fragmento de Bs-T cercano a la Ranchería Itaka** (Albania – La Guajira). Localizado entre las coordenadas geográficas 11°24'11.1" N - 72°31'27.8" O, a una distancia lineal aproximada de 16 Km del área de estudio.

- **Fragmento de Bs-T cercano a la Ranchería Alto Pino** (Maicao – La Guajira): entre las coordenadas geográficas 11°26'29.0" N - 72°32'37.5" O y a una distancia lineal de 24 Km del área de estudio.

Estas zonas se encuentran cercana a la ruta nacional 90, en la troncal del caribe y en un sector de influencia de asentamientos humanos (Ranchería) (Arteta-B y Lázaro-Molina, 2014).

También se analizó la afinidad del área de estudio con la avifauna registrada en un parche boscoso localizado en cercanía del aeropuerto Almirante Padilla de Riohacha (Acuameunier Ltda., 2011), para determinar el estado de perturbación del bosque con otro sometido a una presión similar. Este parche boscoso se encuentra en el costado sur de esta terminal aérea, tiene una extensión de 0,50 Km² y se encuentra cercano a otras manchas de bosque, de los cuales es separado por Carreteras, caminos, zonas de cultivos y asentamientos humanos.

Para graficar la similitud entre las zonas descritas previamente con el área objeto de estudio se realizó un análisis de Clúster según el método de agrupación UPGMA (unweighted Pair-group arithmetic averages), para lo cual se utilizó el programa estadístico R (R Core team, 2016). Los métodos de agrupamiento se refieren a los procesos iterativos que aglomeran a las especies y que definen a las zonas en las ramas representadas, en el caso del UPGMA utiliza criterios como el de la distancia más próxima o la distancia media para analizar las similitudes entre las especies en las

diferentes zonas, este método recalcula los índices de similitud promediando los valores de las distancias (Núñez-Colín y Escobedo-López, 2011).

Los datos recopilados en los monitoreos se ordenaron en matrices, mediante la utilización de Microsoft Excel ® para aplicar así métodos de estadística descriptiva como gráficas, tablas, promedios y porcentaje. Por su parte la nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen et al. (2016) y Lepage (2016).

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Aves observadas en un fragmento de Bosque seco Tropical localizado en cercanía del aeropuerto Jorge Isaacs, Albania, La Guajira.

Durante los meses de junio a noviembre de 2014 se reportaron para el fragmento de Bs-T próximo al aeropuerto Jorge Isaacs un total de 45 especies de aves, agrupadas en 21 familias. Dentro de las especies con mayor **abundancia** se destacaron: la Cotorra carisucia (*Eupsittula pertinax*) con un promedio de 26 individuos diarios, la Guacharaca Guajira (*Ortalis ruficauda*) con 19 individuos y el Perico Frentiazul (*Thectocercus acuticaudatus*) con 16 individuos (Anexo 1, Figura 4). Las especies de mayor **densidad estimada** fueron: la tortolita pechiescamada (*Columbina passerina*) con 19 individuos/Ha, Codorniz (*Colinus cristatus*) con 15 individuos/Ha, la Tortolita común

(*Columbina talpacoti*) y Tortolita colilarga (*Columbina squammata*) con 14 individuos/Ha cada una (Anexo 1, Figura 5).

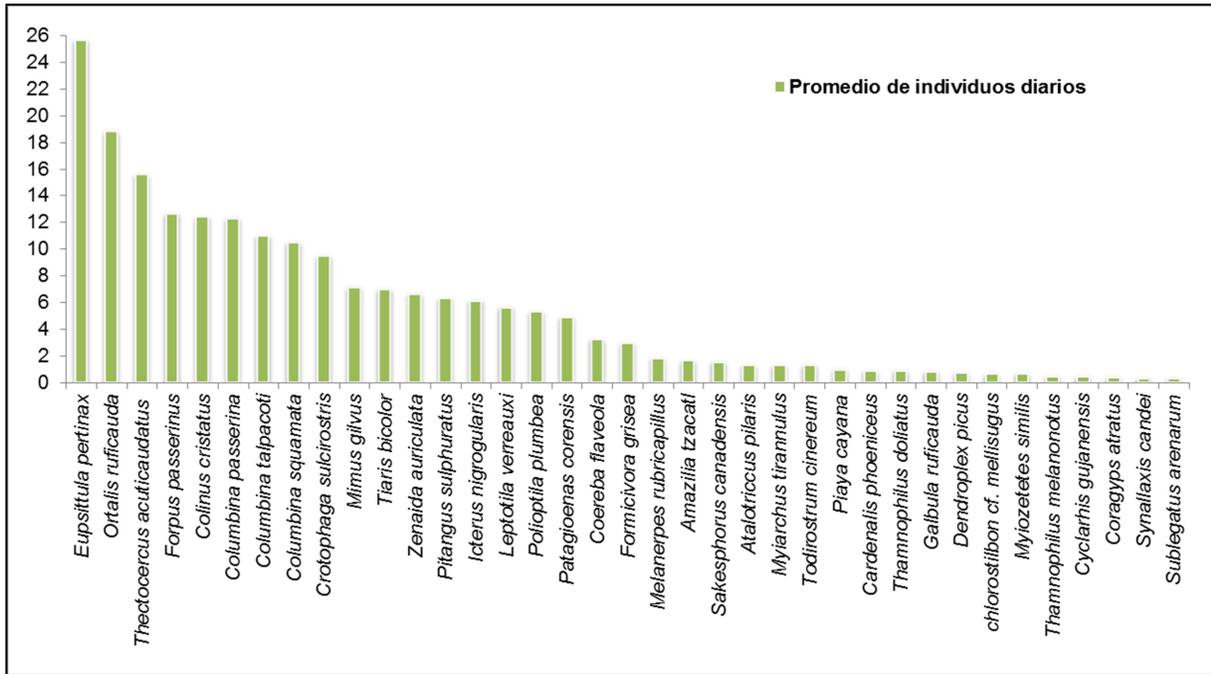


Figura 4. Abundancia de individuos por especies de aves observadas en la zona de estudio.

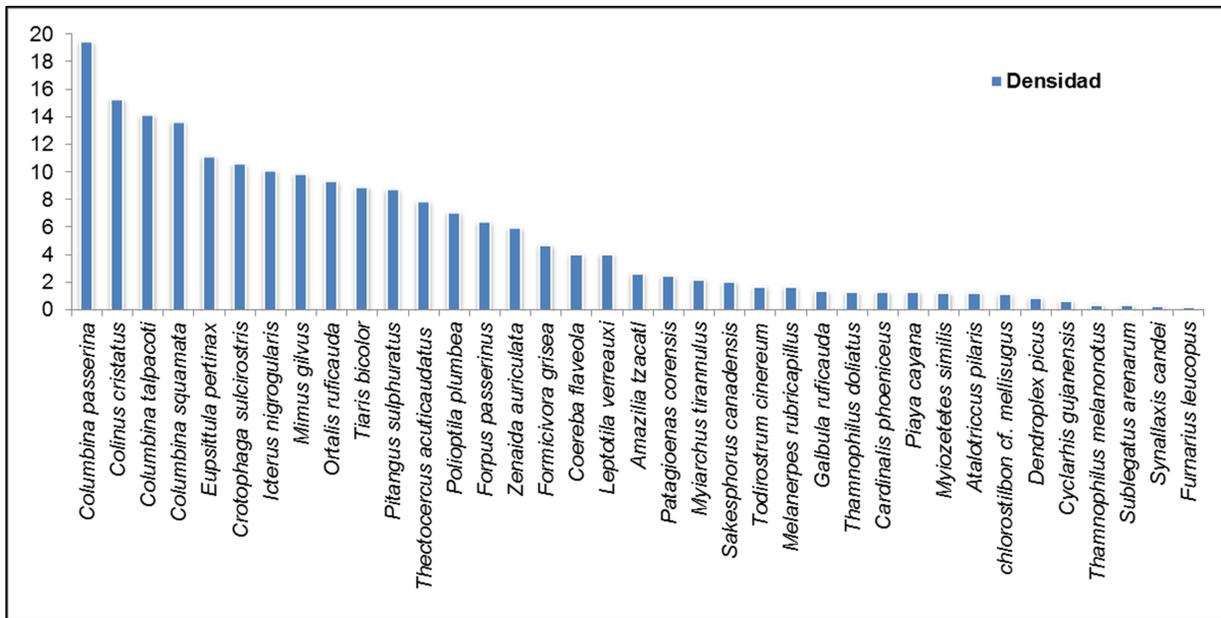


Figura 5. Densidad estimada para las especies de aves observadas en la zona de estudio.

