



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**INFLUENCIA DE LA CARRETERA CUENCA MOLLETURO
NARANJAL SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES DE PÁRAMO
EN EL PARQUE NACIONAL CAJAS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE BIÓLOGO DEL MEDIO AMBIENTE**

**AUTORES:
PEDRO JOSÉ MACHADO TAPIA
GABRIELA MONSERRATH SAMANIEGO REGALADO**

**DIRECTOR:
PEDRO XAVIER ASTUDILLO WEBSTER**

**CUENCA – ECUADOR
2012**

A nuestras familias y amigos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro director de tesis, compañero y amigo, Blgo. Pedro Astudillo Webster por darnos la oportunidad de trabajar junto a él y por todo su apoyo incondicional a lo largo del estudio. De manera especial agradecemos a las instituciones que forman parte del Programa de investigación de aves altoandinas en el Parque Nacional Cajas, por confiar en nosotros para la realización de este trabajo; ETAPA, Corporación Parque Nacional Cajas, Stony Brook University, National Aviary y Universidad del Azuay. A nuestro tribunal por sus sugerencias y recomendaciones Blgo. Edwin Zárate Hugo e Ing. Walter Larriva Coronel. A nuestros amigos que de una u otra manera nos apoyaron en la realización de este trabajo. A Juan Manuel Aguilar, Estefanía Crespo, Juan Carlos Sánchez, David Siddons, Boris Tinoco y Andrea Nieto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio.....	4
1.2. Trabajo de campo.....	5
1.2.1. Censo de aves.....	5
1.2.2. Datos de cobertura del suelo.....	6
1.3. Análisis de datos.....	7
1.3.1. Cobertura del suelo.....	7
1.3.2. Riqueza y abundancia.....	7
1.3.3. Ordenación de la comunidad de aves y su relación de variables.....	8

CAPÍTULO 2: RESULTADOS

2.1. Cobertura del suelo.....	9
2.2. Patrones generales de la diversidad de aves.....	9
2.3. Ordenación de la comunidad de aves.....	12

