



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

TEMA:

**EFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y EL USO DEL SUELO
SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES PARA ESTABLECER EL
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA
MACHE CHINDUL, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister en
Biodiversidad y Cambio Climático

Autor

Luis Enrique Carrasco Camacho

Tutora

PhD. Elisa Angélica Bonaccorso
Sánchez

QUITO – ECUADOR

2021

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Luis Enrique Carrasco Camacho, declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre “EFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y EL USO DEL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES PARA ESTABLECER EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA MACHE CHINDUL, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR”, como requisito para optar al grado de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 17 días del mes de mayo de 2021, firmo conforme:

Autor: Luis Enrique Carrasco Camacho

Firma: 

Número de Cédula: 1715205421

Dirección: Pichincha, Quito, California Alta.

Correo Electrónico: luiscarrasco27@gmail.com.

Teléfono: 0997613589

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “EFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y EL USO DEL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES PARA ESTABLECER EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA MACHE CHINDUL, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR” presentado por Luis Enrique Carrasco Camacho, para optar por el Título Magister en Biodiversidad y Cambio Climático.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 17 de mayo del 2021



PhD. Elisa Angélica Bonaccorso Sánchez

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 17 de mayo del 2021



Luis Enrique Carrasco Camacho
1715205421

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “EFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y EL USO DEL SUELO SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES PARA ESTABLECER EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA MACHE CHINDUL, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR”, previo a la obtención del Título de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 31 de mayo del 2021



PhD. Cristian Javier Melo González
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



PhD. Elisa Angélica Bonaccorso Sánchez
TUTORA



PhD. Sofía Verónica Carvajal Endara
EXAMINADORA

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a la conservación de los bosques tropicales. A toda mi familia y especialmente a mi querida hija.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, a Elisa Bonaccorso por su tutoría y excelente enseñanza durante todo el proceso de esta tesis, a Jordan Karubian y Renata Duraes por todas sus valiosas instrucciones, y la beca otorgada para el financiamiento del estudio, a Cristian Melo y Sofía Carvajal por su guía como examinadores de la presente tesis. A la Fundación para la Conservación de los Andes Tropicales (FCAT) quienes permitieron el desarrollo de mi tesis en su reserva. A Augusto Sola, Janeth Santiana, Esteban Guevara, Mike Ellis y Beky Carrasco por toda su ayuda y conocimiento compartido.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO GENERAL	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	5
Objetivos	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II	9
MATERIALES Y MÉTODOS	9
CAPÍTULO III.....	17
RESULTADOS.....	17
CAPÍTULO IV.....	24
DISCUSIÓN	24

CAPÍTULO V	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	27
LITERATURA CITADA.....	29
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Horario de muestreo en cada punto de conteo en la temporada climática de invierno y verano en los diferentes usos de suelo (F = Bosque; C = Cultivos de cacao; A = Pastizales; PC = Punto Conteo).....	13
Tabla 2. Datos de diferentes registros por uso de suelo.....	18
Tabla 3. Registros en cada uso de suelo de las especies en diferentes categorías de amenaza a nivel nacional y global, así como las especies migratorias.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio en la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) y la Reserva FCAT, al noroccidente del Ecuador, en la provincia de Esmeraldas.	10
Figura 2. Mapa de la ubicación de los puntos de conteo en los diferentes usos de suelo en el área de estudio.....	14
Figura 3. Número total de especies registradas (riqueza) en los diferentes usos de suelo (sumando los diferentes puntos de conteo para cada tipo de uso de suelo).	18
Figura 4. Número de especies (riqueza) registrada en cada punto de conteo en los diferentes usos de suelo.....	19
Figura 5. Promedio y error estándar del número de especies en cada tipo de uso de suelo.	19
Figura 6. Gráfico NMDS muestra una clara diferenciación de las comunidades de aves en los diferentes tipos de hábitat cacao (rojo), pasto (amarillo) y bosque (azul) en la Reserva Mache Chindul al noroccidente de Ecuador.	20
Figura 7. Gráfico CCA muestra que la composición de especies de las unidades de muestreo en bosque están definidas por las variables; altura del dosel, cobertura del dosel y la presencia de árboles con DAP mayor a 10 y 50 cm. Mientras que la composición de las unidades de muestreo en cacao y pastizales, están influenciadas ligeramente por la menor elevación y menor pendiente (Figura 7).	21
Figura 8. Gráfico CCA muestra que la interacción de variables ambientales y fisionómicas, establecen la composición entre usos de suelo, sin embargo, existen especies que son generalistas y por tanto están presentes en los tres usos de suelo.	22
Figura 9. Curva de acumulación de especies, la misma que representa el número de especies registradas frente al esfuerzo de muestreo utilizado. En este caso la asíntota a pesar de presentar una pendiente positiva se puede ver claramente que ya se registró la riqueza representativa de la zona muestreada....	23

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCION DE POSGRAGO
MAESTRIA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

**EFFECTOS DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y EL USO DEL SUELO
SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS AVES PARA ESTABLECER EL
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA
MACHE CHINDUL, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR**

AUTOR: Lcdo. Luis Enrique Carrasco Camacho

TUTOR: PhD. Elisa Angélica Bonaccorso Sánchez

RESUMEN EJECUTIVO

La intervención antrópica sobre los recursos naturales ha causado diversos impactos a nivel global, tal como el cambio del uso de suelo. Este cambio sucede principalmente por el remplazo de la vegetación natural, como los bosques, por áreas agrícolas y ganaderas. Consecuentemente, estos cambios afectan a la biodiversidad y sus interacciones ecológicas, incluyendo la polinización y dispersión de semillas. En Ecuador, una de las zonas más impactadas por la deforestación es el noroccidente del país, principalmente en la provincia de Esmeraldas, en donde se distribuye parte de la región biogeográfica del Chocó. El Chocó se caracteriza por su alta biodiversidad, pero al mismo tiempo es una zona poco estudiada y altamente amenazada por el cambio de uso de suelo. En el presente estudio investigué la avifauna mediante el método puntos de conteo para cuantificar la diversidad y composición de las comunidades de aves en tres tipos uso de suelo: bosque, cultivos de cacao CCN51 y pasto. Mis datos demostraron que los tres tipos de usos de suelo no varían en términos de diversidad (riqueza) de especies, pero que hay diferencias significativas en términos de la composición de las comunidades. Este trabajo sugiere que los bosques no presentan la mayor riqueza de especies, pero presentan especies amenazadas y especies que juegan un rol importante en la ecología y funcionalidad.

PALABRAS CLAVE: Chocó, deforestación, riqueza, composición.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCION DE POSGRAGO
MAESTRIA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**THEME: EFFECTS OF HABITAT STRUCTURE AND LAND USE ON
BIRD DIVERSITY TO ESTABLISH THE CONSERVATION STATUS OF
THE MACHE CHINDUL ECOLOGICAL RESERVE, PROVINCE OF
ESMERALDAS, ECUADOR**

AUTHOR: Lcdo. Luis Enrique Carrasco Camacho

TUTOR: PhD. Elisa Angélica Bonaccorso Sánchez

ABSTRACT

Anthropogenic intervention on natural resources had caused several impacts at a global level, like land use change. This change is mainly due to the replacement of natural vegetation such as forests by agricultural and livestock areas. Consequently, these changes affect biodiversity and its ecological interactions as pollination and seed dispersal. In Ecuador, one of the most affected areas by deforestation is the northwestern part of the country, mainly the province of Esmeraldas, where part of the Chocó biogeographic region is located. The Chocó is characterized by its high biodiversity but at the same time it is a little studied area. In the present study I focused on avifauna, using the point-count method to quantify the diversity and composition of bird communities in three types of land use: forest, cacao crops and pasture. My data showed that the three land use types do not vary in terms of species diversity (richness) but that there are significant differences in terms of community composition. This work suggests that forests do not have the highest species richness, but do have threatened species and species that play an important role in ecology and functionality.

KEYWORDS: Chocó, deforestation, richness, composition

(FIRMA Y SELLO DEPARTAMENTO DE IDIOMAS)

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La intervención antrópica sobre los recursos naturales ha causado fuertes impactos, como la deforestación para aprovechar recursos maderables o el cambio de la matriz del uso de suelo para la agricultura y ganadería (Rodríguez-Echeverry y Leiton, 2021; Soares et al., 2021). Estos cambios producen efectos negativos sobre la cobertura vegetal y a su vez esto tiene efectos sobre la vida silvestre y la disponibilidad de los recursos (Blowes et al., 2019). Esta situación ocasiona la interrupción de procesos ecológicos y causa problemas en la dispersión de semillas, la regeneración de los ecosistemas, el control natural de plagas, entre otros (Brown, 1984; Cárdenas et al., 2003; Peter et al., 2015; Seminario et al., 2017; Soares et al., 2021; Walter et al. 2017a). Estos cambios afectan a las aves, influyendo directamente sobre la diversidad y composición de las especies, entre otros factores (Blowes et al., 2019; García et al., 2014; Soares et al., 2021).

La deforestación es un problema a nivel global. Según la FAO (2020), en el mundo existen 4060 millones de hectáreas de bosque (31% de la superficie total de la tierra), pero se han perdido 178 millones de hectáreas, solo entre 1990 y 2020. Para el periodo 2010–2020, África y Sudamérica presentaron las tasas más altas de pérdida neta de bosque (3,9 y 2,6 millones de ha, respectivamente). Dentro de Sudamérica, en Ecuador, a pesar de ser uno de los países con mayor biodiversidad por kilómetro cuadrado, es el país que presenta una de las tasas más altas de deforestación. El Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017) reportó la deforestación neta anual promedio, como se resume a continuación: 1990–2000, 92.742 ha/año; 2000–2008 77.748 ha/año; 2008–2014, 47.497 ha/año; y 2014–2016, 61.112 ha/año. Frente a esta situación, entender el impacto de la deforestación en los patrones de diversidad y composición de comunidades de

aves es una prioridad.

En el contexto del cambio de la cobertura vegetal durante las últimas décadas, han surgido algunas tendencias preliminares. En un reciente e influyente artículo publicado en la revista *Science*, Blowes et al. (2019) utilizaron de la base de datos Bio TIME, para analizar 239 estudios locales independientes de todo el mundo. Este análisis permitió establecer una serie temporal para comparar los cambios en la diversidad y la composición de las comunidades de varios grupos taxonómicos en todo el planeta. Confirmando los resultados de múltiples estudios pequeños y con diferentes enfoques, Blowes et al. (2019) encontraron que no había un cambio neto en la diversidad a lo largo del tiempo, pero que sí había cambios significativos en la composición de las comunidades. En otras palabras, aunque el número de especies en sitios específicos no varió con el tiempo, la identidad de esas especies cambió significativamente. Sin embargo, hubo una variación considerable entre sitios, lo que resalta la necesidad de realizar trabajos adicionales para comprender mejor estos procesos en una gama más amplia de tipos de hábitat y grupos taxonómicos.