La Guacharaca Guajira (*O. ruficauda*) (Figura 6) habita en las manchas de montes secos como el bosque objeto de estudio (Hilty y Brown, 2001), dicha especie se encontró dentro de las especies con mayor abundancia y densidad (Anexo 1), otras especies características de Bosque secos son: el Periquito Coliverde (*F. passerinus*) y Perico Freniazul (*Thectocercus acuticaudatus*) (Figura 7) las cuales son unas de las aves más abundantes en el transecto de observación (Anexo 1). No obstante, las aves que presentaron mayor densidad fueron las Tortolitas (*C. passerina*, *C. squammata* y *C. Talpacoti*) (Figura 8) y la Codorniz (*C. cristatus*) (Anexo 1) aves presentes en matorrales, zonas abiertas y pastizales (Hilty y Brown, 2001) y por el bosque estar en las proximidades de una terminal aérea, estas aves se encuentran en una zona de transición donde poseen un ecosistema favorable a sus necesidades ambientales. En las siguientes figuras se muestran las aves descritas con anterioridad que tienen mayor abundancia y densidad.



Figura 6. Guacharaca guajira observada en la zona de estudio.
Fuente: elaboración propia



Figura 7. Psitácidos abundantes en el área de estudio. Izquierda: Periquito coliverde (*Forpus passerinus*), centro: Cotorra carisucia (*Eupsittula pertinax*), Derecha: Perico frentiazul (*Thectocercus acuticaudatus*).

Fuente: elaboración propia



Figura 8. Tortolitas pechiescamada (*Columbina passerina*) y Tortolitas común, aves de mayor densidad en el área de estudio.

Fuente: elaboración propia

Los reportes en el área de estudio de *Cardinalis phoeniceus* (Cardenal guajiro), *Picumnus cinnamomeus* (Carpinterito castaño) y *Synallaxis candei* (Rastrojero bigotudo) (Figura 9) se destacan porque son especies casi endémicas para el Caribe Colombiano y Venezuela (Stattersfield et al., 1998; Stiles, 1998), en la zona también se puede observar *Saltator orenocensis* (Saltador cejiblanco) (Castro-Vásquez, 2014), especie que igualmente se encuentra restringida para los países mencionados (Clement et al., 2015). En el bosque también se avistaron especies migratorias durante los meses de estudio las cuales fueron: *Setophaga petechia* (Reinita dorada), *Sporophila bouvronides* (Espiguero de Lesson) (Figura 10) y en los alrededores de la zona de estudio *Icterus gálbula* y *Tyrannus savana* (Sirirí tijereta) (McMullan, Quevedo y Donegan, 2011).

Además, es importante resaltar también la observación en la zona de estudio de aves de bosque seco tropical y deciduo como *Buteo nitidus* (Águila barrada) (Figura 11) (Hilty y Brown, 2001), *Tapera naevia* (Tres pies) y *Eucometis penicillata* (Güicha hormiguera) (Hilty y Brown, 2001; Howell y Webb, 1995).

Las densidades de las especies de aves en el Bs-T cercano al aeropuerto Jorge Isaacs fueron mayores que en el estudio realizado por Arteta-B y Lázaro-Molina en el 2010, los cuales obtuvieron un valor máximo de densidades 1 a 2,5 inds/Ha, mientras que en el área de estudio se registraron densidades entre 10 a 19 inds/Ha (Anexo 1).



Figura 9. Cardenal guajiro (*Cardinalis phoeniceus*) y Carpinterito castaño (*Picumnus cinnamomeus*) especies casi endémicas observadas en el área de estudio.
Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Reinita dorada (*Setophaga petechia*) y Espiguero de Lesson (*Sporophila bouvronides*) especies migratorias observadas en el transecto de observación.
Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Águila barrada (*Buteo nitidus*) avistada entre los árboles próximos al transecto de observación.
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfica se muestra sobre el vértice de las abscisas (y) el total de especies chequeadas en el transecto y en el vértice de las ordenadas, el conjunto de muestras tomadas en periodos diferentes sobre el transecto, según se explicó con anterioridad. De esta forma, entre más se asemejan las curvas, la distribución de las especies en las muestras es más homogénea, y en el caso contrario se podrá apreciar diferencias en las muestras por cuenta de la riqueza de especies en toda el área de estudio. La pendiente de la curva permite establecer nuevas especies y una vez esta se va cerrando, es menos probable registrar la presencia de nuevas especies por lo que la pendiente se vuelve levemente menos pronunciada. Esto es una medida clave de biodiversidad ya que suprime el supuesto que los individuos se distribuyen aleatoriamente y sin patrones de concentración en todo el ecosistema, con lo cual, cualquier muestreo no necesariamente es probabilístico.

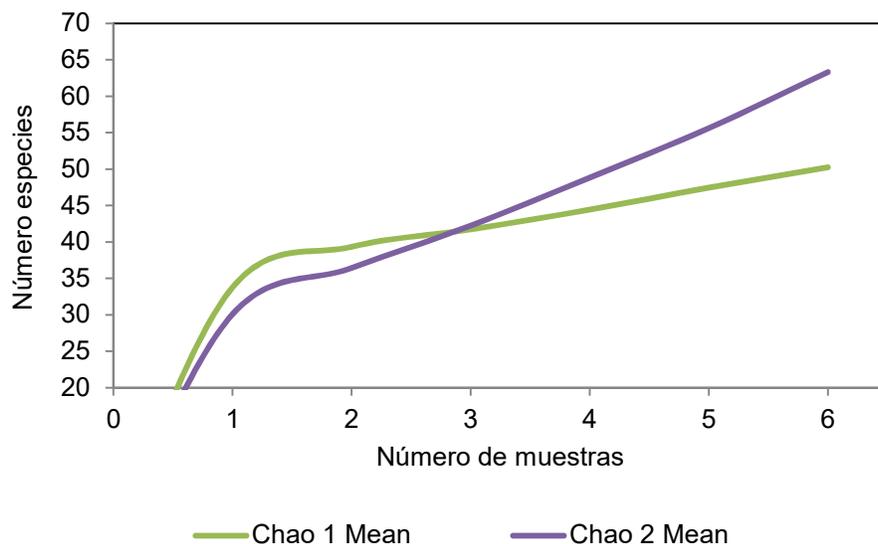


Figura 12. Curva de acumulación de especies para las aves observadas en los muestreos realizados en el bosque perimetral al aeropuerto Jorge Isaacs, Albania, La Guajira.

Considerando la tendencia de las curvas de acumulación, se advierte un grado de concentración de especies amplio para los dos primeros procesos de muestreo, Según Chao 1, éstos son suficientes para registrar las aves residentes, debido a que en el segundo mes de monitoreo se alcanzó el número suficiente (asíntota) para reportar estas especies, sugiriendo de esta forma que los muestreos tienen una buena representatividad. Los resultados de Chao 1 tienen en cuenta el número observado de especies para el cual solamente un individuo fue observado, llamados singletones (especies raras), por ese motivo la curva tiene una leve inclinación después del segundo mes. En el caso de la curva Chao 2, se captaron las llamadas especies únicas (migratorias) al final de los periodos monitoreados después del segundo mes, en este sentido esto muestra la diferencia entre las dos curvas de acumulación.

5.2 Similitud entre las aves observadas en el interior y exterior del aeropuerto Jorge Isaacs, Albania, La Guajira.

La similitud o afinidad entre ambos sitios fue solo de 9,37%, observándose seis (6) especies presentes en ambas zonas, las cuales fueron: el Mielerito (*Coereba flaveola*) la Codorniz (*Colinus cristatus*), la Tortolita pechiescamado (*Columbina passerina*), el Sinsonte (*Mimus gilvus*) y el Golero o Gallinazo negro (*Coragyps atratus*) (Anexo 2).

5.3 Similitud entre las aves observadas en el Bs-T aledaño al aeropuerto Jorge Isaacs y otros cercanos fragmentes boscosos cercanos

Al comparar el Fragmento de Bs-T objeto de estudio con el cercano a la Ranchería Itaka (Albania – La Guajira) se obtuvo con tan solo 16 especies de aves en común, una afinidad de 30%, igualmente el parche boscoso próximo a la Ranchería Alto Pino tuvo en común con el área de investigación un total de 16 especies y la afinidad fue de 29% (Anexo 3), por lo que la similitud en especies de estas zonas es poca.

Con relación a las áreas boscosas cercanas a aeródromos en La Guajira, al analizar el aeropuerto de Jorge Isaacs con el de Riohacha la afinidad tampoco fue muy alta (31%, 18 especies de aves en común) (Anexo 3).

Según el análisis Cluster el fragmento boscoso del aeropuerto Jorge Isaacs presentó poca afinidad de aves con los otros fragmentos estudiados por Arteta-B y Lázaro-Molina (2014) y Acuameunier Ltda. (2011), dentro de los cuales las zonas boscosas de las Rancherías Itaka y Alto Pino presentaron mayor similitud de especies entre ellas que con las del aeropuerto de Riohacha (Figura 13).