CAPÍTULO 3: DISCUSIONES

CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio y localización de 18 transectos en páramo, seis cercanos a la carretera (líneas rojas), seis alejados (líneas verdes) y seis aislados completamente (líneas amarillas), Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.....	5
Figura 2. Valores de riqueza específica y abundancia total para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, Azuay, Ecuador.....	10
Figura 3. Abundancia total por especie para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador. Códigos de las especies: AGCU (<i>Aglaeactis cupripennis</i>), AGMO (<i>Agriornis montana</i>), ANPA (<i>Anairetes parulus</i>), ASFL (<i>Asthenes flammulata</i>), ATLA (<i>Atlapetes latinuchus</i>), CAHO (<i>Catamenia homochroa</i>), CAIN (<i>Catamenia inornata</i>), CHST (<i>Chalcostigma stanleyi</i>), CIEX (<i>Cinclodes excelsior</i>), CIFU (<i>Cinclodes fuscus</i>), CIPL (<i>Cistothorus platensis</i>), CNER (<i>Cnemarchus erythropygius</i>), COCI (<i>Conirostrum cinereum</i>), DIHU (<i>Diglossa humeralis</i>), DUTA (<i>Dubusia taeniata</i>), GAJA (<i>Gallinago jamesoni</i>), GRQU (<i>Grallaria quitensis</i>), LEAN (<i>Leptasthenura andicola</i>), MELE (<i>Mecocerculus leucophrys</i>), MEBA (<i>Metallura baroni</i>), MUAL (<i>Muscisaxicola alpina</i>), OCFU (<i>Ochthoeca fumicolor</i>); ORFR (<i>Oreomanes fraseri</i>), ORCH (<i>Oreotrochilus chimborazo</i>), PHUN (<i>Phrygilus unicolor</i>), SCGR (<i>Schizoeca griseomurina</i>), TUFU (<i>Turdus fuscater</i>), XEPA (<i>Xenodacnis parina</i>), ZOCA (<i>Zonotrichia capensis</i>).....	12
Figura 4.- Análisis escalado multidimensional no-métrico de la abundancia total de aves de páramo registradas en 18 transectos, Parque Nacional Cajas, Provincia del Azuay, Ecuador. Los círculos (en rojo) pertenecen a los transectos a la distancia de ~25 m, los triángulos (en verde) representan los transectos a la distancia de ~250 m y los rombos (amarillo) representan a los transectos a ~500 m. Códigos de las especies: AGCU (<i>Aglaeactis cupripennis</i>), AGMO (<i>Agriornis montana</i>), ANPA (<i>Anairetes parulus</i>), ASFL (<i>Asthenes flammulata</i>), ATLA (<i>Atlapetes latinuchus</i>), CAHO (<i>Catamenia homochroa</i>), CAIN (<i>Catamenia inornata</i>), CHST (<i>Chalcostigma stanleyi</i>), CIEX (<i>Cinclodes excelsior</i>), CIFU (<i>Cinclodes fuscus</i>), CIPL (<i>Cistothorus platensis</i>), CNER (<i>Cnemarchus erythropygius</i>), COCI (<i>Conirostrum cinereum</i>), DIHU (<i>Diglossa humeralis</i>), DUTA (<i>Dubusia taeniata</i>), GAJA (<i>Gallinago jamesoni</i>), GRQU (<i>Grallaria quitensis</i>), LEAN (<i>Leptasthenura andicola</i>), MELE (<i>Mecocerculus leucophrys</i>), MEBA (<i>Metallura baroni</i>), MUAL (<i>Muscisaxicola alpina</i>), OCFU (<i>Ochthoeca fumicolor</i>); ORFR (<i>Oreomanes fraseri</i>), ORCH (<i>Oreotrochilus chimborazo</i>), PHUN (<i>Phrygilus unicolor</i>), SCGR (<i>Schizoeca griseomurina</i>), TUFU (<i>Turdus fuscater</i>), XEPA (<i>Xenodacnis parina</i>), ZOCA (<i>Zonotrichia capensis</i>).....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de tipos de coberturas de suelo y su descripción, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.....	6
Tabla 2. Coordenadas de las variables para cada componente (PCI, PCII) usado para expresar la cobertura del suelo, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay.	9
Tabla 3. Comparación de la abundancia total y riqueza total de la comunidad de aves entre distancias (ANOVA), en (*) los valores que difieren significativamente, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.....	10
Tabla 4. Comparación de las cinco especies de aves más abundantes entre distancias (ANOVA), en (*) los valores que difieren significativamente, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.....	11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Lista de aves registradas para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.....	23
Anexo 2. Porcentajes de la cobertura de suelo en las tres distancias evaluadas, Parque Nacional Cajas, Provincia del Azuay, Ecuador.....	24

[Handwritten signature]
07/11/12

INFLUENCIA DE LA CARRETERA CUENCA MOLLETURO NARANJAL SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES DE PÁRAMO EN EL PARQUE NACIONAL CAJAS

RESUMEN

La influencia de la carretera Cuenca - Molleturo - Naranjal sobre la comunidad de aves de páramo en el Parque Nacional Cajas fue estudiada mediante censos en 18 transectos a diferentes distancias de la carretera (~25m, ~250m y ~500m) en tres repeticiones. Hay diferencia significativa entre los valores de la riqueza total y la abundancia total. Estos disminuyeron a medida que los transectos se alejan de la vía. Mediante un escalamiento multidimensional no métrico se ordenó la comunidad de aves, evidenciando una ligera tendencia en separar los transectos cercanos a los alejados de la vía. Al explorar las variables de hábitat que influyen en la ordenación, se encontró que el páramo herbáceo con presencia de arbustos introducidos es la variable que influencia en la comunidad de aves. La avifauna de páramo responde a la proximidad de la carretera y en consecuencia a los cambios del hábitat asociados a sus cercanías.

Palabras clave: Influencia carreteras, páramo, comunidad de aves, Parque Nacional Cajas.