El noroccidente de Ecuador es un área importante para realizar estos estudios más detallados. Esta área incluye parte de la región biogeográfica del Chocó, que se extiende por la costa del Pacífico desde Panamá hasta el noroccidente de Ecuador, principalmente en la provincia de Esmeraldas (García et al., 2014). La región biogeográfica del Chocó es considerada como una de las zonas más diversas y con mayor número de endemismos del mundo, registra aproximadamente 60 especies de aves endémicas (Freile y Restall, 2018), de las cuales 31 se distribuyen en Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006; Stattersfield et al., 1998), pero también ha perdido una gran proporción de su vegetación natural (Myers, 1988). Consecuentemente, es uno de los puntos calientes (*hotspots*) de biodiversidad del planeta (Cook et al., 2020; Myers, 2000). Específicamente en Ecuador, la región del Chocó es una de las zonas más amenazadas por la deforestación y la fragmentación de los bosques (Durães et al., 2013; García et al., 2014; Van der Hoek, 2017). Según el reporte de Ministerio del Ambiente (2017), la provincia de Esmeraldas posee la tasa más alta de deforestación bruta anual promedio en Ecuador en el período 1990–2018 (14.365 ha/año), seguida de

Morona Santiago (8.862 ha/año) y Guayas (7.809 ha/año).

Dentro de esta región biogeográfica se encuentra la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH), la misma que está ubicada en las Cordilleras Costeras de Mache y Chindul al noroccidente de Ecuador, en la provincia de Esmeraldas (Carrasco et al., 2013). Esta reserva ocupa 120.00 ha y es parte del sistema nacional de áreas protegidas (SNAP) del Estado (García et al., 2014; MAE, 2014; Van der Hoek, 2017). En la zona sur de la REMACH convergen la región biogeográfica del Chocó (caracterizada por sus bosques húmedos tropicales) y la región biogeográfica Tumbesina (caracterizada por sus bosques secos), creándose una zona de transición en cuanto a pluviosidad (Carrasco et al., 2013). Esta ubicación la convierte en una región de alta diversidad (Carrasco et al., 2013; MAE, 2014; Ridgely y Greenfield, 2006). En la REMACH se han registrado 360 especies de aves (263 géneros y 51 familias), 1346 especies de plantas (14% endémicas), 37 especies de anfibios y 72 especies de reptiles (Carrasco et al., 2013; Cerón et al., 2010; García et al., 2014; MAE, 2005; MAE, 2013; MAE, 2014; Ortega-Andrade et al., 2010). De las 360 especies de aves registradas, 14 se encuentran amenazadas a nivel mundial, 8 son endémicas del Chocó y 16 son migratorias (Carrasco et al., 2013). En la parte sur de la REMACH también se han registrado 15 especies de aves endémicas Tumbesinas (Carrasco et al., 2013; Freile y Restall, 2018; Ridgely y Greenfield, 2006). Gracias a su alta biodiversidad de aves, la REMACH es una de las áreas consideradas de alta Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS o IBAS por sus siglas en inglés) (Santander et al., 2009).

La REMACH fue declarada como Reserva Ecológica por el Estado Ecuatoriano en 1992, a pesar que en su interior ya habitaban aproximadamente 6000 personas, de las cuales la mayoría (65%) se identifican como “colonos” o mestizos (MAE, 2005). El 17% de estas personas pertenecen a la Nacionalidad Chachi y un porcentaje menor pero indeterminado pertenecen a la nacionalidad Afro Ecuatoriana (MAE, 2005; Van der Hoek, 2017), dejando ver que la apropiación del territorio étnico es bajo. A partir de la declaratoria la inmigración de las personas hacia la REMACH disminuyó, a diferencia de la migración que ha incrementado especialmente en los jóvenes (MAE, 2005). Estos fenómenos

ocurren principalmente por la desatención del gobierno y las complicaciones con la legalización de tierras dentro de un área protegida. Consecuentemente, existe incremento en la pobreza, abandono de territorio, invasiones, en los grupos étnicos pérdida de identidad y manifestaciones culturales. Esto ha ocasionado que la REMACH sea una de las áreas protegidas con mayor porcentaje de deforestación (MAE, 2017; Van der Hoek, 2017). Para contrarrestar este problema, algunas organizaciones han creado reservas privadas al interior de la REMACH, para apoyar la conservación de los pocos remanentes de bosque que se mantienen (Freile y Santander, 2005). Algunos ejemplos son la Reserva de la Fundación para la Conservación de los Andes Tropicales (FCAT) y la Reserva Biológica Bilsa.

Las altas tasas de deforestación dentro de la REMACH producen cambios en el uso de suelo a escala local y regional, generando un paisaje que contiene diferentes tipos de vegetación y niveles de sucesión ecológica (Durães et al., 2013; González-Martínez del Campo et al., 2019; Van der Hoek, 2017). En realidad, se trata de un mosaico de vegetación afectado por la fragmentación forestal, los cambios en la estructura del hábitat y el paisaje, los cambios en el entorno físico y biogeográfico, así como la disrupción en la flora y fauna (Durães et al., 2013; González-Martínez del Campo et al., 2019; Saunders et al., 1991). La fragmentación forestal es el proceso de transformación a gran escala de un paisaje boscoso hacia uno de remanentes en parches aislados de una matriz de hábitats, lo cual constituye una de las principales causas de la pérdida de diversidad biológica en todo el mundo (Durães et al., 2013; Gallo-Cajiao e Idrobo-Medina, 2004; Kattan y Murcia, 2003; Püttker et al., 2020). Sin embargo, en algunos casos, la alteración intermedia que producen pequeños disturbios dentro de las matrices con vegetación en buen estado de conservación suelen aumentar la diversidad, algo que puede ocurrir también con la heterogeneidad del paisaje, como sucede en los modelos agroforestales (Connell, 1978; Grime, 1973; Zasadil et al., 2020).

Las aves son un grupo sensible que responde a estos cambios del hábitat, que se traducen en diferentes respuestas dependiendo del grupo y la capacidad de adaptación (Canterbury et al., 2000). Así es posible determinar grupos o especies indicadoras de diferentes usos de suelo o hábitats (O'Dea y Whittaker, 2006). Esto

se debe a que ocupan varios niveles tróficos en los ecosistemas, tienen una amplia distribución, cumplen roles importantes en las interacciones ecológicas como la polinización y la dispersión de semillas, y son sensibles a los cambios en el ambiente (Durães et al., 2013; Parra, 2014; González-Martínez del Campo et al., 2019).

Aunque se han desarrollado estudios en varias zonas del mundo relacionados con el cambio del uso de suelo y su efecto sobre la biodiversidad, los trópicos a pesar de ser una de las zonas más diversas, sigue siendo una de las menos estudiadas (Blowes et al., 2019). Por otro lado, hacen falta estudios actualizados en taxones específicos como las aves (Cook et al., 2020), estos nos ayudarían a mejorar el conocimiento en la influencia de los factores biogeográficos y antropogénicos sobre las comunidades de aves, así como la conversión de hábitat en un contexto de paisaje y los efectos del aislamiento de las poblaciones de aves en fragmentos de bosque (Cook et al., 2020; Graham y Blake, 2001; Kattan y Murcia, 2003; Püttker et al., 2020; Walter et al., 2017a; Zasadil et al., 2020).

Justificación

Estudios realizados en diferentes países de Centro y Suramérica, reportan la importancia de mantener la estructura y remanencia de árboles en los diferentes usos de suelo, para la conservación de especies de aves generalistas que aportan a una alta diversidad y de aquellas especies especialistas propias de hábitats específicos, como los bosques bien conservados (Cárdenas et al., 2003; Martínez-Bravo et al., 2003; Ramírez, 2010; Vilchez et al., 2004). Así, por ejemplo, un estudio realizado en Colombia (Martínez-Bravo et al., 2003) en parches con cinco diferentes usos de suelo, desde bosques secundarios y cultivos diversificados hasta pastizales, determinó que la densidad de árboles es importante para mantener la diversidad de aves, sobre todo las de estratos medios y bajos. Este estudio también reportó mayor diversidad de aves en sistemas silvopastoriles, en contraste con lo encontrado en los pastizales. Los estudios realizados en Centro América, como los de Ramírez (2010) en México, Vilchez et al. (2004) en Nicaragua y Cárdenas et al. (2003) en Costa Rica, registraron que la

fragmentación de los bosques por los cambios del uso de suelo han tenido una influencia negativa en la riqueza, abundancia, diversidad y composición de avifauna. Los resultados de estos estudios fueron contundentes en sustentar que la conservación de la cobertura arbórea, tanto en bosques naturales como fragmentos, es de alta importancia para mantener la riqueza y abundancia de las aves. Esta tendencia se mantiene incluso tomando en cuenta fragmentos con matrices de uso de suelo con alta degradación, como los potreros (Cárdenas et al., 2003). Adicionalmente, los autores citados tanto para los estudios en Centroamérica como para Colombia, reflejan que mantener los sistemas de remanencia boscosa es primordial para apoyar la conservación de los gremios más abundantes reportados en los mismos, como los insectívoros, frugívoros y nectarívoros (Cárdenas et al., 2003; Martínez-Bravo et al., 2003; Ramírez, 2010; Vilchez et al., 2004).

Los patrones reportados en estudios de Colombia y Centroamérica son similares a los reportados para Ecuador. Por ejemplo, el estudio realizado por Walter et al. (2017a), sugiere que es predecible una mayor riqueza de aves de mayor tamaño en sistemas de uso de suelo con mayor cobertura arbórea. Esto es relevante, tomando en consideración que las aves de mayor tamaño son especies clave en la dispersión de semillas y son objeto de cacería por humanos. Por otro lado, Walter et al. (2017b) en un estudio realizado con aves nocturnas en un paisaje del Chocó Ecuatoriano al noroccidente del Ecuador, demuestran que los fragmentos con mayor tamaño y cobertura boscosa son los mejores hábitats para una mayor diversidad de búhos, chotacabras y puntepalos (Strigidae, Caprimulgidae y Nyctibiidae). Otro estudio enfocado en las aves terrestres realizado por Cook et al. (2020) en el mismo lugar al noroccidente del Ecuador, documentó que la cobertura forestal circundante y la elevación eran importantes predictores de la riqueza de especies de aves.

Finalmente, un estudio realizado en la región biogeográfica del Chocó ecuatoriano por Durães et al. (2013) en el que se analizaron la fragmentación y la calidad de los bosques (clasificados de acuerdo a intensidad de disturbio), documentó que la riqueza de especies de aves aumenta con el disturbio, pero disminuye con la pérdida de hábitat o fragmentación. Este estudio reportó una

reducción de hasta el 75% de especies endémicas y amenazadas de aves en fragmentos en comparación con los bosques continuos (Durães et al., 2013). También demostró que la reducción en la riqueza fue más pronunciada en los fragmentos de bosque secundarios, lo que sugiere que el disturbio y la pérdida de hábitat interactúan sinérgicamente para reducir al máximo la biodiversidad de la avifauna. También determinó que el 59% de las especies de aves registradas podrían ser especies indicadoras de bosques contiguos en un paisaje y, en contraste, no encontraron especies indicadoras para fragmentos de vegetación en la REMACH (Durães et al., 2013). Este estudio mostró que los fragmentos de bosque con poco disturbio, rodeados de bosques continuos, pueden mantener altos niveles de biodiversidad.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar la estructura del paisaje y sus diferentes usos de suelo, lo cual ayuda a una adecuada planificación de su conservación. Esta visión permite identificar prioridades de conservación dentro de los paisajes fragmentados, especialmente la retención de árboles y la restauración para alcanzar altos niveles de cobertura arbórea en áreas entre parches forestales para aumentar su conectividad (Rodríguez-Echeverry y Leiton, 2021). Por otro lado, la funcionalidad de los remanentes de bosques, la conectividad y la conservación de las especies no dependen solamente del asegurar la mayor cobertura de árboles, sino también en reducir los disturbios en la estructura del hábitat. Estas variables pueden influir en los patrones de visita de las aves y a su vez pueden afectar los patrones de reclutamiento subsiguientes en algunas especies de flora como los árboles (Graham, 2006).