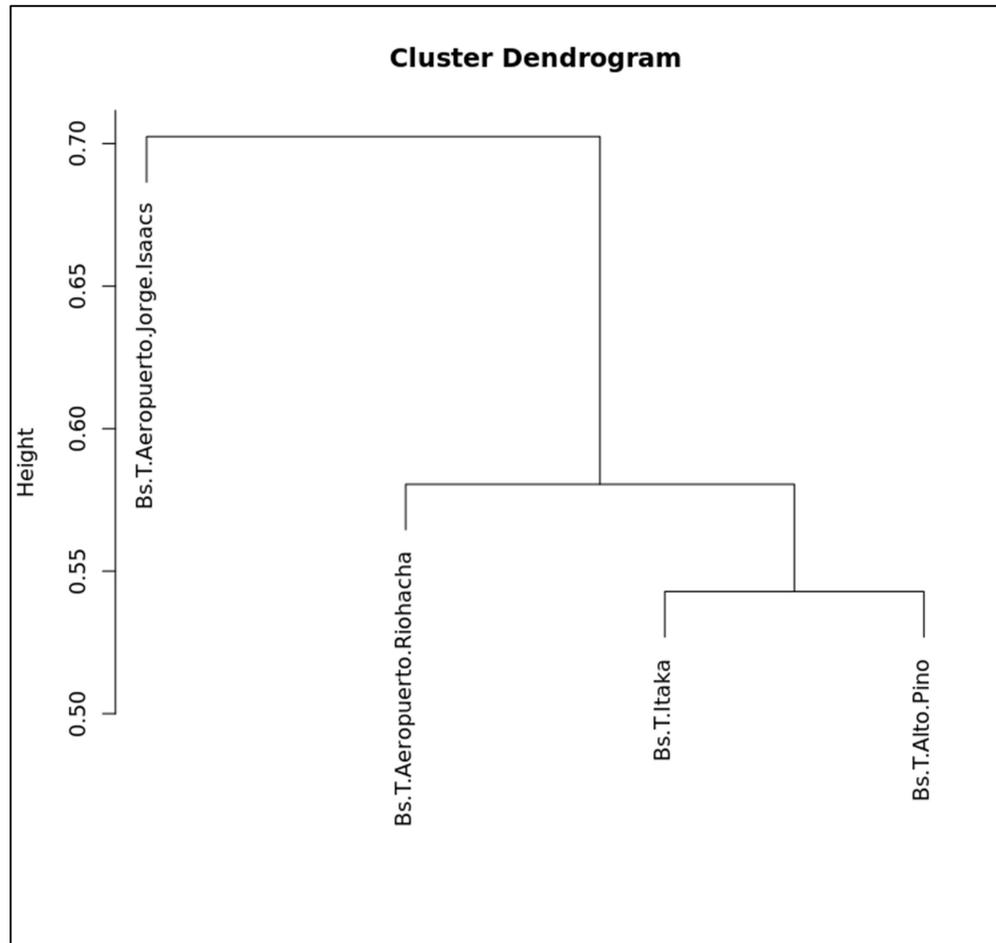


Figura 13. Similitud de especies de Jaccard entre el fragmento de Bs-T del aeropuerto Jorge Isaacs y los del aeropuerto de Riohacha, Rancheria Itaka y Alto Pino.

6. DISCUSIÓN

El Bs-T es una de las zonas de vida con mayor extensión en el departamento de La Guajira (23%) (Prieto, 2007). La importancia de estos bosques en La Guajira radica en que en ellos han sido registrados especies como *Cardinalis phoeniceus* (Cardenal guajiro) (Arteta-B y Lázaro-Molina, 2014) y *Picumnus cinnamomeus* (Carpinterito castaño) (Cortes, 2008), especies también reportadas en esta investigación. Lastimosamente, este bioma en este departamento está sufriendo una fuerte presión

antrópica por parte de la agricultura, ganadería, elaboración de carbón de Leña y minería (Díaz-Merlano, 2006), por tal motivo, dicho bioma requiere ser conservado, lo que implica una alta responsabilidad para las autoridades ambientales de los municipios del Sur de La Guajira, las cuales deben ser medidas con el otorgamiento de licencias ambientales y apoyar los programas de rehabilitación de bosques que se vienen desarrollando, también se debe realizar un manejo sostenible de los bosque realizando un uso moderado de las tierra en estas áreas, para de esta manera evitar la pérdida de éstas extensiones de bosques importantes para la conservación de los recursos florísticos y faunístico de este departamento. De igual forma cuando se preserva un parche de Bs-T, no solo se protege a su fauna asociada, sino que también se conserva la fauna de las zonas de vidas cercanas a este (Rivera-Gutiérrez, 2006).

Según Lacher (2004) este tipo de ecosistemas en países como Colombia en donde las aves son abundantes y presentan endemismos son importantes para la conservación de los ecosistemas tropicales, en este sentido las aves mencionadas aquí como indicadores, tales como *C. phoeniceus* (Cardenal guajiro), *P. cinnamomeus* (Carpinterito castaño) y *S. candei* (Rastrojero bigotudo), pueden constituirse en especies banderas para la protección de las demás especies que allí habitan y del fragmento boscoso en sí mismo. Dentro de las especies mencionadas *C. phoeniceus* es un ave muy conocida por los Guajiros y por la cual sienten gran afinidad, por tal motivo constituye la especie que debe ser insignia para la conservación de estos parches boscosos, y ser utilizada en campañas de sensibilización ambiental, para ir creando conciencia de la importancia de la preservación de los bosques y su fauna asociada.

C. phoeniceus es un ave restringidas a zonas áridas y semiáridas de la costa norte Colombiana y Venezuela (Hilty, 2002; Hilty & Brown, 2001,) en el caso del fragmento boscoso cercano donde se encuentra no solo hay vegetación de bosque seco sino xerofítico como *Opuntia wentiana* (Tuna), especie vegetal donde se ha registrado nidación de esta ave en Venezuela (Rodríguez-Ferraro y Trujillo 2004). *S. candei* es otra de las especies de aves restringida para la misma zona, igualmente habita en zonas áridas, preferentemente entre la vegetación xerófita, dentro de los árboles utilizados se encuentra la especie *Prosopis juliflora*, y árboles de la familia Euphorbiaceae y Cactaceae (Hilty 2002) que también hace parte de la vegetación del área circundante al aeropuerto, por lo que la presencia de las especies de aves casi-endémicas en el área de estudio puede estar relacionada con que el bosque cuenta con las especies florísticas necesarias para mantener estas aves.

En este estudio la distribución de las especies por hábitat, rango restringido y aspecto de la biología de las aves permitieron conocer el estado de conservación del bosque, información que concuerda con autores como Uribe-Hernández et al. (2012) y Estrada-Guerrero y Soler-Tovar (2014) quienes mencionan que la distribución de las especies de aves y sus características biológicas y fisiológicas hicieron posible conocer el estado de perturbación de un sitio, para estos estudios en referencia la contaminación por metales pesados e hidrocarburos en cuerpos de agua. Con relación a los hábitats terrestres como el Bs-T investigado en el presente trabajo, se coincide con Marín et al. (2007) quienes también tuvieron en cuenta características biológicas, de hábitats y

distribución de las aves, para determinar el grado de intervención antrópica en los Llanos orientales de Venezuela.

Otro estudio que corrobora la utilización de estos aspectos de las aves para la indicación ecológica fue el de Ugalde-Lezama et al. (2010), quienes con base en esta información, así como la diversidad aviaria pudieron estimar las condición de perturbación del ambiente, determinado que dicho aspectos biológicos y datos biogeográficos están directamente relacionados con la perturbación recibida sobre estos Bosques. Por su parte Nolazco (2011) en un hábitats similar al del fragmento de bosque del aeropuerto Jorge Isaacs también tuvo en cuenta los referentes aquí analizados, registrando especies con rango restringido (<50,000km²) que le permitieron mostrar la importancia de la conservación de las aves en el Bosque seco de Lambayeque en el Perú.

Es importante resaltar la observación en la zona de estudio de *Buteo nitidus* (Águila barrada), así como especies en vuelo (en el mes de octubre) como *Geranospiza caerulescens* (Aguililla zancona) y *Buteo albonotatus* (Águila gallinaza) puesto que son aves que dentro de sus tipos de hábitats se encuentran los Bosques secos o deciduos (Hilty y Brown, 2001) y han encontrado en el área un lugar para sobrevolar en la búsqueda de alimento como en el caso de las dos últimas especies mencionadas, o una zona de percha y vigilancia como *B. nitidus*.

Otras especies que se pueden tomar como bioindicadoras de conservación son *Tapera naevia* (Tres pies) y *Eucometis penicillata* (Güicha hormiguera) debido a que son aves poco comunes de observar y que se encuentran desde áreas selváticas poco intervenidas hasta bosque secundarios (Hilty y Brown, 2001; Howell y Webb, 1995).