[Handwritten signature]
Pedro Astudillo Webster
Director

[Handwritten signature]
Edwin Zárate Hugo
Tribunal

[Handwritten signature]
Walter Larriva Coronel
Tribunal

[Handwritten signature]
Pedro Machado Tapia
Estudiante

[Handwritten signature]
Gabriela Samaniego Regalado
Estudiante

Handwritten signature and date: 07/11/12

THE INFLUENCE OF THE CUENCA TO MOLLETURO TO NARANJAL ROAD ON THE PARAMO BIRD COMMUNITY IN CAJAS NATIONAL PARK

ABSTRACT

The influence of the Cuenca to Molleturo to Naranjal road on the paramo bird community in Cajas National Park was studied using 18 transects at different distances from the road (~25m, ~250m and ~500m) in three repetitions. Total richness and total abundance diminished significantly the further away the transects were from the road. Non-metric multidimensional scaling was used to order the community and revealed a slight tendency to separate the transects close to the road from those further away. Upon exploring the habitat variables influencing the ordination, it was found that herbaceous paramo with introduced bushy species was the variable that influenced the bird community. The bird species respond to the presence of the road and the consequent changes to the habitat around it.

Keywords: road influence, paramo, bird community, Cajas National Park.


Pedro Astudillo Webster
Director


Edwin Zárate Hugo
Tribunal


Walter Larriva Coronel
Tribunal


Pedro Machado Tapia
Estudiante


Gabriela Samaniego Regalado
Estudiante


David Siddons
Revisor

Machado Tapia Pedro José
Samaniego Regalado Gabriela Monserrath
Trabajo de graduación
Biólogo Pedro Astudillo Webster
Noviembre de 2012

INFLUENCIA DE LA CARRETERA CUENCA MOLLETURO NARANJAL SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES DE PÁRAMO EN EL PARQUE NACIONAL CAJAS

INTRODUCCIÓN

Los páramos son considerados como uno de los biomas estratégicos y a la vez, uno de los más vulnerables de Sudamérica, en los cuales se contraponen altos grados de biodiversidad y endemismo con factores críticos de amenaza (Castaño 2002). En Ecuador, prácticas como la quema y pastoreo, así como la construcción de carreteras, son los factores más importantes de disturbio en este ecosistema (Hofstede *et al.* 2002).

Las carreteras son un factor importante de disturbio en los ecosistemas (Cisneros *et al.* 2004, Aguirre & Rangel 2007). Una de sus principales consecuencias es que afectan a la conectividad biológica natural, generando barreras a la dispersión y movimiento de organismos (Cisneros *et al.* 2004). Las carreteras también generan otro tipo de perturbaciones producidas por el ruido, las luces vehiculares, el incremento en la predación y parasitismo, la presencia de contaminantes y las posibles colisiones con vehículos (Kociolek & Clevenger 2011). Ortega & Capen (1999) sugieren que estas perturbaciones influyen también en la reducción de territorios, en la densidad y una disminución del éxito reproductivo. También se ha evidenciado que los efectos de las carreteras sobre el ensamble de aves están asociados a una pérdida en la riqueza de especies (Cursach *et al.* 2008).

El efecto de la distancia a la carretera es una variable importante a considerar, pues su influencia, puede extenderse más allá de sus cercanías, es así que varios

estudios indican que algunos efectos de las carreteras pueden presentarse entre 40 m hasta los 2800 m (ej: Reijnen *et al.* 1995, Forman & Deblinger 1999, Forman 2000). No obstante, la influencia de las carreteras varía en función de las especies y el paisaje en estudio (Reijnen *et al.* 1995). De tal forma, trabajos realizados en los Países Bajos demostraron que la diversidad y la densidad de la población de aves fueron menores en las zonas de pastizal adyacentes a las carreteras (Reijnen *et al.* 1996).

Las aves son ampliamente usadas como variables de respuesta para el estudio de calidad de hábitat y su uso es recomendado (BirdLife International 2005), ya que muestran una amplia diversidad de nichos y es utilizado como un valioso indicador de las condiciones ambientales (Kociolek & Cleverger 2011). La creciente atención recibida por las variaciones en los números de las poblaciones de aves, hace necesario el desarrollo de estudios para el monitoreo de las comunidades (Ralph 1996).