Como se mencionó anteriormente, la REMACH y las reservas privadas en su interior, como FCAT, son excelentes sistemas para estudiar el efecto del uso de suelo sobre la diversidad y composición de especies de aves, debido a su ubicación en el centro de la región biogeográfica del Chocó ecuatoriano y la alta variabilidad del uso de suelo (Cook, et al., 2020). Hasta la fecha, se han realizado algunos estudios en bosques tropicales (Cárdenas et al., 2003; González-Martínez del Campo et al., 2019; Martínez-Bravo et al., 2013; Ramírez, 2010; Vilchez et al., 2004) y particularmente unos pocos en la REMACH (Cook et al., 2020; Durães et al., 2013; Walter et al., 2017a; Walter et al., 2017b) que han permitido

comprender cómo la diversidad de las aves es afectada por la estructura del bosque y el tipo de uso de suelo. Sin embargo, hacen falta investigaciones más detalladas como la biología de especies en categorías de amenaza, distribución y densidad de especies, interacciones ecológicas, entre otros, que aporten a mejorar el nivel de conocimiento. Así las autoridades ambientales podrán tener mejores herramientas que apoyen al argumento de un mejor manejo en la conservación de estos ecosistemas, que por ahora son sometidos a altas presiones como la deforestación por tala ilegal.

Objetivos

Con este antecedente la presente investigación plantea los siguientes objetivos generales y específicos.

Objetivo general

Determinar los efectos de la estructura del hábitat y el uso del suelo sobre la diversidad y composición de las comunidades de aves para establecer el estado de conservación de la Reserva Ecológica Mache Chindul, Provincia de Esmeraldas, Ecuador.

Objetivos específicos

- Determinar cómo afectan los diferentes usos de suelo (bosque, cultivos de cacao y pasto) a la diversidad de especies de aves.
- Determinar cómo afectan los diferentes usos de suelo (bosque, cultivos de cacao y pasto) en la composición de especies de aves.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló al interior de la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) en la región biogeográfica del Chocó, al noroccidente del Ecuador ($0^{\circ}47'0''N$, $79^{\circ}78'0''W$) (Figura 1). El gobierno ecuatoriano creó la REMACH en 1996 con un territorio aproximado de 120.000 ha, por donde se extiende de norte a sur la cordillera de Mache-Chindul con un rango altitudinal entre los 200 hasta 600 m s.n.m. Políticamente, la reserva está ubicada entre los cantones Quinindé, Atacames, Esmeraldas y Muisne (provincia de Esmeraldas) y el cantón Pedernales (provincia de Manabí) (Carrasco, Cook y Karubian, 2008; MAE, 2005; MAE, 2014). El estudio se concentró en la Reserva de la Fundación para la Conservación de los Andes Tropicales (FCAT) ($0^{\circ}22.387' N$, $79^{\circ}39.919' W$) de aproximadamente 590 hectáreas. Esta reserva presenta una matriz heterogénea de uso de suelo, pero mayormente con bosques primarios y alterados (Figura 1).

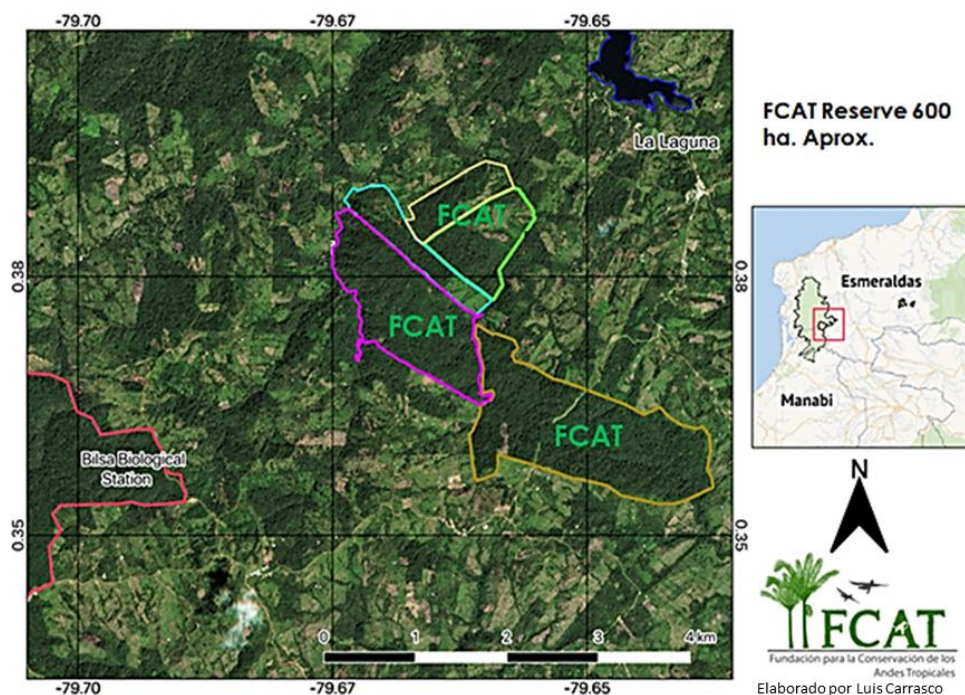


Figura 1. Mapa del área de estudio en la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) y la Reserva FCAT, al noroccidente del Ecuador, en la provincia de Esmeraldas.

La REMACH se caracteriza por paisajes con pocos remanentes de bosques continuos, una mayor cantidad de bosques fragmentados, amplios monocultivos de palma de aceite, pastizales, cacao y otros usos de suelo (MAE, 2005; MAE, 2014). Climáticamente, se caracteriza por la presencia constante de neblina y garúa, especialmente al sur de la reserva (MAE, 2005). Para el año 2004, los remanentes de vegetación continua representaban aproximadamente el 48% (56.874 ha) del total de la REMACH y se encontraban principalmente en territorio Chachi, la Estación Biológica Bilso, la zona de Muisne y Galera (MAE, 2005).

La vegetación de la REMACH está caracterizada por bosques estacionales y siempreverdes en las partes bajas, hasta bosques con características de selva nublada en la parte alta de la cordillera sobre los 400 m.s.n.m. Estos bosques se caracterizan por una precipitación media anual de 1500 a 3000 mm y una temperatura media que oscila entre 23 y 26°C (MAE, 2013). En esta zona encontramos dos períodos estacionales marcados, la época de lluvia o invierno (enero a junio) y la época seca o verano (julio a diciembre) (Carrasco et al., 2013).

Estas condiciones influyen sobre la riqueza y diversidad de especies de aves, así como la abundancia relativa de los gremios alimenticios presentes en la zona (Durães et al., 2013).

En este escenario, el presente estudio se plantea responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Los diferentes usos o cobertura de suelo (bosque, cultivos de cacao y pasto) tendrán influencia sobre la diversidad y la composición de la comunidad de aves en la REMACH? De la cual se derivan las siguientes hipótesis: La diversidad no varía por efectos del cambio de la cobertura del suelo, mientras que la composición de la comunidad de aves si varía fuertemente entre los tipos de cobertura de suelo.

Diseño de muestreo

Para responder la pregunta de investigación, se realizaron muestreos en la zona suroeste de la REMACH, en donde se seleccionaron tres tipos de usos de suelo (bosques, monocultivos de cacao y pastizales). Los bosques seleccionados son áreas con cobertura vegetal bien conservada a pesar que existió tala selectiva hace más de 30 años. El cacao son áreas de monocultivos con dominancia de la variedad CCN-51 y sin sombra. Los pastizales son áreas abiertas y en algunos casos con escasos árboles que constituyen las cercas vivas. En cada tipo de uso de suelo se establecieron cinco sitios de muestreo, obteniendo un total de 15 sitios. Se intentó seleccionar sitios con distancias significativas entre cada uno para mantener la independencia de las unidades de muestreo. Sin embargo, al examinar la ubicación de los sitios encontramos, que hay varios con distancias cortas (85 metros aprox.) en los cultivos de cacao y pasto especialmente. Esto se debe a que son propiedades privadas y el acceso dependía de la autorización de los propietarios y la accesibilidad logística. A pesar de la posibilidad de autocorrelación espacial de estos sitios, se mantuvo de cierto modo la independencia, al ser cultivos con manejo distintos por pertenecer a diferentes dueños.

En los sitios seleccionados se estableció el muestreo por puntos de conteo, que es uno de los métodos comúnmente utilizados para registrar aves (Bibby et al., 1998). En cada sitio se utilizaron registros visuales y auditivos para obtener el

número especies e individuos de las aves (Bibby et al., 1998; Blake, 2021; Ralph et al., 1996).

Descripción del muestreo

Los muestreos se realizaron en febrero (invierno) y julio (verano) del 2020. En cada punto de conteo permanecí 10 min y registré las aves de modo visual con binoculares (10×42) en un radio de 30 m. Al mismo tiempo, operé una grabadora digital (Tascam DR-07mkII) que incluye dos micrófonos ajustables para los registros auditivos. Esta aproximación me permitió realizar una revisión posterior de las especies que no logré identificar *in situ*, comparando las grabaciones obtenidas con los cantos publicados de las aves de Ecuador (i.e., Bibby et al., 1998; Blake, 2021; Guevara et al., 2011; Ralph et al., 1996). La identificación de aves en el campo se respaldó con guías bibliográficas especializadas (i.e., Freile y Restall, 2018; McMullan y Navarrete 2017; Ridgely y Greenfield, 2006). Para los reportes taxonómicos se siguió la lista propuesta por el Comité Suramericano de Clasificación (South American Classification Committee, SACC; Remsen et al., 2020).

Inicié el registro de las aves desde las primeras horas de la mañana (coro del alba) hasta las 10 am, aproximadamente. Intenté muestrear ocho puntos en cada mañana, cuando las condiciones climáticas fueron favorables (Guevara et al., 2011). No incluí las aves que se encontraron sobrevolando el área a gran altura como gallinazos o vencejos, ya que son especies que se desplazan grandes distancias y su presencia no necesariamente implica que están utilizando el hábitat (Guevara et al., 2011).

De este modo, logré completar el muestreo de los 15 puntos en 2 días y realicé dos repeticiones de cada uno. Esto permitió obtener tres réplicas por punto en verano (45 puntos) y en invierno (45 puntos), obteniendo un total de 90 puntos muestreados. Planifiqué los horarios para los registros de los 15 puntos de conteo y las respectivas repeticiones de tal manera que todos los puntos de los diferentes usos de suelo tuvieron la misma oportunidad de registro en los diferentes horarios establecidos (Tabla 1).

Tabla 1. Horario de muestreo en cada punto de conteo en la temporada climática de invierno y verano en los diferentes usos de suelo (F = Bosque; C = Cultivos de cacao; A = Pastizales; PC = Punto Conteo).

Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6	
Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin	Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin	Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin	Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin	Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin	Nº Punto Conteo	Hora inicio - fin
F1PC1	7:00 - 7:10	A1PC9	7:00 - 7:10	F3PC7	7:00 - 7:10	C1PC12	7:00 - 7:10	A5PC5	7:00 - 7:10	C4PC15	7:00 - 7:10
F2PC2	7:20 - 7:30	A2PC10	7:20 - 7:30	F4PC8	7:20 - 7:30	A6PC11	7:20 - 7:30	F5PC6	7:20 - 7:30	C3PC14	7:20 - 7:30
A3PC3	7:40 - 7:50	C4PC15	7:40 - 7:50	F5PC6	7:40 - 7:50	C2PC13	7:40 - 7:50	F1PC1	7:40 - 7:50	C1PC12	7:40 - 7:50
A4PC4	8:00 - 8:10	C2PC13	8:00 - 8:10	A5PC5	8:00 - 8:10	C3PC14	8:00 - 8:10	F2PC2	8:00 - 8:10	A6PC11	8:00 - 8:10
A5PC5	8:20 - 8:30	C3PC14	8:20 - 8:30	A4PC4	8:20 - 8:30	C4PC15	8:20 - 8:30	F4PC8	8:20 - 8:30	C2PC13	8:20 - 8:30
F5PC6	8:40 - 8:50	C1PC12	8:40 - 8:50	A3PC3	8:40 - 8:50	A2PC10	8:40 - 8:50	F3PC7	8:40 - 8:50	A1PC9	8:40 - 8:50
F4PC8	9:00 - 9:10	A6PC11	9:00 - 9:10	F2PC2	9:00 - 9:10	A1PC9	9:00 - 9:10	A3PC3	9:00 - 9:10	A2PC10	9:00 - 9:10
F3PC7	9:20 - 9:30			F1PC1	9:20 - 9:30			A4PC4	9:20 - 9:30		

Elaborada por Luis Carrasco

Utilizar el método de puntos de conteo permite estudiar los cambios estacionales y anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, los patrones de diversidad y abundancia de las especies. Además, por la comodidad para obtener los registros, es mayor la detección de especies crípticas y escondidas, facilita relacionar la ocurrencia de las aves con las características del uso de suelo, así como optimizar tiempo, logística y presupuesto (Bibby et al., 1998; Mateucci y Colma, 1982; Ralph et al., 1996; Sánchez, 2004).

Previo al muestreo de las aves en los puntos de conteo se levantó la siguiente información:

Tipo de uso de suelo.- En los puntos de conteo se levantó información por observación directa para registrar el tipo de uso de suelo (bosques, cultivos de cacao y pastizales).

Georeferencia de los puntos de conteo.- Se procedió a georeferenciar con la ayuda de un GPS todos los puntos de conteo ubicados en los diferentes usos de suelo, para posteriormente ubicarlos en un mapa (Figura 2).

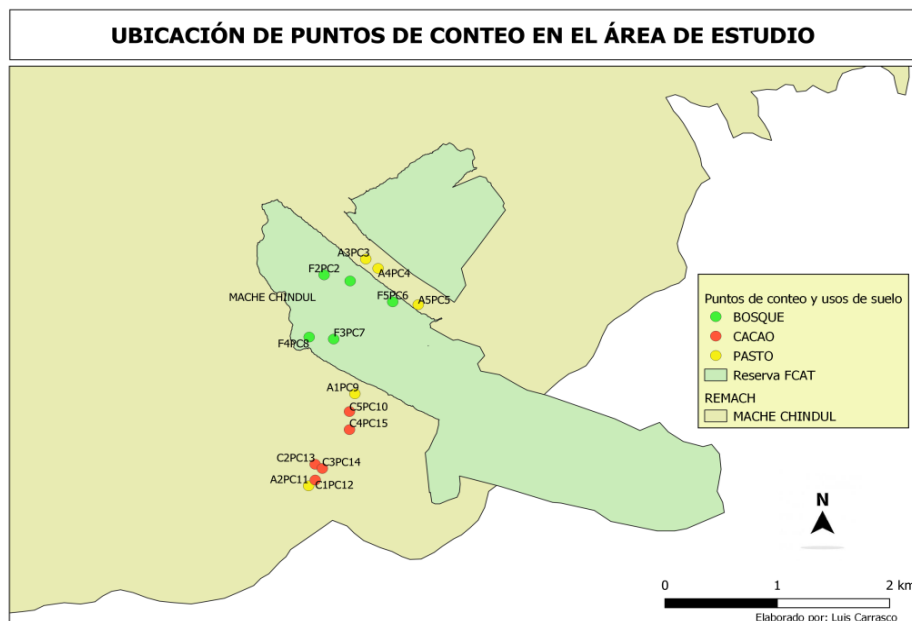


Figura 2. Mapa de la ubicación de los puntos de conteo en los diferentes usos de suelo en el área de estudio.

Registros de especies.- En los diferentes usos de suelo seleccionados para este estudio, se realizaron registros de ocurrencia de las especies, mediante puntos de conteo. Estos datos fueron tabulados en una matriz de datos mediante presencia (1) / ausencia (0) de especies de aves, con la finalidad de utilizar estos datos para los análisis de diversidad y composición de las comunidades de cada tipo de uso de suelo.

Altura del dosel.- En cada punto de conteo se tomó la altura del dosel, usando un clinómetro de medida directa. Internamente este aparato calcula la altura en metros de cada árbol en un radio de 20 metros (el clinómetro calcula la altura en metros desde la base del árbol hasta la parte más alta, la distancia del observador a la base del árbol y la tangente, que es el ángulo en grados desde el ojo del observador hacia la parte más alta del árbol).

Apertura del dosel.- En cada punto de conteo se tomó datos de la apertura del dosel es decir medir la cantidad de luz que ingresa. Para la medición se utilizó un densiómetro cóncavo modelo C (43888), el mismo se colocó a una altura constante de 1,30 m, y se tomó la lectura a 30 cm del investigador con el fin que no se refleje su cabeza en el espejo cóncavo con una cuadrícula de 24 cuadros.

Cada cuadro se subdivide imaginariamente en cuatro subcuadros y se cuenta la cantidad de subcuadros que tienen luz y no los que reflejan la vegetación. Esta lectura se realizó en los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) con la ayuda de una brújula. El resultado numérico se promedia y luego el valor único se multiplica por la constante 1,04 propia del densiómetro (FAO, 2015; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

DAP de árboles.- Se registraron los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 en un radio de 10 m y diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 50 en un radio de 20 m. Este método es una modificación del método punto centro cuadrado mencionado por Mostacedo y Fredericksen (2000).

Pendiente.- En el centro de cada punto de conteo siguiendo la dirección hacia la cual exista una pendiente, se calculó la pendiente del terreno con la ayuda de un clinómetro.

Análisis de datos

En primera instancia, se hizo una exploración preliminar de los datos. Esta exploración se realizó de forma numérica y de forma gráfica (Sánchez, 2004; Zuur et al., 2010), lo que permitió identificar datos atípicos, vacíos, de valor cero, entre otros, que provocan problemas comunes en estadística. Adicionalmente, se analizó la forma y distribución de las variables de estudio, y se resumieron los datos en base a las medidas de dispersión y tendencia central.

Para medir la diversidad se utilizó la riqueza de especies, definida como el número acumulado de especies por sitio. Esta es una de las medidas más conservadoras de la diversidad y se utilizó en lugar de otros índices de diversidad porque no se pudo marcar a los individuos. Al no poder marcar, no se tenía certeza si se estaba registrando al mismo individuo repetidamente en los esfuerzos de muestreo. Luego de confirmar que los datos no requerían transformación de variables porque son normales (prueba de Shapiro Wilk), homogéneos e independientes (prueba de Ji cuadrado) (Ricardi, 2011; Shapiro y Wilk, 1965) se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la riqueza de los tres tipos de usos de suelo estudiados (Moreno, 2001; Wilman et al., 2014). Siguiendo a Colwell (2009) se

realizó una curva de acumulación de especies, la misma que representa el número de especies registradas frente al esfuerzo de muestreo utilizado (Jiménez y Hortal, 2003). También realicé un Análisis canónico de correspondencia CCA.

La composición de la comunidad se comparó entre los tipos de hábitat con un ordenamiento de escala multidimensional (MDS o NMDS) no paramétrica, basada en una matriz de similitud de Bray-Curtis y con los datos transformados con la raíz cuadrada para reducir la contribución de las especies más comunes (Castaño-Villa et al., 2019; Clarke y Warwick, 2001). Se utilizaron Análisis de Similitud (ANOSIM) combinados con pruebas de permutación para comprobar si había diferencias significativas en la composición de la comunidad entre los distintos tipos de uso de suelo (Castaño-Villa et al., 2019); Morante-Filho et al., (2015). Para todos los análisis se utilizó el programa de libre acceso y código abierto Past, (Castaño-Villa et al., 2019; Hammer, Harper, y Ryan, 2001).

CAPÍTULO III

RESULTADOS

En los 15 puntos de conteo de los usos de suelo (bosque, cultivos de cacao y pasto) se logró un total de 45 muestras en cada estación climática, invierno y verano, alcanzando un esfuerzo de muestreo de 6 días (7,5 horas efectivas) en cada época. En los tres usos de suelo se registraron 105 especies de aves, representadas en 93 géneros y 35 familias con un total de 938 individuos registros. Las familias más representativas fueron Tyrannidae (13 especies), Thraupidae (13 especies), Thamnophilidae (8 especies) y Trochilidae (7 especies). Además se registraron siete especies en diferentes categorías de amenaza a nivel nacional siguiendo Freile et al. (2019): dos en categoría en peligro (EN) y cinco en categoría vulnerable (VU). Se registraron cuatro especies en la categoría vulnerable (VU) a nivel global (UICN 2021) y adicionalmente se reportaron dos especies migratorias boreales (Anexo 1).

Como resultados específicos para el conjunto de datos de cada uso de suelo, se documentó que en el bosque y el pasto se registraron el mayor número de especies (riqueza). Mientras los registros de abundancia (número de individuos) presentaron que: los pastos poseen la mayor abundancia de individuos, seguidos del cacao y finalmente del bosque. En cuanto al registro de especies amenazadas a nivel local y global, la mayoría se registraron en el bosque (4 de 4 a nivel global; 7 de 7 a nivel nacional). Las especies migratorias fueron registradas tanto en bosque como en cacao, pero no hubo registros en el pasto (Tabla 2 y Figura 3).

Tabla 2. Datos de diferentes registros por uso de suelo.