En este sentido, hay que tener en cuenta también a los Psitácidos, en particular al Perico frentiazul (*Thectocercus acuticaudatus*) y a la Guacamaya roja (*Ara chloropterus*) (avistada en vuelo), aves que se observan en selvas y bosque húmedos, secos y de galería (Rodríguez-Mahecha, Rojas-Suarez, Arzuza y González-Hernández, 2005; Hilty & Brown, 2001) y que por requerir de árboles con grandes morfometrías son especies que se avistan por lo general en bosques primarios o con algún grado de conservación.

Según Gotelli y Colwell (2001), la mayor parte de los inventarios de fauna son incompletos ante la imposibilidad de contar todas las especies en las áreas de interés, de este modo las medidas de biodiversidad eventualmente están sesgadas, especialmente cuando se compara directamente el número de especies identificadas en una muestra, esta situación se corrigió con el uso de las curvas de acumulación, puesto que con este método estadístico se muestran el número de especies identificadas a través de conjuntos muestrales.

Los valores bajos en las densidades en la investigación de Arteta-B y Lázaro-Molina (2014) se pudieron dar porque la desarrollaron en zonas cercanas a la troncal del caribe (Ruta 90) y en proximidades a asentamientos humanos, por lo que la presión antrópica

del Bs-T fue mayor. Esto se puede corroborar con el reporte de *Campylorhynchus griseus* (Chupahuevos) dentro de las aves con mayor densidad, especie que se encuentra asociada a hábitats cercanos a casas y pueblos (Hilty y Brown, 2001).

Además de los datos poblacionales y las características biológicas de las especies, el estimador de Jaccard permitió en esta investigación determinar la poca alteración ambiental en el área monitoreada, al presentarse en esta área escasez de especies adaptadas a hábitats antrópicos, en contraste con los otros parches boscosos ubicados en la misma área geográfica (sur de La Guajira). Por su parte, Rivera-Gutiérrez (2006) desarrolló una investigación semejante en donde empleó el índice de Jaccard para comparar el estado de conservación de una mancha de Bs-T localizada en el Valle del Cauca con otras ubicadas a la misma altura en el mismo departamento, lo que le permitió establecer la afinidad entre su lugar de estudio y las otras áreas analizadas, y conocer así la importancia de este parche boscoso para el mantenimiento de las especies de las zonas de vida de los alrededores.

La afinidad con el estimador de Jaccard en el área de Bs-T objeto de estudio con respecto a los fragmentos estudiados por Arteta-B y Lázaro-Molina (2014) fue poca. Al comparar la riqueza de especies, esta fue mayor en el área de estudio que en las zonas muestreadas por los autores previamente mencionados, no obstante, la abundancia total de individuos fue menor en el fragmento boscoso cercano al aeropuerto, esta diferencia se observó principalmente en el área de Alto Pino donde *Zenaida auriculata* (Torcaza nagüiblanca) se reportó en mayor número (Anexo 3). La cercanía de una

Ranchería y las zonas de fincas y cultivos, favorecieron el arribo de esta Torcaza, la cual se caracteriza por congregarse en gran número en áreas de cultivos en su periodo no reproductivo (Hilty y Brown, 2001). Otra especie que reportaron en mayor número de individuos fue *Mimus gilvus* (Sinsonte) y *Cardinalis phoeniceus* (Cardenal guajiro) (Anexo 3), esta abundancia podría estar relacionado con la presencia de zonas más áridas con vegetación de bosque subxerofítico aledañas al fragmento Boscoso estudiado por Arteta-B y Lázaro-Molina (2014).

El aeropuerto Jorge Isaacs y el de Riohacha también presentaron poca afinidad y la riqueza de especies en el área de Riohacha fue menor que en la zona boscosa del Aeropuerto Jorge Isaacs (Anexo 3). Por su parte la abundancia total de individuos fue mayor en Riohacha que en el área de estudio, en este caso en particular, esta abundancia se debió al reporte 32 individuos de *Quiscalus lugubris* (Negrita) en Riohacha, mientras que en el área boscosa del aeropuerto Jorge Isaacs no se observaron individuos de esta especie. *Q. lugubris* es común de avistar en aeropuertos en La Guajira (Castro-Vásquez, 2012; Acuameunier Ltda., 2011) y el aeropuerto Jorge Isaacs no se escapa a esta situación, sin embargo, la diferencia se encuentra en que en este último, éstas aves se limitaron a la zona de árboles cercanos a la plataforma y no ingresaron al bosque, mientras que en Riohacha el bosque está más intervenido, por lo que estas aves se posan tanto en los árboles de las zonas verdes del aeropuerto como en los del parche boscoso (Acuameunier Ltda., 2011).

Los resultados obtenidos con el estimador de jaccard se corroboraron con el análisis Clúster, puesto que en el dendrograma se observa la poca afinidad que presenta el fragmento de Bs-T del aeropuerto Jorge Isaacs frente a los de la Rancherías Itaka y Alto Pino (Arteta-B y Lázaro-Molina, 2014) y el del aeropuerto de Riohacha (Acuameunier Ltda., 2011). La mayor similitud obtenida entre las Rancherías Itaka y Alto Pino se dio por la cercanía en distancia y por presentar una presión antrópica similar (cercanía a la ruta 90 o troncal del caribe y presencia de asentamientos humanos), por su parte el parche boscoso cercano al aeropuerto de Riohacha presentó mayor similitud con el Bs-T del aeropuerto Jorge Isaacs, sin embargo su similitud en el dendrograma fue también distante, esto se dio porque el Bs-T de Riohacha además del aeropuerto, presenta asentamientos humanos en sus proximidades, por lo que cuenta con mayor número de aves características de áreas antropizadas (especies Hemisinantrópicas), por su parte, en el aeropuerto Jorge Isaacs la presión ambiental se limita únicamente a la ejercida por las actividades aeroportuarias y gran parte del fragmento boscoso se encuentra protegido dentro del aeropuerto por lo que la perturbación externa es poca, presentando mayor número de aves características de áreas de mayor conservación (especies Aniantrópicas).

El valor bajo de afinidad que también se presentó entre la zona de seguridad del aeropuerto Jorge Isaacs y el bosque aledaño evidencia el poco grado de alteración de la fauna asociada al bosque, puesto que las especies del aeropuerto que son aves que por lo general están adaptadas a hábitats intervenidos no están ingresando al bosque, en el caso de las especies que presentaron similitud de hábitat, como el Mielerito

(*Coereba flaveola*) la Codorniz (*Colinus cristatus*), la Tortolita pechiescamado (*Columbina passerina*), el Sinsonte (*Mimus gilvus*) (Castro-Vásquez, 2014) son aves comunes en áreas abiertas y matorrales secos (Hilty y Brown, 2001), motivo por el cual en esta zona del municipio de Albania se le encuentra en ambos hábitats, tanto en los matorrales espinosos presentes en el borde del Bosque seco como en zonas abiertas con vegetación baja, en el caso del aeropuerto estos hábitats se presentan en el bosque perimetral y la vegetación baja de la zona de seguridad.

Por su parte el Golero (otras de las especie afines entre los dos hábitats), es un ave común en áreas urbanas y zonas abiertas, prácticamente ausente en zonas boscosas (Márquez, Bechard, Gast y Vanegas, 2005; Hilty y Brown, 2001), en el caso de los aeropuertos es común observarlos, debido a que utilizan las corrientes de aire caliente que se forman sobre las pistas de los aeródromos para realizar sus característicos planeos (Castro-Vásquez, 2013; Acuameunier Ltda., 2011). Según Hilty y Brown (2001) los Goleros duermen en árboles y teniendo en cuenta que se ha observado pernoctación de esta especie sobre la vegetación del fragmento boscoso aledaño al aeropuerto, esta podría ser la razón de hallarlos sobre los árboles en la mañana a la hora de desarrollo de los monitoreos del presente estudio.

La mayor riqueza de aves en el bosque cercano al aeropuerto Jorge Isaacs pudo estar relacionada con la continuidad que presenta este bosque con relación los otros estudiados por otros investigadores en el sur de La Guajira, a esto se suma que este fragmento boscoso se encuentra comunicado con otros parches de vegetación lo le

permite albergar también especies procedentes de estos, por otro lado hay una parte del bosque que se encuentra dentro del aeropuerto lo que evita la tala de árboles y extracción de especie de flora y fauna, en contraste a otros sectores de los municipios de Albania y Maicao donde esto no sucede, de esta forma se garantiza el mantenimiento de este parche de bosque y su fauna asociada, lo que se ve reflejado en la mayor riqueza avifaunística del bosque objeto del estudio.