En el Ecuador la gran mayoría de los páramos de pajonal muestran señales de intervención por actividades humanas, en el área interandina es difícil encontrar un páramo en estado natural. Probablemente más de tres cuartos de toda el área originalmente ocupada por páramos está actualmente modificada o transformada por actividades humanas, estando las pocas áreas que permanecen en realmente buen estado de conservación en el flanco amazónico de la Cordillera oriental y en el extremo norte y sur del país (Hofstede *et al.* 2002).

Los parques nacionales y áreas protegidas constituyen una alternativa para la conservación de los hábitat naturales al contar con un manejo de los recursos y asegurar el mantenimiento de los procesos ecológicos. Este escenario muestra la importancia de entender la influencia de la carretera sobre la comunidad de aves del Parque Nacional Cajas (PNC), pues este presenta valores interesantes de aves endémicas y amenazas (Tinoco & Astudillo 2007).

La carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal es una vía de primer orden cuya construcción inició en 1969, cuando aún la zona del Cajas no estaba considerada dentro del sistema nacional de áreas protegidas. En 1988 luego de varios intentos por atravesar, en ese entonces, el área de Recreación Natural Cajas (ya incluida dentro del sistema nacional de áreas protegidas) se termina el trazado de la vía propuesta. Esta construcción representa una sumatoria de varios impactos en

donde destacan los movimientos de tierra, derrumbes, construcción de obras complementarias, tráfico, ruido y derrames de hidrocarburos ocasionados por los accidentes. En el 2010 fue sometida a una reconstrucción para garantizar una mejor estabilidad de la vía; esta última actividad cuando ya el área es administrada bajo la figura de Parque Nacional.

Estudios sobre el efecto de las carreteras en las comunidades de aves en los ecosistemas andinos no han sido ampliamente difundidos, de aquí nace la necesidad de generar investigaciones que ayuden a entender la influencia de las carreteras sobre la biodiversidad, contribuyendo a que investigaciones a escala local aporten a la comprensión de la magnitud de su efecto (Kociolek & Clevenger 2011). La presente investigación tiene como objetivo analizar los efectos de esta carretera sobre la comunidad de aves de páramo. Para esto, se realizaron comparaciones de la riqueza, abundancia y composición de especies de aves en función de la proximidad a la carretera.

CAPÍTULO 1

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Área de estudio

El Parque Nacional Cajas (PNC) ubicado al sur occidente de los Andes Ecuatorianos en la provincia del Azuay, tiene una altitud que va desde los 3150 a los 4445 m s.n.m., cuenta con una extensión de 28.544 ha. Presenta una topografía irregular, con formaciones de características glaciales que con el paso del tiempo formaron valles en forma de “U” (Delgado *et al.* 2006). La cabecera norte del parque está atravesada de este a oeste por 15 km de la carretera pavimentada Cuenca-Molleturo-Naranjal. Esta carretera tiene alrededor de 40 años de existencia, con múltiples intervenciones y actividades que van desde construcciones hasta el incremento del tráfico.

En el parque se pueden distinguir tres tipos de formaciones vegetales: bosque de neblina montano alto, bosque siempre verde montano alto, páramo herbáceo dentro del cual se encuentran más de 1000 fragmentos de bosque del género *Polylepis* de diferente tamaño (<1 ha – 44 ha; Baquero *et al.* 2004, Minga & Verdugo 2007). También con el páramo herbáceo está asociada la subunidad herbazal lacustre (Minga & Verdugo 2007). El presente estudio se desarrolló en el páramo herbáceo, asociado a la carretera (Figura 1), evitando los fragmentos de *Polylepis* y las formaciones de herbazal lacustre, debido a que estos muestran composiciones de aves distintas (Ridgely & Greenfield 2001).