Información	Tipos de uso de suelo		
	Bosque	Cacao	Pasto
Número total de especies	54	49	54
Número total de géneros	49	44	50
Número total de familias	26	21	22
Número total de registros	136	169	172
Número de especies amenazadas UICN	4	2	1
Número de especies amenazadas Ecuador	7	1	1
Número de especies migratorias	1	1	0

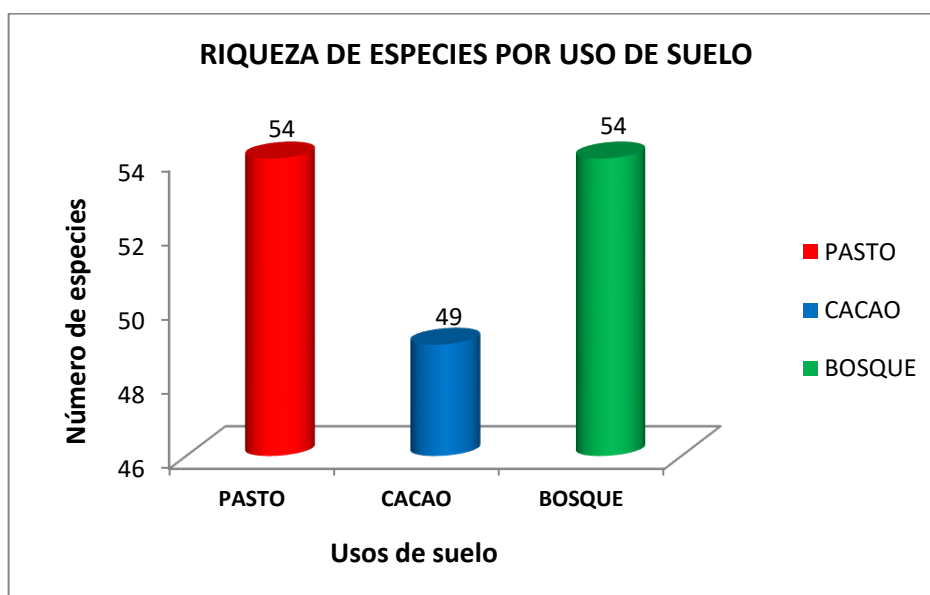


Figura 3. Número total de especies registradas (riqueza) en los diferentes usos de suelo (sumando los diferentes puntos de conteo para cada tipo de uso de suelo).

Al observar los datos individuales en cada punto de conteo de los diferentes usos de suelo, el número de registros de especies fluctuó entre 15 y 24 especies, dado a que cada lugar presentaba condiciones un poco diferentes (Figura 4).

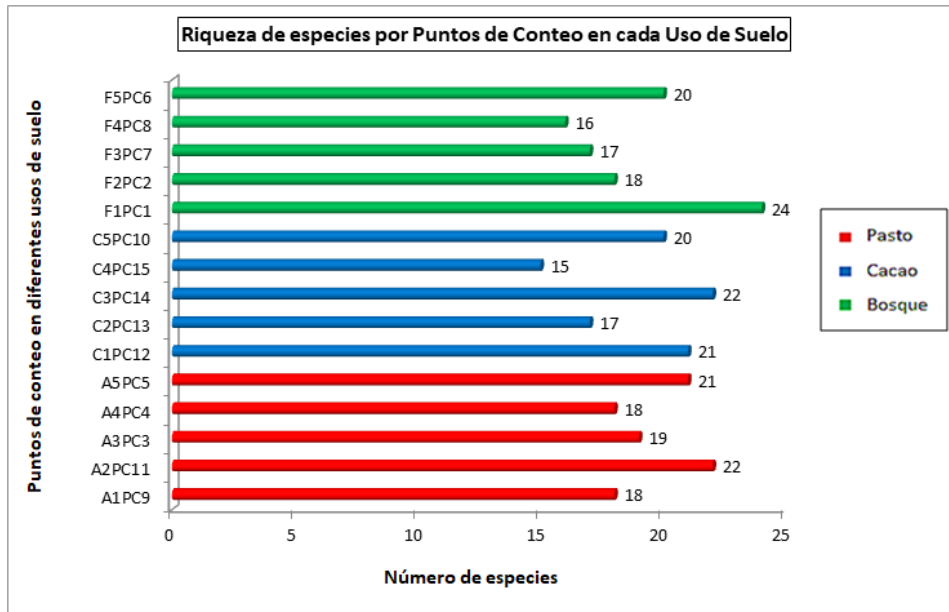


Figura 4. Número de especies (riqueza) registrada en cada punto de conteo en los diferentes usos de suelo.

Al tomar en cuenta los valores promedio por cada uso de suelo (pasto = 19,6; bosque = 19 y cacao = 19), la riqueza de especies no varió significativamente en relación con el uso del suelo (ANOVA $F_{2,12} = 0,083$, $P = 0,921$; Figura 5).

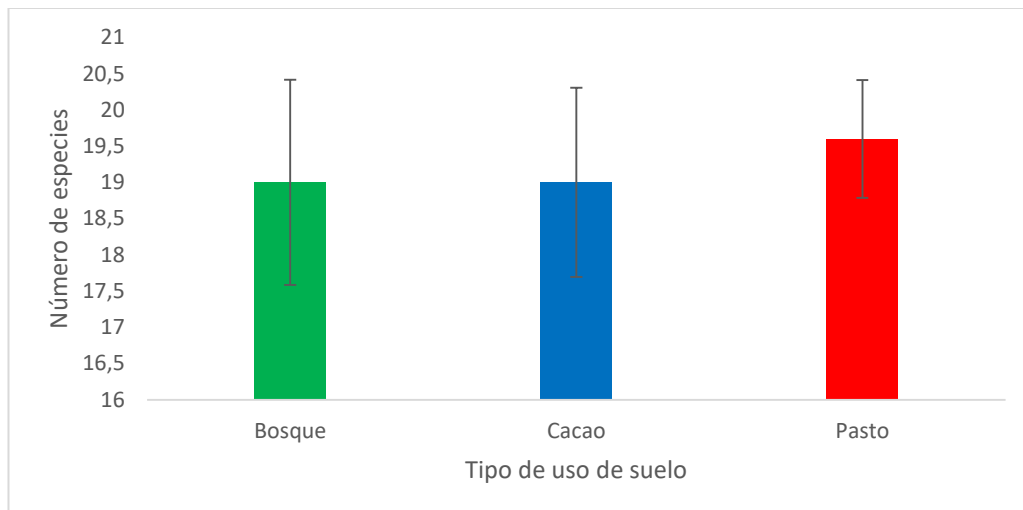


Figura 5. Promedio y error estándar del número de especies en cada tipo de uso de suelo.

En fuerte contraste con lo que ocurrió con la riqueza de especies, la composición de la comunidad de aves varió en relación a los tres tipos de uso de

suelo. El gráfico NMDS muestra una clara diferenciación de las comunidades encontradas en cada tipo de uso de suelo (Figura 6). El análisis ANOSIM confirma que estas tres comunidades son significativamente diferentes en cuanto a su composición de especies ($R = 0,72$; $P = 0,002$).

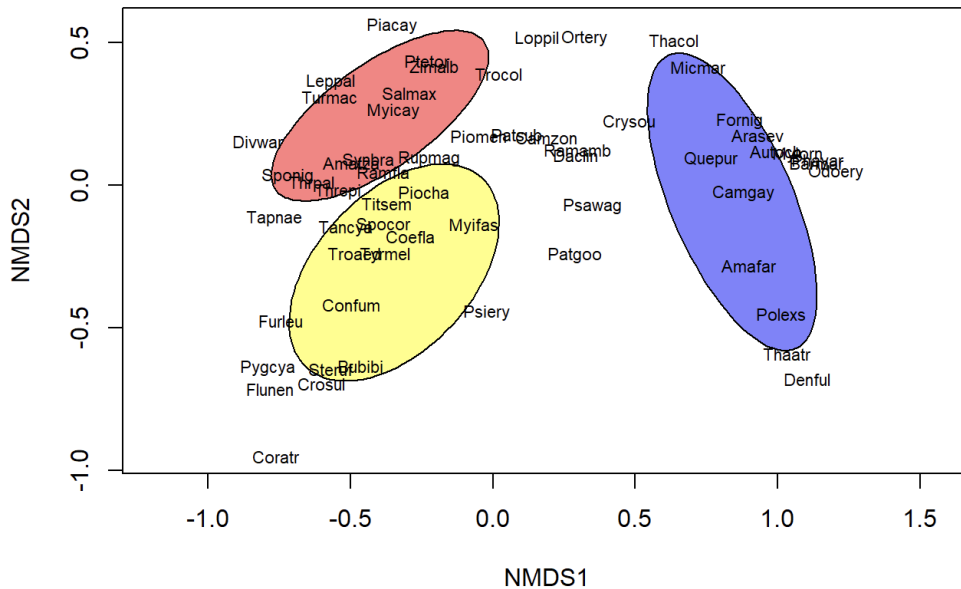


Figura 6. Gráfico NMDS muestra una clara diferenciación de las comunidades de aves en los diferentes tipos de hábitat cacao (rojo), pasto (amarillo) y bosque (azul) en la Reserva Mache Chindul al noroccidente de Ecuador.

Con un análisis canónico de correspondencia (CCA) se conoció que la composición de especies de las unidades de muestreo en bosque están definidas por las variables; altura del dosel, cobertura del dosel y la presencia de árboles con DAP mayor a 10 cm en radios de 10 metros y DAP mayor a 50 cm en un radio de 20 metros. Mientras que la composición de las unidades de muestreo de las plantaciones de cacao y pastizales, están influenciadas ligeramente por la menor elevación y menor pendiente, sin embargo, no es concluyente (Figura 7).

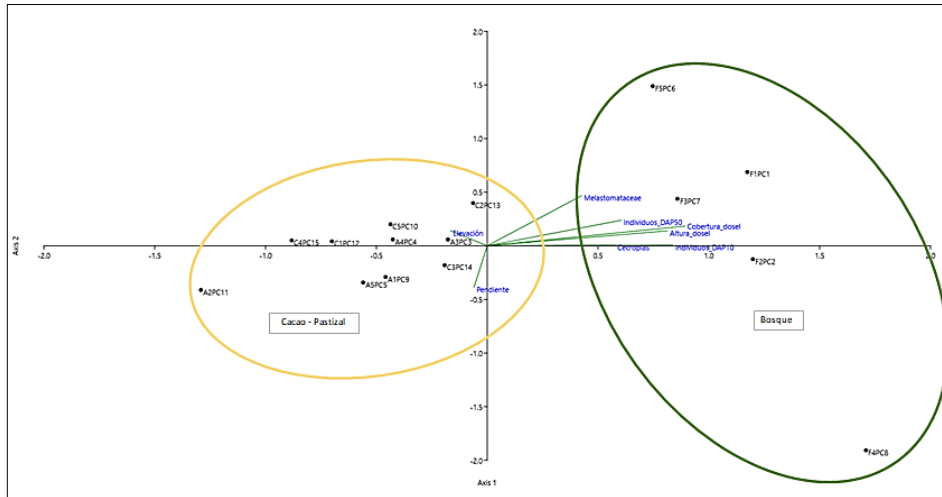


Figura 7. Gráfico CCA muestra que la composición de especies de las unidades de muestreo en bosque están definidas por las variables; altura del dosel, cobertura del dosel y la presencia de árboles con DAP mayor a 10 y 50 cm. Mientras que la composición de las unidades de muestreo en cacao y pastizales, están influenciadas ligeramente por la menor elevación y menor pendiente (Figura 7).

La mayoría de las especies registradas en las diferentes categorías de amenaza a nivel local y global fueron reportadas en el bosque, seguidas del cacao y en menor cantidad en el pasto. Algo similar se observó con las especies migratorias (Tabla 3).

Tabla 3. Registros en cada uso de suelo de las especies en diferentes categorías de amenaza a nivel nacional y global, así como las especies migratorias.