El análisis de la riqueza, abundancia y densidad calculadas en las aves reportadas en el fragmento de Bs-T evaluado permitieron conocer la poca alteración ambiental que viene ejerciendo las actividades aeroportuarias sobre el bosque, así mismo, la poca afinidad obtenida con el índice de Jaccard de la zona de seguridad del aeropuerto y el fragmento de bosque perimetral permitió determinar que dicho fragmento presenta en su mayoría aves características del bioma de Bs-T y no de aves adaptadas a ecosistemas antropizados.

Según los resultados obtenidos de las curvas de acumulación con Chao 1, los meses de muestreos son suficientes para registrar las aves residentes, debido a que en el segundo mes de monitoreo se alcanzó el número suficiente (asíntota) para reportar estas especies, sugiriendo de esta forma que los muestreos tienen una buena representatividad, resultado similar se presentó con Chao 2, no obstante, después del segundo mes la curva de Chao 2 muestra una mayor inclinación, esto se da porque esta curva tiene en cuenta las especies migratorias, las cuales tuvieron arribo para los

meses finales de los monitoreos, por su parte Chao 1 tiene en cuenta las especies residente basándose dentro de estas, en las especies raras.

Los estudios como el llevado a cabo en el perímetro del aeropuerto Jorge Isaacs y los demás mencionados aquí, tales como Ugalde-Lezama et al., (2010) la estación Forestal Zoquiapan (México), Nolazco (2011) en Lambayeque (Perú), en Colombia Rivera-Hernández en el Valle del Cauca y Arteta-B y Lázaro-Molina (2014) en la Guajira, han realizado caracterización y composición de aves teniendo en cuenta su grado de amenaza, rango de restricción y migraciones, lo que les ha permitido conocer el grado de perturbación ambiental y la importancia ecológica de sus áreas de estudio para ser conservada (Arteta-B y Lázaro-Molina, 2014; Rivera-Gutiérrez, 2006). De igual forma la utilización de índices de diversidad y afinidad han complementado integralmente en muchos estudios el análisis sobre el grado de presión antrópica (Arteta-B y Lázaro-Molina, 2014; Uribe-Hernández et al., 2012; González-Valdivia et al. 2012; Rivera-Hernández, 2006), todos estas investigaciones resaltan la importancia del uso de datos poblacionales, biogeográficos e índices biológicos para determinar y/o estimar la perturbación ambiental de los ecosistemas boscosos tropicales.

En un país como Colombia donde las alteraciones en los ecosistemas causadas por factores de origen antrópico están deteriorando los bosque y poniendo en riesgo la fauna silvestre, hacen falta desarrollar más estudios como el realizado en proximidades del aeropuerto Jorge Issacs y los descritos en este capítulo, puesto que estas

investigaciones contribuyen con información base para proteger o en su defecto hacer aprovechamiento y uso sostenibles de los fragmentos boscosos presentes en el país.

7. CONCLUSIONES

El aeropuerto Jorge Isaac presenta en sus alrededores un bosque continuo y con mayor extensión que el aledaño a la terminal aérea de Riohacha, lo que le permite albergar especies como la Guacharaca guajira (*Ortalis ruficauda*), el Tres-pies (*Tapera naevia*) y la Güicha hormiguera (*Eucometis penicillata*), la primera ave mencionada es de gran abundancia, área y densidad en este bosque, por su parte el Tres-pies y la Güicha hormiguera fueron especies poco abundante, lo cual es característico por ser aves solitarias. Las tres especies habitan en Bosque secos tropicales poco intervenidos, motivo por el cual sirven de indicadores ecológicas del estado de conservación del fragmento de Bosque de Albania.

Las especies casi endémicas y migratorias registradas en el área objeto de estudio muestran la importancia que tiene este bosque para las aves no solo residentes sino de paso o migratorias.

En el fragmento de Bs-T cercano al aeropuerto Jorge Isaac se observó entre las aves de mayor abundancia el Periquito Coliverde (*F. passerinus*) y Perico Frentiazul (*T. acuticaudatus*), y se avistó cerca del área de estudio a *A. chloropterus* (Guacamaya

roja), estos Psitácidos denota que la vegetación del lugar se encuentra en buen estado poder albergarlas.

Las Tortolitas (*C. squammata*, *C. Talpacoti* y *C. passerina*) fueron las aves con mayor densidad en el Bs-T cercano a la Terminal aérea Jorge Isaacs, las cuales son especies de zonas abiertas con matorrales o pastizales, sin embargo, esto evidencia que el bosque se encuentra en un área de transición entre una zona abierta (aeropuerto) y un Fragmento de Bosque por lo que es común observar aves del ecosistema circundante.

El Fragmento de Bs-T aledaño al aeropuerto Jorge Isaacs solo reportó seis especies comunes y una afinidad del 9,37%, esto significa que la presencia del aeródromo no está afectando de manera directa a la avifauna del Bosque, por el contrario las especies observadas en el aeropuerto son aves características de zonas abiertas e intervenidas y su presencia se limita a esta zona. El parche boscoso objeto de análisis reportó mayor número de especies que las aves de hábitats similares localizado en cercanía de la zona de estudio, lo que también denota un buen estado de conservación del sitio.

El mayor número de individuos observados en zonas como Alto Pino, no involucra que el fragmento boscoso del aeropuerto Jorge Isaacs este poco conservado, por el contrario las aves con mayor abundancia en Alto Pino fueron en su mayoría aves características de zonas intervenidas, tales como la Torcaza nagüiblanca, cuya presencia la favoreció la cercanía de las fincas y áreas cultivadas cercanas.

Las aves presente en los fragmentos boscosos aledaños a las terminales aéreas objeto de estudio, permanecen en su mayoría en el interior del bosque, por lo cual no afectan la actividad aeroportuaria. Teniendo en cuenta lo mencionado, para hacer un manejo sostenible del bosque y su fauna silvestre, las actividades y herramientas utilizadas para la reducción del riesgo de incidentes con fauna silvestre (control del peligro aviario) deben limitarse al área directa de influencia del aeropuerto y realizarse en las horas de aeronavegabilidad para no afectar la fauna silvestre aledaña.

Las aves como bioindicadoras del estado conservación del fragmento boscosos aledaño al aeropuerto Jorge Isaacs muestra poco grado de perturbación del lugar, debido a que en el interior de este se registraron mayormente aves características de hábitats boscosos y no asociadas a ambientes urbanos o modificados por el hombre. Las especies como el Cardenal guajiro por su importancia en la cultura guajira deben constituir especies insignias en campañas de educación ambiental, para crear conciencia en los residentes aledaños sobre la importancia en la conservación de los bosques y su fauna asociada.

8. RECOMENDACIÓN

Las terminales aéreas deben ser construidas en zonas alejadas a una distancia de 13 km de cualquier área con uso de suelo que pueda ser atractiva para la fauna (Aeronáutica civil, 2009; Resolución No. 03152, 2004) pero por Colombia ser un país

con amplias zonas naturales, los aeródromos tienden a ser edificados en zonas boscosas, por lo que se recomienda que en los aeropuertos que se encuentra cercano a este tipo de ecosistema se realicen estudios para conocer si están afectando a la fauna del lugar, para así poder tomar medidas de manejo que permitan la sostenibilidad del bosque al tiempo que se efectúan las actividades aeroportuarias.

Se sugiere hacer estudios de impacto ambiental que caractericen la fauna silvestre de las zonas naturales donde se pretendan construir terminales aéreas con el fin de evitar poner en riesgo a especies vulnerables o endémicas que pudieran encontrarse en esa zona.

En aeropuertos cercanos a zonas boscosas es necesario limitar en la medida de lo posible las labores de control de fauna y peligro aviario al interior del aeropuerto, para evitar afectar a la fauna y flora circunvecina y crear perturbación ambiental en las áreas naturales.

9. BIBLIOGRAFÍA

Acuameunier Ltda. (2011). Programa de mejoramiento para la prevención del peligro aviario mediante la formulación e implementación de los programas de reducción de impactos con fauna en los aeropuertos a nivel nacional – Aeropuerto Almirante

Padilla de Riohacha. Aeronáutica Civil de Colombia – Acuameunier Ltda. Contrato de Consultoría No. 10000092-OH-2010. Bogotá, D.C., Colombia.

Aeronáutica Civil. (2009). El uso de suelos en áreas aledañas a los aeropuertos. Grupo Gestión Ambiental y Sanitaria. República de Colombia.

Aeronáutica Civil. Resolución 03152 de 2004. Diario Oficial No. 45.640. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Diario Oficial.

Álvarez, M., F. Escobar, F. Gast, H. Mendoza, A. Repizzo & H. Villareal. (1998). Bosque seco tropical. Págs. 56-72. Chávez M. & Arango N. (eds). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia-1997. Tomo I. Diversidad Biológica. Instituto Nacional de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente - PNUMA. Santafé de Bogotá, Colombia.

Arango, N., Armenteras, D. Castro, M., Gottsmann, T., Hernández, O. L., Matallana, C. L., Morales, M., Naranjo, L. G., Renjifo, L. M., Trujillo L. F. & Villareal. H. F. (2003). *Vacíos de conservación del sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional*. WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D. C, Colombia. 64 pp.

-
- Arteta, B. & Molina, L. L. (2014). Avifauna de Bosque seco subtropical presente en ocho localidades de la media guajira colombiana. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 18(2), 125-137.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D. and Hill. D. A. (1992). Bird Census Techniques. Academic Press, London.
- Burt, E. H. (2002). Impacto de los desarrollos urbanos y suburbanos en las poblaciones de aves. Págs. 1-14 en: E. H. Burt, Jr. (ed). Manual de ejercicios de campo y laboratorio para Ornitología. The Ornithological Council. Wilson Ornithological Society's.
- Bojorges-Baños, J. C. (2011). Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(1), 205-215.
- Casanoves, F., Pla, L., & Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. *Serie técnica, Informe técnico*, 384.
- Castro-Vásquez, L. (2014). Grado potencial de peligro aviario para la operación aérea en los aeropuertos Jorge Isaac de La Mina (Albania – La Guajira) y Puerto Bolívar

(Uribía – La Guajira). Biocavas S.A.S y Carbones del Cerrejón Ltd. La Guajira, Colombia.

Castro-Vásquez, L. (2013). Grado potencial de peligro aviario para la operación aérea en los aeropuertos Jorge Isaac de La Mina (Albania – La Guajira) y Puerto Bolívar (Uribía – La Guajira). Carbones del Cerrejón Ltd. Contrato de Consultoría No. GA-017-12. La Guajira, Colombia.

Castro-Vásquez, L. (2012). Caracterización de la fauna silvestre presente en los aeropuertos Jorge Isaac de la Mina (Albania – La Guajira) y Puerto Bolívar (Uribía – La Guajira) y su potencial peligro para la operación aérea. Informe Final. Carbones del Cerrejón Ltd. Contrato de Consultoría No. GA-011-11. La Guajira, Colombia.

Challenger, A. & Dirzo. R. (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad. Pp 37–73 in Capital Natural de México, Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México D.F., México: CONABIO.

Clements, J. F., Schulenberg, T. S., Iliff, M. J., Roberson, D., Fredericks, T. A., Sullivan, B. L., & Wood, C. L. (2015). The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2015.

Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples Version 9.1. Recuperado de:

<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>.

Congreso de Colombia. (21 de julio de 2009). Procedimiento sancionatorio ambiental. [Ley 1333 de 2009]. DO: 47.417.

Congreso de Colombia. (20 de abril de 2006). Ley General Forestal. [Ley 1021 de 2006]. DO: 46.249.

Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Título XII. Ley General Ambiental de Colombia. [Ley 99 de 1993]. DO: 41.146.

Cortes, O. (2008). Bosques secos de Albania. En: ebird. Recuperado de:
<http://ebird.org/ebird/hotspot/L3217354>

Craig, R. J. & Beal, K. G. (1992). The influence of habitat variables on marsh bird communities of the Connecticut River estuary. *The Wilson Bulletin*, 295-311.

Cuervo, L. M. (2006). "Globalización y territorio", Serie Gestión Pública No. 56, ILPES, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 49 p.

Díaz-Merlano, J. M. (2006). *Bosque seco tropical Colombia*. Banco de Occidente Credencial. Colombia. 204 pp.

Donegan, T., McMullan, M., Quevedo, A., & Salaman. P. (2013). Revisión del estatus de las especies de aves que han sido reportadas en Colombia 2013. *Conservación Colombiana*, 19, 3-10.

Estrada-Guerrero, D. M. & Soler-Tovar, D. (2014). Las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales. *Ornitología Colombiana*, 14, 145-160.

Etter, A., McAlpine C. & Possingham H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98: 2–23.

Fajardo, L., González, V., Nassar, J. M., Lacabana, P., Portillo, Q., Carlos, A. & Rodríguez, J. P. (2005). Tropical Dry Forests of Venezuela: Characterization and Current Conservation Status1. *Biotropica*, 37(4), 531-546

Fleishman, E., Thomson, J. R., Mac Nally, R., Murphy, D. D. & Fay, J. P. (2005). Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology*, 19(4), 1125-1137.

García, H., G. Corso, P. Isaacs & G. Etter. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes del Bioma de Bosque seco Tropical en Colombia: insumos para su gestión. Pizano C. & H. García (eds). El Bosque secos tropicales en Colombia. (pp: 229-251). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Generalitat de Catalunya. (2012). Perturbación sobre el medio. Departamento de Territorio y Sostenibilidad. Recuperado de: http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/educacio_per_a_la_sostenibilitat/suport_educatiu/ambits_tematics/medi_natural/informacio/5/

Gómez, J. P. y Robinson, S. K. (2014). Aves del Bosque seco Tropical de Colombia: las comunidades del Valle Alto del Río Magdalena. Pizano C. & H. García (eds). El Bosque secos tropicales en Colombia. (pp: 229-251). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

González, O. (2000). Las poblaciones de aves como indicadores de cambio en el Ambiente. *Revista Xilema*, 16, 5-6.

González-Ortega, M. A., Guzmán-Hernández, J., Martín-Gómez M. F. & Domínguez-Velázquez. L.E. (2003). Un método para la selección de aves bioindicadoras con

base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil, Revista de Ornitología Mexicana*, 4(2), 10-16.

González-Valdivia, N. A., Arriaga-Weiss, S. L., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Kampichler, C., & Pozo, C. (2012). Ensamblajes de aves diurnas a través de un gradiente de perturbación en un paisaje en el sureste de México. *Acta zoológica mexicana*, 28(2), 237-269.

Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4(4), 379-391.

Hilty, S. L. (2002). *Birds of Venezuela*. 2da Ed. Princeton University Press. 877 p.

Hilty, S. L. & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*. H. Álvarez-López (traductor). American Bird Conservancy – ABC. Bogotá: Imprelibros S.A. 1030 p.

Holdridge, L.R. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Quinta reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agrícola – IICA. San José, Costa Rica. 216 p.

Howell, S. N. G. & Webb, S. (1995). *The Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford.

Kushlan, J. A. (1993). Colonial waterbirds as bioindicators of environmental change. *Colonial waterbirds*. 223-251.

Lacher, T. (2004). Protocolo para monitoreo de Aves. *The Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM)*. Center for Applied Biodiversity Science (CABS). Conservación Internacional. Versión 3, pp: 1-14.

Lepage, D. (2016). The world bird database. Avibase - Birdlife International. Recuperado de: <http://www.bsc-eoc.org/avibase/avibase.jsp>

Lew, D., Gutiérrez, E., Ventura, J., López-Fuster, M. & Pérez-Hernández, R. (2011). *Marmosa xerophila*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011. Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org/details/12815/0>

Lillo, J. (2011). Impactos de la minería en el medio natural. Grupo de Geología Universidad Rey Juan Carlos, Grupo de Minería y Medio Ambiente.

Lostanau, L. M. (2000). La industria minera y el medio ambiente. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 3(5), 71-72.

Luque, M. G. (2010). Caracterización de las especies de aves presentes en el aeropuerto Jorge Isaac de la Mina y su potencial peligro para la operación aérea. Programa de limitación de fauna silvestre. Informe final. 45 pp.

Manson, R. H. & Jardel-Peláez. E. J. (2009). Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. *Capital natural de México* 2, 131-184.

Marín, G., Bastidas, L., Muñoz, J., Oliveros, O., Navarro, R., & Marcano, B. (2007). Perfil ecológico de la avifauna de los llanos orientales de Venezuela en función de los impactos antrópicos. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 32(6), 391-399.

Márquez, C., Bechard, M., Gast, F. & Vanegas, V. H. (2005). Aves rapaces diurnas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Bogotá, D.C. - Colombia. 394 p.

McMullan, M., Quevedo, A., & Donegan, T. M. (2011). Guía de Campo de las Aves de Colombia. Fundación ProAves, Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente. (4 de octubre de 1996). Régimen de aprovechamiento forestal. [Decreto 1791 de 1996]. República de Colombia.