Especie	Ecuador	Globa I UICN	Migratori a	Bosqu e	Caca o	Pasto
<i>Cephalopterus penduliger</i>	EN	VU		X		
<i>Phaenostictus mcleannani</i>	EN			X		
<i>Campephilus gyaquilensis</i>	VU			X		X
<i>Cryptoleucopteryx plumbea</i>	VU	VU		X		
<i>Ortalis erythroptera</i>	VU	VU		X	X	
<i>Odontophorus erythrops</i>	VU			X		
<i>Lipaugus unirufus</i>	VU			X		
<i>Patagioenas subvinacea</i>		VU		X	X	X
<i>Piranga rubra</i>			X		X	
<i>Catharus ustulatus</i>			X	X		

Con un análisis canónico de correspondencia (CCA) se determinó que la interacción de variables ambientales y fisionómicas, establecen la composición entre usos de suelo, sin embargo, existen especies que son generalistas y por tanto presentes en los tres usos de suelo (Figura 8). Es decir de las 105 especies registradas 10 especies son generalistas (Anexo 1), lo cual representa el 10,5% de la diversidad total. Es decir existe un 89,5 % de recambio de especies. Las especies especialistas de cada uso de suelo fueron 31 en el bosque, 17 en el cacao y 16 en el pasto (Anexo 1).

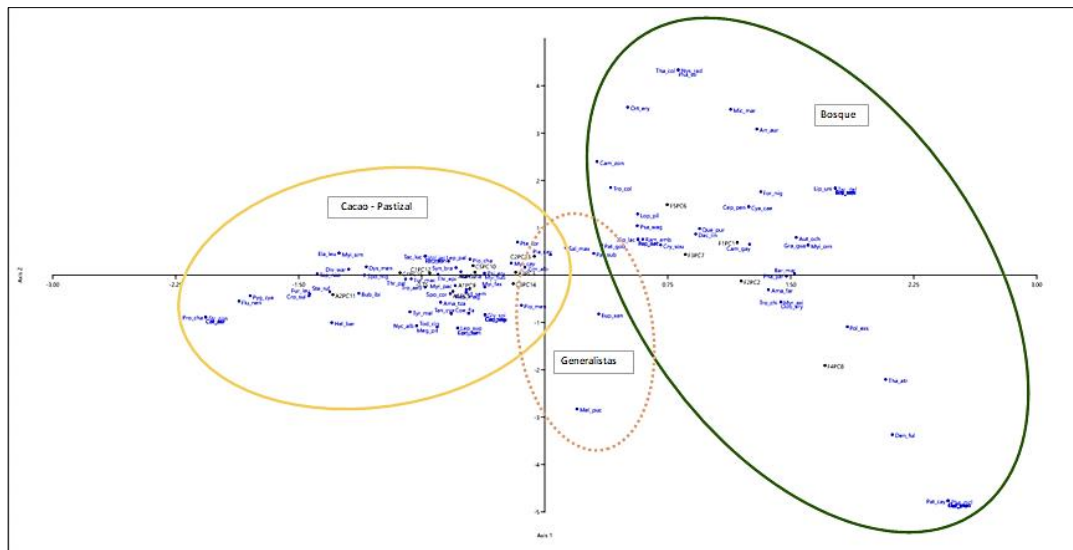


Figura 8. Gráfico CCA muestra que la interacción de variables ambientales y fisionómicas, establecen la composición entre usos de suelo, sin embargo, existen especies que son generalistas y por tanto están presentes en los tres usos de suelo.

En la curva de acumulación de especies podemos observar que la asíntota tiene pendiente positiva, esto sugiere que se podría registrar una mayor cantidad de especies con un mayor esfuerzo de muestreo. Sin embargo, el aumento no sería considerable, esto significa que ya se registró la riqueza representativa del lugar de muestreo (Figura 8). Cabe recalcar que la diversidad en este caso medida en función de la riqueza, es una medida no solo espacial sino temporal, es decir que no solo se requiere muestrear en otros sitios, sino que se necesita repetir los muestreos por lo menos dos veces al año durante varios años, para captar la verdadera diversidad, porque la diversidad se determina también por la rareza, y la detectabilidad de las especies.

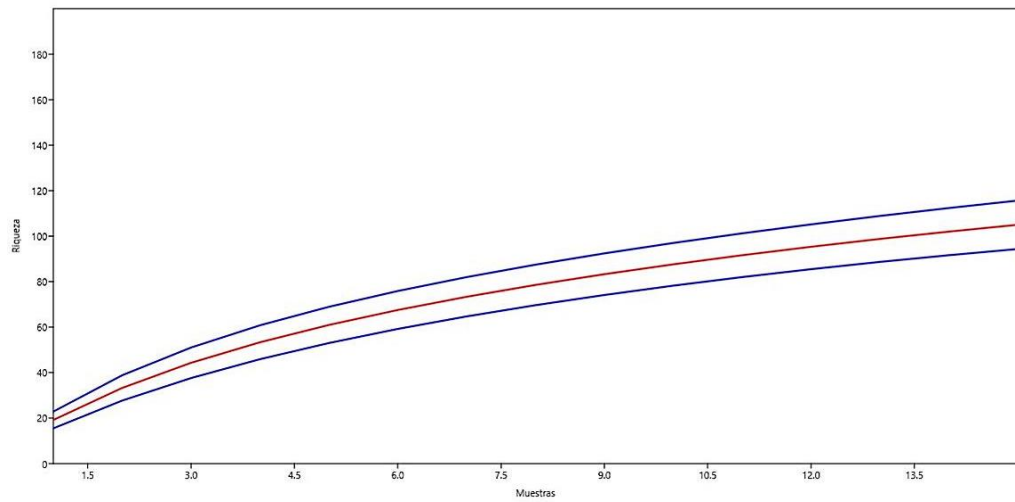


Figura 9. Curva de acumulación de especies, la misma que representa el número de especies registradas frente al esfuerzo de muestreo utilizado. En este caso la asíntota a pesar de presentar una pendiente positiva se puede ver claramente que ya se registró la riqueza representativa de la zona muestreada.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

La pregunta de ¿cómo los cambios antropogénicos afectan la biodiversidad? es clave para la ecología y la conservación, pero existen muchos vacíos sobre este conocimiento. Uno de esos vacíos es la relación entre biodiversidad y composición de comunidades. En este estudio investigué el efecto de tres tipos de uso de suelo (bosque, cultivos de cacao, pasto) sobre la diversidad de las aves de la Reserva Ecológica Mache Chindul, al noroccidente del Ecuador. Registré que la riqueza de especies de aves no varió significativamente entre los tres usos de suelo, pero la composición de la comunidad de aves si se modificó fuertemente.

El presente estudio concuerda con los resultados documentados por otros autores como Blowes et al. (2019), a nivel global, y Cook et al. (2020), en Ecuador, quienes coinciden que la alteración del uso de suelo por el ser humano puede no tener un impacto significativo sobre la diversidad o la riqueza de especies o, en algunos casos, inclusive puede aumentar la diversidad (e.g., Duraes et al., 2013). En algunos estudios también se ha documentado que la alteración intermedia que producen pequeños disturbios dentro de los bosques bien conservados aporta al incremento de la diversidad (Connell, 1978; Grime, 1973; Zasadil et al., 2020). Esto concuerda con lo registrado en este estudio, en donde los pastos y los bosques reportaron los valores más altos de riqueza, seguidos finalmente del uso de suelo de cultivos de cacao (Tabla 2).

Sin embargo, los estudios que se concentran en medir solo la diversidad o riqueza de un lugar, sin tomar en cuenta la identidad de las especies, pueden errar en la conclusión de que no existe un efecto pronunciado de las actividades humanas sobre la naturaleza. Por lo tanto, es importante conocer la composición

de las especies para entender el recambio y el anidamiento de estas (Blowes et al., 2019). El entender estos procesos va acompañado de conocer la realidad de la transformación de un paisaje, en donde generalmente ocurren procesos de degradación y fragmentación (Durães et al., 2013). Esta transformación da como resultado los mosaicos de uso de suelo y el aislamiento de bosques y comunidades, que constituyen las principales causas de la pérdida de diversidad biológica en todo el mundo (Durães et al., 2013; Gallo-Cajiao e Idrobo-Medina, 2004; Kattan y Murcia, 2003; Püttker et al., 2020).

Por otro lado, la composición de especies es diferente entre los usos de suelo aquí estudiados (bosque, cacao y pasto), entendiendo que al estar situados en una zona tropical de alta biodiversidad, son complejos debido a la presencia de especies altamente sensibles, como las especies amenazadas y endémicas (Blowes et al., 2019). Cabe recalcar que las diferencias encontradas entre las comunidades de aves en bosque y cacao, difieren bastante de las registradas en trabajos en los que se compara bosque con cacao de sombra en sistemas agroecológicos con prácticas amigables con las aves (Rocha et al., 2019; Vereá y Solorzano, 2005). Esto se debe a que los sitios de cacao estudiados en este trabajo son monocultivos de la variedad CCN51 que crecen bajo sol y con la aplicación de agroquímicos, con la falta de la diversificación de plantas y árboles que permitan mantener una mayor diversidad funcional de aves de bosque (Pino, 2018; Rocha et al., 2019), que necesitan microhábitats específicos.

En este estudio las especies especialistas y amenazadas se registraron mayormente en el bosque, el tipo de uso de suelo con mejor cobertura y estado de conservación. Esto incluye especies registradas a nivel global, como *Cephalopterus penduliger* (VU), *Cryptoleucopteryx plumbea* (VU), *Ortalis erythroptera* (VU), y *Patagioenas subvinacea* (VU), o a nivel nacional, como *Cephalopterus penduliger* (EN), *Phaenostictus mcleannani* (EN), *Campephilus gayaquilensis*(VU), *Cryptoleucopteryx plúmbea* (VU), *Ortalis erythroptera* (VU), *Odontophorus erythroptus*(VU), *Lipaugus unirufus*(VU) (Tabla 3).

Además de las diferencias en la composición de comunidades con respecto a las especies amenazadas y endémicas, también pueden existir implicaciones

fuertes para los procesos ecológicos y servicios ambientales. Por ejemplo, mis datos demuestran que el bosque y el cacao están dominados por especies frugívoras y polinizadoras (e.g. *Amazona farinosa*, *Psarocolius wagleri*, *Phaethornis yaruqui*, *Dives warczewiczi*, *Ramphocelus flammigerus*, *Pionus menstruus*), brindando beneficios importantes como la polinización y dispersión de semillas grandes de las plantas nativas. En contraste, las especies dominantes en pasto son mayormente semilleros e insectívoros (*Sporophila corvina*, *Ramphocelus flammigerus*, *Troglodytes aedon*, *Synallaxis brachyura*). Estas diferencias tienen consecuencias marcadas en los procesos ecológicos, que pueden afectar a la regeneración y mantenimiento de bosques, o el impacto de herbivoría en cultivos (Durães et al., 2013; Parra, 2014; González-Martínez del Campo et al., 2019; Walter et al., 2017 a).

También, existen otros factores que influyen en la regulación de las comunidades como la competencia, la introducción de especies, el desplazamiento de especies, la sustitución de especies especialistas por generalistas, el calentamiento local y global, la riqueza de variables asociadas a un medio, entre otras (Blowes et al., 2019). Un ejemplo de esto es la expansión de *Crotophaga sulcirostris* en el noroccidente del Ecuador, que ha extendido su rango de distribución desde las áreas áridas al sur de la región Tumbesina hacia las áreas de Esmeraldas (Ridgely y Greenfield, 2001), incluyendo la REMACH. Esto se debe a que prefieren hábitats abiertos y más áridos como los pastizales, que son áreas cada vez más comunes en estos paisajes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente trabajo estudió la avifauna de la REMACH al noroccidente de Ecuador, un área muy diversa pero poco estudiada y altamente impactada por la deforestación. Utilicé el método puntos de conteo para cuantificar la diversidad y composición de las comunidades de aves en tres tipos uso de suelo, bosque, cultivos de cacao y pasto. Mis datos demostraron que los tres tipos de usos de suelo no varían en términos de diversidad (riqueza) de especies, pero que hay diferencias significativas en términos de la composición de las comunidades. Este trabajo sugiere que los bosques no presentan los niveles más altos de número de especies, pero presentan especies amenazadas y especies que juegan un rol importante ecológicamente, como las polinizadoras y frugívoras dispersoras de semillas.

Desde una perspectiva regional o global, es notorio que las mismas especies que se adaptan fácilmente a los cambios antrópicos, como las generalistas, pueden extender sus rangos de distribución y ser comunes en muchas áreas. Mientras tanto las especies más sensibles tienden a desaparecer por su baja capacidad de adaptación.

Recomendaciones

Como recomendaciones, propongo que los estudios futuros intensifiquen los muestreos durante todo el año, para obtener datos que permitan captar la verdadera diversidad mejorando los registros de las especies raras, y las de baja detectabilidad, así como las diferencias estacionales que además están

relacionadas con las aves migratorias.

Estudios en la zona (e.g., Cook et al., 2020; Walter et al. 2017) han documentado la deficiencia de árboles por la implementación de monocultivos y poco manejo de modelos amigables con biodiversidad como el cacao de sobra, por lo que se sugiere que la presencia de árboles en el paisaje puede tener un alto impacto positivo para la biodiversidad en general. Por esta razón, recomiendo implementar proyectos en la REMACH dedicados a incentivar a la gente local a la reforestación e implementación de modelos agroforestales que apoyen a mantener la biodiversidad en áreas intervenidas como cultivos o pastos. Recomiendo replicar e intensificar más estudios como el aquí planteado, para conocer de manera eficaz las especies que podrían funcionar como indicadoras del estado de conservación de un ecosistema determinado (generalistas y especialistas), como estudiar mejor las áreas del Sistema Nacional de Áreas protegidas (SNAP) del país. Como miembro de FCAT, voy a incorporar esta información en nuestros proyectos de conservación, asegurándome de que mi tesis no solo contribuya al conocimiento general, sino también contribuya directamente a la conservación aplicada.

LITERATURA CITADA

- Bibby, C., Jones, M., y Marsden, S. (1998). *Expedition Field Techniques, Birds Surveys*. Geography Outdoors: The centre supporting field research, exploration and outdoor learning Royal Geographical Society with IBG.
- Blake, J. (2021). Acoustic monitors and direct observations provide similar but distinct perspectives on bird assemblages in a lowland forest of eastern Ecuador. *PeerJ*, 9(e10565). <https://doi.org/10.7717/peerj.10565>
- Blowes, S. A., Supp, S. R., Antão, L. H., Bates, A., Bruelheide, H., Chase, J. M., Moyes, F., Magurran, A., McGill, Myers-Smith, I. H., Winter, M., Bjorkman, A. D., Bowler, D. E., Byrnes, J. E., Gonzalez, A., Hines, J., Isbell, F., Jones, H. P., Navarro, L. M., Thompson, P. L., Vellend, M., Waldock, C., y Dornelas, M. (2019). The geography of biodiversity change in marine and terrestrial assemblages. *Science*, 366(6463), 339–45. <https://science.sciencemag.org/content/366/6463/339>
- Brown, J. (1984). On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist*, 124(2), 255–279. <http://www.jstor.org/stable/2461494>
- Cárdenas, G., Harvey, C., Ibrahim, M., y Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en la Américas*, 10,39–40. https://www.researchgate.net/publication/238690597_DIVERSIDAD_Y_RIQUEZA_DE_AVES_EN_DIFERENTES_HABITATS_EN_UN_PAISAJE_FRAGMENTADO_EN_CANAS_COSTA_RICA
- Canterbury, G. E., Martin, T. E., Petit, D. R., Petit, L. J., y Bradford, D. F. (2000). Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology*, 14(2), 544–558. https://www.researchgate.net/publication/227630008_Bird_Communities_and_Habitat_as_Ecological_Indicators_of_Forest_Condition_in_Regional_Monitoring

- Carrasco, L., Berg, K., Litz, J., Cook, A. y Karubian, J. (2013). Avifauna of the Mache Chindul Ecological Reserve, Northwest Ecuador. *Ornitología Neotropical*, (24), 321–334.
- Carrasco, L., Cook, A. y Karubian, J. (2008). Extensión del rango de distribución de ocho especies de aves en las montañas de Mache-Chindul, Ecuador. *Cotinga*, 29, 72–76.
- Castaño-Villa, G. J., Santisteban-Arenas, R., Hoyos-Jaramillo, A., Estévez-Varón, J. V., y Fontúrbel, F. E. (2019). Foraging behavioural traits of tropical insectivorous birds lead to dissimilar communities in contrasting forest habitats. *Wildlife Biology*, 2019(1), 1–6.
- Cerón, C., Reyes, C., Mena, J., Carrasco, L., Cabrera, D., y Olivo, J. (2010). La Diversidad vegetal en una gradiente de la Reserva Ecológica Mache-Chindul, Ecuador. *Cinchonia*, 10(1), 92–105.
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2360>
- Clarke, K. y Warwick, R. (2001) *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition*. PRIMER-E Ltd.
- Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: concepts, patterns, and measurement. *The Princeton guide to ecology*, 663, 257–263.
- Cook, R. N., Ramirez-Parada, T., Browne, L., Ellis, M., y Karubian, J. (2020). Environmental correlates of richness, community composition, and functional traits of terrestrial birds and mammals in a fragmented tropical landscape. *Landscape Ecology*, 35(12), 2825–2841.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302–1310.
- Durães, R., Carrasco, L., Smith, T. y Karubian, J. (2013). Effects of forest disturbance and habitat loss on avian communities in a Neotropical biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 166, 203–211.
- Food and Agriculture Organization. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados*. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

- Food and Agriculture Organization. (2015). Manual de Campo, Procedimientos para la planificación, medición y registro de información del Inventario Forestal Nacional del Paraguay. Versión 2014
- Freile, J., Santander, T., Jimenez-Uzcátegui, G., Carrasco, L., Cisneros-Heredia, D., Guevara, E., Sánchez-Nivicela, M., y Tinoco, B. (2019). *Lista Roja de las Aves del Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito.
- Freile, J., F. y Restall, R. (2018). *Birds of Ecuador*. Helm Field Guides.
- Freile, J., F. y Santander, T. (2005). Área Importante para la Conservación de las Aves del Ecuador. En BirdLife International y Conservación Internacional (Ed). *Área Importante para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad* (pp. 308–309). BirdLife International.
- Gallo-Cajiao, E., e Idrobo-Medina, C. J. (5–10 de septiembre de 2004). *Fragmentos de bosque y conservación de aves: un estudio de caso en los Andes de Colombia* [Presentación oral]. VI Congreso Internacional Sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica, Iquitos, Perú.
- García, M., Parra, M., y Mena, P. (2014). *Bosques Húmedos del Chocó*. En García, M., Parra, M., y Mena, P. (Ed.), *El país de la biodiversidad: Ecuador* (pp. 128–143). Editorial Imprenta Mariscal.
- Guevara, E., Soria, A., Hipo, R., y Santander, T. (2011). *Monitoreo participativo de las IBA del Noroccidente de Pichincha, Ecuador*. Aves y Conservación, y Eco-Fondo.
- González, F., Navarrete, D., Enríquez, L. y Gordillo, G. (2019) Diversidad de aves en sitios con distinto uso de suelo en Nuevo Conhuas, Calakmul, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S)*, 35, 1–18.

- Graham, C. (2006). Use of Fruiting Trees by Birds in Continuous Forest and Riparian Forest Remnants in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Biotropica*, 34(4), 589–597.
- Graham, K., y Blake, J. (2001). Influence of patch-and landscape-level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications*, 11(6), 1709–172.
- Grime, J. P. (1973). Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. *Nature*, 242(5396), 344–347.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Kattan, G. y Murcia, C. (2003). *A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation*. En: Bradshaw G.A. y P.A. Marquet (Eds). How landscapes change. Human disturbance and ecosystem fragmentation in the Americas. Springer.
- Mateucci, S. y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2005). *Plan de Manejo y Gestión Participativa de la Reserva Ecológica Mache Chindul 2005–2010*. Ministerio del Ambiente Ecuador, Conservación Internacional, ECOPAR, Fundación Jatun Sacha y Fundación Natura. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2014). *Guía Informativa de las Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Ministerio del Ambiente Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2017). *Deforestación del Ecuador Continental Período 2014–2016*. <http://reddecuador.ambiente.gob.ec/redd/wp->

content/uploads/2019/12/Anexo-5.-Informe-de-Deforestaci%C3%B3n-Ecuador-Continental-periodo-2014-2016.pdf

Martínez-Bravo, C. M., Mancera-Rodríguez, N. J., y Buitrago-Franco, G. (2013). Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1597–1617.

Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), 35–38. <http://www.biologica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>

Myers, N., (1988). Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, 8(3), 187–208.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02240252>

McMullan M. y Navarrete L. (2017). *Fieldbook of the birds of Ecuador including the Galapagos Islands and common mammals*. Ratty Ediciones.

Morante-Filho, J. C., Faria, D., Mariano-Neto, E., y Rhodes, J. (2015). Birds in anthropogenic landscapes: the responses of ecological groups to forest loss in the Brazilian Atlantic Forest. *PLoS One*, 10(6), e0128923.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T Manuales y Tesis SEA.

Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.

O’Dea, N. y Whittaker, R. (2006). How resilient are Andean montane forest bird communities to habitat degradation? En Hawksworth D.L., Bull A.T. (eds) *Vertebrate Conservation and Biodiversity*. Springer, 305–333.

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O’hara, R. B., ... y Wagner, H. (2013). Community ecology package. R package version, 2(0).

- Ortega-Andrade, M., Bermingham, J., Aulestia, C. y Paucar, C. (2010). Herpetofauna of the Bilsa Biological Station, province of Esmeraldas, Ecuador. *Check List*, 6(1), 119–154.
- Parra, E. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *CES Salud Pública*, (5), 59–69.
- Pino, S. L. (2018). *Valoración económica ambiental del agroecosistema cacao (Theobroma cacao L.) var. Arriba en la Provincia de Cotopaxi-Ecuador*. [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Tumbes]
<http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/264?show=full>
- Peter, F., Berens, D., Graham, G. y Farwig, F. (2015). Forest Fragmentation Drives the Loss of Insectivorous Birds and an Associated Increase in Herbivory. *Biotropica*, 47(5), 626–635.
- Püttker, T., Crouzeilles, R., Almeida-Gomes, M., Schmoeller, M., Maurenza, D., Alves-Pinto, H., ... y Metzger, J. P. Metzger, J. P. (2020). Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A cross-taxa analysis of forest-dependent species. *Biological Conservation*, 241(108368).
- Ralph, J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D., y Milá, B. (1996). *Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres*. US Department of Agriculture.
- Ramírez, J. (2010). Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. *Revista Biología Tropical*, 58 (1), 511–528.
- Remsen, J., Areta, I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, F., Pacheco, C., Ribas, M., Robbins, G., Stiles, F. y Zimmer. (2020). *A classification of the bird species of South America*. American Ornithological Society.
<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Ricardi, F. Q. (2011). La prueba de ji-cuadrado. ESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN EN SALUD. *Medwave*, 12, 1–12.