-
- Naranjo, L. G., & Chacón-De Ulloa, P. (1997). Diversidad de insectos y aves insectívoras de sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical. *Caldasia* 19(3), 507-520.
- Nolazco, S. (2011). Aves de Lambayeque: Indicadoras ambientales. Estado actual y recomendaciones para el manejo del Bosque Seco Ecuatorial en un escenario de expansión agrícola. Mercedes, A (Ed.). Institute of Evolutionary Biology and Environmental Studies University of Zurich, Centro de Ornitología y Biodiversidad Lima, Perú.
- Núñez-Colín, C. A. y Escobedo-López. D. (2011). Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agronomía mesoamericana* 22(2), 415-427.
- Pickett, S. T. A. & White, P.S. (ed.). (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando. 472pp.
- Pizano, C., González, R., García, H., Isaacs, P., González, M. F., Piñeros P. & Ramírez. W. (2014). Bosques secos Tropicales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/proyectos/en-desarrollo/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

Prieto, F. (2007). Ecosistemas secos y lucha contra la desertificación y la sequía en el departamento de La Guajira. Corpoguajira. En: Encuentros Ambientales Universidad del Norte. Foro: Ecosistemas estratégicos del Caribe Colombiano parte III parte. Vol. 3 (5), 65-93.

R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de: <https://www.R-project.org/>.

Ralph, C. J., Geupel, P. P., Martín, T. E., De Sante, D. F. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. pp: 1-46

Ramírez-Albores, J. E. & Ramírez-Cedillo, M. G. (2002). Avifauna de la región oriente de la sierra de Huautla, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73. Pp: 91-111.

Ramírez-Hernández, O. J. (2010). Perturbaciones ambientales de origen antrópico. *En: Introducción a la problemática y estudio del ambiente*. UNAD. Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/Material didactico/captulo 2 perturbaciones ambientales de origen antrpico.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/Material_didactico/captulo_2_perturbaciones_ambientales_de_origen_antrpico.html)

Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (RED MEX-LTER).**Patrones y frecuencia de las perturbaciones en los ecosistemas. Recuperado de:****<http://www.mexlter.org.mx/AreasTematicas/Perturbaciones>**

Remsen, J. V., Jr., J. I. Areta, C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. (2016). A classification of the Bird species of South America. American Ornithologists' Union. Recuperado de: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>

Rivera-Gutiérrez, F. (2006). Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente Colombiano. *Ornitología colombiana*, 4, 28-38.

Rodríguez-Mahecha, J., Rojas-Suarez F., Arzuza D, & González-Hernández A. (2005). Loros, Pericos & Guacamayas Neotropicales. Serie libretas de campo No. 2. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana, Formas e Impresos S. A. Conservación Internacional. 148 pp.

Rodríguez-Ferraro, A. y Trujillo, A. (2004). Observaciones de la biología reproductiva del Cardenal coriano (*Cardinalis phoeniceus*) en la Isla de Margarita, Venezuela. *Ornitología Neotropical*, 15, 253–256.

Rosselli, L. (2011). Factores Ambientales relacionados con la presencia y abundancia de Aves de los Humedales de la Sabana de Bogotá. Tesis de grado. Doctorado en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia.

Rossetti, M. A., y Giraudo, A. R. (2003). Comunidades de aves de bosques fluviales habitados y no habitados por el hombre en el río Paraná medio, Argentina. *El hornero*, 18(2), 89-96.

Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada, M., Rodríguez, J. P., Nassar, J. M., Stoner, K. E., Castillo, A. & Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry Forests1. *Biotropica*, 37(4), 477-485.

Savage, A. & Causado, J. (2014). *Saguinus oedipus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org/details/19823/0>

Stiles, F.G. 1998. Las Aves Endémicas de Colombia. Pp. 378-385, 428-432. En: Chaves, M.E. y N. Arango (eds.), Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia-1997. Tomo I Diversidad Biológica. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt – PNUMA – Ministerio del Medio Ambiente.

Stattersfield, A. J., Crosby, M. J., Long, A. J. & Wege, D. (1998). Endemic Birds Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation. Cambridge: BirdLife International.

- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Tarango-Arámbula, L. A., Ramírez-Valverde, G. & Mendoza-Martínez, G. D. (2012). Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1), 133-143.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Velázquez-Mendoza, J. & Tarángo-Arámbula, L. A. (2010). Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44(2), 159-169.
- Ugalde-Lezama, S., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Alcántara-Carbajal, J. L., & Velázquez-Mendoza, J. (2009). Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y bosques*, 15(1), 5-26.
- Uribe-Hernández, R., Amezcua-Allieri, M., Montes De Oca-García, C. Juárez-Méndez, J. Zermeño Eguia-Lis, M. Suárez-Izquierdo Y M. Tenorio-Torres. 2012. Índices ecológicos de avifauna y su relación con la calidad ambiental de un pantano impactado por residuos de petróleo. *Interciencias*, 37(10), 762-768.
- Villarreal H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina M. & Umaña. A. M. (2006). Aves. En Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad segunda edición (pp. 91-148). Programa de

Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Villegas, M. & Garitano-Zavala. A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores
ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia.
Ecología en Bolivia, 43(2), 146-153.

Viñas-Román, J. A., Ramírez Alfaro, J., Machado Jaramillo, O., Benjamín, H. R. W.,
Villasmil, J. J. & Pérez Coto, D. (1996). *La comunidad agropecuaria de América
Latina y el Caribe y la educación superior agrícola frente a los desafíos de la
globalización y el desarrollo sostenible; resumen ejecutivo. 1. Jornadas de Apoyo a
la Modernización de Facultades de Agronomía; 2. Jornadas de Apoyo a la
Modernización de Facultades de Agronomía* (No. IICA-C10 29). IICA, San José
(Costa Rica).

White, P. S. & Jentsch, A. (2001). The search for generality in studies of disturbance
and ecosystem dynamics. In *Progress in botany* (pp. 399-450). Springer Berlin
Heidelberg.

ANEXOS

Anexo 1. Promedio de Abundancia relativa, Área y Densidad de las Especies observadas en un fragmento de Bs-T localizado en cercanía del aeropuerto Jorge Isaacs, durante los meses de junio a noviembre de 2014.

FAMILIA	Especies	Nombre común	Abundancia (Ind./día)	Densidad (Ind./Ha)
CRACIDAE	<i>Ortalis ruficauda</i>	Guacharaca guajira	18,83	9,42
ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus cristatus</i>	Codomiz	12,42	15,32
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	0,42	0,21
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo nitidus</i>	Águila barrada	0,08	0,07
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas corensis</i>	Paloma cardonera	4,92	2,57
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>	Torcaza común	5,67	4,12
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nagüblanca	6,67	6,00
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	12,33	19,49
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita común	11,00	14,22
COLUMBIDAE	<i>Columbina squammata</i>	Tortolita colilarga	10,50	13,69
CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1,00	1,36
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cocinera enana	9,50	10,63
CUCULIDAE	<i>Tapera naevia</i>	Tres-pies	0,17	0,16
TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon cf. mellisugus</i>	Colibrí coliazul	0,67	1,25
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí colirufó	1,67	2,67
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	Colibrí gigante	0,83	1,44
PICIDAE	<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Carpinterito castaño	0,08	0,10
PICIDAE	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero Habado	1,83	1,72
PSITTACIDAE	<i>Forpus passerinus</i>	Periquito coliverde	12,67	6,44
PSITTACIDAE	<i>Eupsittula pertinax</i>	Cotorra carisucia	25,67	11,19
PSITTACIDAE	<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	Perico frentiazul	15,58	7,92
THAMNOPHILIDAE	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Batará copetón	1,58	2,09
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	0,92	1,40
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus melanonotus</i>	Batará encapuchado	0,50	0,44
THAMNOPHILIDAE	<i>Formicivora grisea</i>	Hormiguero pechinegro	3,00	4,75
FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patiamarillo	0,17	0,28
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis candei</i>	Rastrojero bigotudo	0,33	0,33
FURNARIIDAE	<i>Dendroplex picus</i>	Trepatronco pico de lanza	0,75	0,96
TYRANNIDAE	<i>Sublegatus arenarum</i>	Atrapamoscas rastrojero	0,33	0,42
TYRANNIDAE	<i>Atalotriccus pilaris</i>	Tiranuelo ojiamarillo	1,33	1,33
TYRANNIDAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	1,33	1,76
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Suelda social	0,67	1,33
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue	6,33	8,78
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas crestipardo	1,33	2,27
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Verderón cejirrufo	0,50	0,71
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila plumbea</i>	Curruca tropical	5,33	7,12
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte Común	7,17	9,94

THRAUPIDAE	<i>Eucometis penicillata</i>	Güicha hormiguera	0,17	0,22
THRAUPIDAE	<i>Sporophila bouvronides</i>	Espiguero de Lesson	0,08	0,17
THRAUPIDAE	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	3,25	4,13
THRAUPIDAE	<i>Tiaris bicolor</i>	Semillero pechinegro	7,00	8,95
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal guajiro	0,92	1,39
PARULIDAE	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita dorada	0,17	0,26
ICTERIDAE	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial, Toche mochilero	6,17	10,16
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonía gorgiamarilla	0,17	0,24
Promedio			4,49	4,43

Fuente: elaboración propia

Anexo 2. Similitud de especies de aves entre los transectos ubicados en el bosque objeto de estudio y la zona de seguridad del aeropuerto Jorge Isaacs (Albania, La Guajira).

Familia	Especies	Nombre común	Fragmento de Bs-T	Aeropuerto (Castro-Vásquez, 2014)
CRACIDAE	<i>Ortalis ruficauda</i>	Guacharaca guajira	1	
ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus cristatus</i>	Codorniz	1	1
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita ganadera		1
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza real		1
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	1	1
ACCIPITRIDAE	<i>Elanus leucurus</i>	Aguillilla blanca		1
ACCIPITRIDAE	<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán sabanero		1
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo nitidus</i>	Águila barrada	1	
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Caravana, Tanga		1
BURHINIDAE	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván		1
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas corensis</i>	Paloma cardonera	1	
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>	Torcaza común	1	
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nagüiblanca	1	
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	1	1
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita común	1	1
COLUMBIDAE	<i>Columbina squamata</i>	Tortolita colilarga	1	1
CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1	
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cocinera enana	1	
CUCULIDAE	<i>Tapera naevia</i>	Tres-pies	1	
TROCHILIDAE	<i>chlorostilbon cf. mellisugus</i>	Colibrí coliazul	1	
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí colirufo	1	
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	Colibrí gigante	1	
PICIDAE	<i>Picumnus cinnamomeus</i>	Carpinterito castaño	1	
PICIDAE	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero Habado	1	
FALCONIDAE	<i>Caracara cheryway</i>	Carricarri		1
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua, Gavilan pio pio		1
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo		1
FALCONIDAE	<i>Falco femoralis</i>	Halcón plumizo		1
PSITTACIDAE	<i>Forpus passerinus</i>	Periquito coliverde	1	
PSITTACIDAE	<i>Eupsittula pertinax</i>	Cotorra carisucia	1	
PSITTACIDAE	<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	Perico frentiazul	1	
THAMNOPHILIDAE	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Batará copetón	1	
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus melanonotus</i>	Batará encapuchado	1	
THAMNOPHILIDAE	<i>Formicivora grisea</i>	Hormiguero pechinegro	1	
FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patiamarillo	1	
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis candei</i>	Rastrojero bogotudo	1	
FURNARIIDAE	<i>Dendroplex picus</i>	Trepatronco pico de lanza	1	
TYRANNIDAE	<i>Sublegatus arenarum</i>	Atrapamoscas rastrojero	1	
TYRANNIDAE	<i>Atalotriccus pilaris</i>	Tiranuelo ojiamarillo	1	
TYRANNIDAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	1	
TYRANNIDAE	<i>Machetornis rixosa</i>	Siriri Bueyero		1
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Suelda social	1	
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofue	1	
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri común		1

TYRANNIDAE	<i>Tyrannus savana</i>	Siriri tijereta		1
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Siriri gris		1
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas crestipardo	1	
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Verderon cejirrufo	1	
HIRUNDINIDAE	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina de campanario		1
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		1
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila plumbea</i>	Curruca tropical	1	
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte Común	1	1
THRAUPIDAE	<i>Eucometis penicillata</i>	Güicha hormiguera	1	
THRAUPIDAE	<i>Sporophila bouvronides</i>	Espiguero de Lesson	1	
THRAUPIDAE	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	1	
THRAUPIDAE	<i>Tiaris bicolor</i>	Semillero pechinegro	1	
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal guajiro	1	
PARULIDAE	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita dorada	1	
ICTERIDAE	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial, Toche mochilero	1	
ICTERIDAE	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo Arrocero		1
ICTERIDAE	<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo		1
SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularius</i>	Playerito, Andarrios		1
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia gorgiamarilla	1	
Total de especies			45	25
Especies comunes			6	
Índice de Jaccard			9,37	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Similitud de especies de las aves reportadas en el fragmento de Bs-T cercano al aeropuerto Jorge Isaacs con relación a otros fragmentos boscosos localizados en la Guajira, Colombia.

FAMILIA	ESPECIE	Bs-T Aeropuerto Jorge Isaacs	Bs-T Itaka (Arteta-B y Lázaro- Molina, 2014)	Bs-T Alto Pino (Arteta-B y Lázaro- Molina, 2014)	Bs-T Aeropuerto Riohacha (Acuameunier Ltda., 2011)
CRACIDAE	<i>Ortalis garrula</i>	0,0	9	0	0
CRACIDAE	<i>Ortalis ruficauda</i>	18,3	0	0	0
ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus cristatus</i>	10,5	0	7	15
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	0,8	0	0	0
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo nitidus</i>	0,1	0	0	0
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	10,0	11	20	10
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	10,7	0	4	15
COLUMBIDAE	<i>Columbina squammata</i>	12,7	0	0	18
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>	5,3	8	3	0
COLUMBIDAE	<i>Patagonas corensis</i>	1,8	4	3	2
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	3,0	0	30	0
PSITTACIDAE	<i>Eupsittula pertinax</i>	22,0	15	28	16
PSITTACIDAE	<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	15,8	0	0	0
PSITTACIDAE	<i>Brotogeris jugularis</i>	0,0	0	19	0
PSITTACIDAE	<i>Forpus passerinus</i>	10,0	7	0	5
CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	0,3	0	0	0
CUCULIDAE	<i>Coccyzus americanus</i>	0,0	5	0	1
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	9,0	0	0	23
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	0,0	0	0	3
CUCULIDAE	<i>Tapera naevia</i>	0,3	2	0	0
TROCHILIDAE	<i>Amazilia tzacatl</i>	1,3	0	0	0
TROCHILIDAE	<i>Glauciss hirsuta</i>	0,0	0	5	0
TROCHILIDAE	<i>Leucippus fallax</i>	0,0	1	3	0
TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon cf. mellisugus</i>	1,0	0	0	0
ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle aenea</i>	0,0	1	0	0
BUCCONIDAE	<i>Hypnelus ruficollis</i>	0,0	14	7	0
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	0,7	0	0	0
PICIDAE	<i>Picumnus cinnamomeus</i>	0,2	0	0	0
PICIDAE	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	2,0	6	8	3
FALCONIDAE	<i>Caracara cheriway</i>	0,0	0	1	2
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	0,0	0	0	3
THAMNOPHILIDAE	<i>Sakesphorus canadensis</i>	1,2	0	2	1
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus doliatus</i>	0,2	0	0	0
THAMNOPHILIDAE	<i>Thamnophilus melanonotus</i>	0,5	0	0	0
THAMNOPHILIDAE	<i>Formicivora grisea</i>	2,0	0	0	0
THAMNOPHILIDAE	<i>Synallaxis candei</i>	0,3	3	0	0
FURNARIIDAE	<i>Dendroplex picus</i>	0,2	0	0	0
FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>	0,2	11	0	0
TYRANNIDAE	<i>Sublegatus arenarum</i>	0,3	0	0	0
TYRANNIDAE	<i>Atalotriccus pilaris</i>	1,3	0	0	0
TYRANNIDAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	1,0	0	0	0
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	0,7	0	0	0
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0,0	4	3	4
TYRANNIDAE	<i>Machetornis rixosa</i>	0,0	0	0	3
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6,0	11	4	4

TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0,0	0	2	8
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus dominicensis</i>	0,0	0	0	10
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1,0	0	0	0
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0,5	0	0	0
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	0,0	0	0	1
TROGLODYTIDAE	<i>Campylorhynchus griseus</i>	0,0	7	7	9
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila plumbea</i>	4,0	2	17	3
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	6,7	19	32	3
THRAUPIDAE	<i>Eucometis penicillata</i>	0,3	0	0	0
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	0,0	0	0	2
THRAUPIDAE	<i>Coereba flaveola</i>	2,5	7	21	3
THRAUPIDAE	<i>Tiaris bicolor</i>	6,7	0	0	0
THRAUPIDAE	<i>Saltator coerulencens</i>	0,0	0	0	3
THRAUPIDAE	<i>Sicalis flaveola</i>	0,0	0	1	0
THRAUPIDAE	<i>Sporophila bouvronides</i>	0,2	0	0	0
THRAUPIDAE	<i>Sporophila intermedia</i>	0,0	0	2	0
THRAUPIDAE	<i>Sporophila minuta</i>	0,0	0	3	0
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	0,5	8	22	1
PARULIDAE	<i>Dendroica petechia</i>	0,3	3	5	1
PARULIDAE	<i>Protonotaria citrea</i>	0,0	0	0	3
ICTERIDAE	<i>Icterus nigrogularis</i>	6,7	16	10	4
ICTERIDAE	<i>Quiscalus lugubris</i>	0,0	24	0	32
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia lanirostris</i>	0,2	0	0	1
Número total de individuos		179,3	198	269	212
Número total de especies		45	24	27	32

Fuente: elaboración propia