- Ridgely, R. S., y Greenfield, P.J. (2006). *Aves del Ecuador*. Academia de Ciencias de Philadelphia y Fundación Jocotoco.
- Ridgely, R. S., y Greenfield, P.J. (2001). *Birds of Ecuador*. Cornell University Press.
- Rodríguez-Echeverry, J. y Leiton, M. (2021). Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92(923449).
- Rocha, J., Laps, R. R., Machado, C. G., y Campiolo, S. (2019). The conservation value of cacao agroforestry for bird functional diversity in tropical agricultural landscapes. *Ecology and evolution*, 9(14), 7903–7913.
- Sánchez, J. (2004). *Introducción a la estadística en las Ciencias Biológicas*. Quality Print.
- Santander, T., Freile, J. F. y Loor-Vela, S. (2009). Important Bird Areas Americas Ecuador. En Devenish, C., Díaz-Fernández, D. F., Clay, R. P., Davidson, I., y Yépez-Zabala, I. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. *BirdLife International*, 16, 187–196.
- Saunders, D., Hobbs, R., y Margules, C. (1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18–32.
- Seminario, H., Castillo, H., Zelada, W., y Pollack, L. (2017). Distribución y densidad poblacional de Incaspiza pulchra (Thraupidae), Lomas del Cerro Campana, La Libertad. *Arnaldoa*, 24(2), 635–644.
- Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Soares, J. C., Amaral, A. O., De Moura, R. S., Cerboncini, R. A., y Klemann Junior, L. (2021). Effects of low-impact logging on understory birds in the Brazilian Amazon. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 14(2), 122–126.
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. and Wege, D.C., (1998) *Endemic Bird Areas of the World*. BirdLife International.

- UICN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2021-1. IUCN,
- Van der Hoek, Y. (2017). The potential of protected areas to halt deforestation in Ecuador. *Environmental Conservation*, 44(2), 124–130.
- Verea, C., y Solórzano, A. (2005). Avifauna asociada al sotobosque de una plantación de cacao del norte de Venezuela. *Ornitología Neotropical*, 16(1), 1–14.
- Vilchez, S., Harvey, C., Sánchez, D., Medina, A., y Hernández, Blas. (2004). Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Encuentro*, 68, 60–75.
- Walter, S. T., Browne, L., Freile, J., Olivo, J., González, M., y Karubian, J. (2017a). Landscape-level tree cover predicts species richness of large-bodied frugivorous birds in forest fragments. *Biotropica*, 49(6), 838–847.
- Walter, S. T., Browne, L., Freile, J., Olivo, J., González, M., Loor, J., Darkes, M., Gillespie, T., y Karubian, J. (2017b). Nocturnal bird diversity in forest fragments in north-west Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 33, 357–364.
- Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M. M., y Jetz, W. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals: Ecological Archives E095-178. *Ecology*, 95(7), 2027–2027.
- Zasadil, P., Romportl, D., y Horák, J. (2020). Disentangling the Roles of Topography, Patch, and Land Use on Conservation Trait Status of Specialist Birds in Marginal Forest Land Use Types. *Forests*, 11(1), 103.
- Zuur, A., Leno, E., y Elphick, C. (2010). A protocol for data. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(1), 3–14.

ANEXOS

Anexo 1.- Registros de especies de aves en los diferentes usos de suelo (B = bosque, C = cacao y P = pasto) en la REMACH y FCAT, las especies que se registren en los tres usos de suelo son las generalistas y las que se registren en un uso de suelo son las especialistas de ese uso, se incluye las diferentes categorías de amenaza a nivel nacional (Freile et al., 2019) y global (UICN, 2021) (LC = Preocupación Menor, NT = Casi Amenazadas, VU = Vulnerables, EN = En Peligro), las especies migratorias = M, las especies generalistas y especialistas.

N°	Familia	Especie	Uso suelo	Lista Roja Ecuador	Lista Roja UICN	M
1	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	B, C	LC	LC	
2	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	P	LC	LC	
3	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	P	LC	LC	
4	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	P	LC	LC	
5	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	C	LC	LC	
6	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	B, P, C	LC	LC	
7	Accipitridae	<i>Cryptoleucopteryx plumbea</i>	B	VU	VU	
8	Cracidae	<i>Ortalis erythroptera</i>	B, C	VU	VU	
9	Odontophoridae	<i>Odontophorus erythrops</i>	B	VU	LC	
10	Columbidae	<i>Leptotila pallida</i>	P, C	LC	LC	
11	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i>	B	LC	LC	
12	Columbidae	<i>Patagioenas goodsoni</i>	B, P	NT	LC	
13	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	B, P, C	LC	VU	
14	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	B, P	NT	NT	
15	Psittacidae	<i>Ara severus</i>	B	LC	LC	
16	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	P	LC	LC	
17	Psittacidae	<i>Pionus chalcopterus</i>	B, P, C	LC	LC	
18	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	B, P, C	LC	LC	
19	Psittacidae	<i>Psittacara erythrogenys</i>	P	NT	NT	
20	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	P	LC	LC	
21	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	C, P	LC	LC	
22	Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	P, C	LC	LC	
23	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	P	LC	LC	

N°	Familia	Especie	Uso suelo	Lista Roja Ecuador	Lista Roja UICN	M
24	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	P	LC	LC	
25	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	C, P	LC	LC	
26	Trochilidae	<i>Discosura conversii</i>	C	LC	LC	
27	Trochilidae	<i>Eutoxeres aquila</i>	B	LC	LC	
28	Trochilidae	<i>Heliothryx barroti</i>	P	LC	LC	
29	Trochilidae	<i>Phaethornis striigularis</i>	B	LC	LC	
30	Trochilidae	<i>Phaethornis yaruqui</i>	B	LC	LC	
31	Trochilidae	<i>Thalurania colombica</i>	B	LC	LC	
32	Trogonidae	<i>Trogon chionurus</i>	B	LC	LC	
33	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	B, P, C	LC	LC	
34	Momotidae	<i>Baryphthengus martii</i>	B	LC	LC	
35	Bucconidae	<i>Nystalus radiatus</i>	B	LC	LC	
36	Capitonidae	<i>Capito squamatus</i>	C	NT	NT	
37	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	B, C	NT	LC	
38	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	B, P, C	NT	NT	
39	Picidae	<i>Campephilus गयाquilensis</i>	B, P	VU	NT	
40	Picidae	<i>Melanerpes pucherani</i>	B, P	LC	LC	
41	Furnariidae	<i>Automolus ochrolaemus</i>	B	LC	LC	
42	Furnariidae	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	B	LC	LC	
43	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	P, C	LC	LC	
44	Furnariidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	C	LC	LC	
45	Furnariidae	<i>Synallaxis brachyura</i>	P, C	LC	LC	
46	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus lachrymosus</i>	C	NT	LC	
47	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus mentalis</i>	P, C	LC	LC	
48	Thamnophilidae	<i>Gymnopithys leucaspis</i>	B	LC	LC	
49	Thamnophilidae	<i>Hafferia zeledoni</i>	B	NT	LC	
50	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula axillaris</i>	B	LC	LC	
51	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula pacifica</i>	C	LC	LC	
52	Thamnophilidae	<i>Phaenostictus mcleannani</i>	B	EN	LC	

N°	Familia	Especie	Uso suelo	Lista Roja Ecuador	Lista Roja UICN	M
53	Thamnophilidae	<i>Poliocrania exsul</i>	B	LC	LC	
54	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	B	LC	LC	
55	Grallariidae	<i>Grallaria guatimalensis</i>	B	LC	LC	
56	Formicariidae	<i>Formicarius nigricapillus</i>	B	NT	LC	
57	Tyrannidae	<i>Contopus fumigatus</i>	P	LC	LC	
58	Tyrannidae	<i>Fluvicola nengeta</i>	C, P	LC	LC	
59	Tyrannidae	<i>Leptopogon superciliaris</i>	P	LC	LC	
60	Tyrannidae	<i>Lophotriccus pileatus</i>	B, C	LC	LC	
61	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	P	LC	LC	
62	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	P	LC	LC	
63	Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	P, C	LC	LC	
64	Tyrannidae	<i>Myiotriccus ornatus</i>	B	LC	LC	
65	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	P, C	LC	LC	
66	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	C	LC	LC	
67	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	P	LC	LC	
68	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	P, C	LC	LC	
69	Tyrannidae	<i>Zimmerius albigularis</i>	B, C	LC	LC	
70	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	P	LC	LC	
71	Cotingidae	<i>Cephalopterus penduliger</i>	B	EN	VU	
72	Cotingidae	<i>Lipaugus unirufus</i>	B	VU	LC	
73	Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	B, P	LC	LC	
74	Pipridae	<i>Ceratopipra mentalis</i>	B	NT	LC	
75	Pipridae	<i>Cryptopipo holochlora</i>	B	LC	LC	
76	Vireonidae	<i>Pachysylvia decurtata</i>	C	LC	LC	
77	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	B	LC	LC	M
78	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	C	LC	LC	
79	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	P	LC	LC	
80	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	P, C	LC	LC	
81	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	P	LC	LC	

N°	Familia	Especie	Uso suelo	Lista Roja Ecuador	Lista Roja UICN	M
82	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	B, P	LC	LC	
83	Troglodytidae	<i>Cantorchilus nigricapillus</i>	C	LC	LC	
84	Troglodytidae	<i>Microcerculus marginatus</i>	B	LC	LC	
85	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	P, C	LC	LC	
86	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	B, P, C	LC	LC	
87	Thraupidae	<i>Cyanerpes caeruleus</i>	B	LC	LC	
88	Thraupidae	<i>Dacnis lineata</i>	B, P	LC	LC	
89	Thraupidae	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	B, P, C	LC	LC	
90	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	P, C	LC	LC	
91	Thraupidae	<i>Sporophila funerea</i>	C	LC	LC	
92	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	P, C	LC	LC	
93	Thraupidae	<i>Tachyphonus delatrii</i>	B	LC	LC	
94	Thraupidae	<i>Tachyphonus luctuosus</i>	C	LC	LC	
95	Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	P, C	LC	LC	
96	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	P, C	LC	LC	
97	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	P, C	LC	LC	
98	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	C	LC	LC	
99	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	C	LC	LC	M
100	Cardinalidae	<i>Saltator maximus</i>	B, P, C	LC	LC	
101	Emberizidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	B	LC	LC	
102	Icteridae	<i>Dives waczewiczi</i>	C	LC	LC	
103	Icteridae	<i>Psarocolius wagleri</i>	B, P, C	NT	LC	
104	Fringillidae	<i>Euphonia saturata</i>	C	LC	LC	
105	Fringillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	B, P	LC	LC	

Elaborado por Luis Carrasco