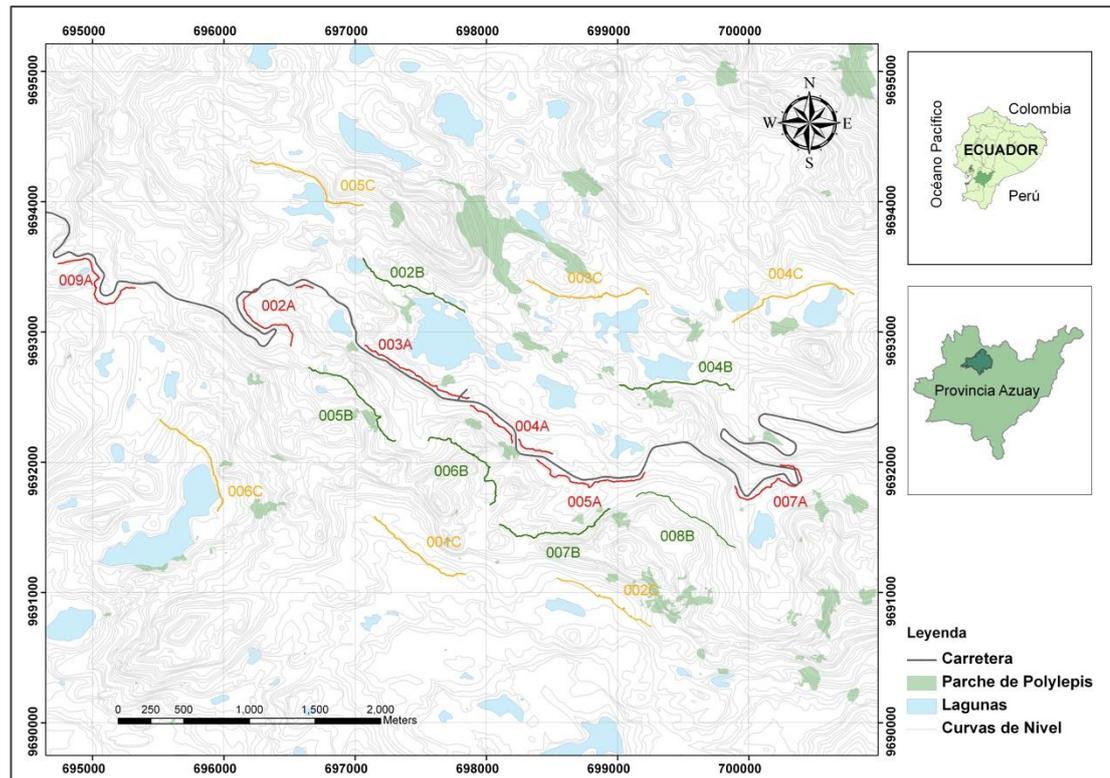


Figura 1. Área de estudio y localización de 18 transectos en páramo, seis cercanos a la carretera (líneas rojas), seis alejados (líneas verdes) y seis aislados completamente (líneas amarillas), Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador. (Fuente: Parque Nacional Cajas s.a.)

1.2 Trabajo de campo

1.2.1 Censo de aves

Para levantar la información en el campo se utilizó el método de muestreo utilizando líneas de transectos. Este método consiste en marcar transectos por los cuales los observadores registran todas las aves vistas y/o escuchadas a cualquier lado del sendero caminado (Bibby *et al.* 1998). A lo largo de cada transecto dos observadores caminan a lo ancho del de este, provocando movimientos de las aves que se encuentran ocultas entre los penachos de paja, de tal forma que se facilita su detección. Estos transectos son ampliamente utilizados en hábitat abiertos dominados por pastos (Ralph *et al.* 1996).

Las observaciones fueron realizadas desde las 6:00 am hasta las 10:00 am, horas en las que las aves muestran mayor actividad (observ. Pers.). De todos los transectos se realizaron tres repeticiones. Las distancias de ~25 m y ~250 m se censaron entre los meses de octubre y noviembre de 2011, con una separación de

dos semanas entre repetición. La distancia de ~500 m se censó en el mes de junio, con una separación entre repetición de una semana. Obteniendo así un total de 54 km monitoreados.

En función de la disponibilidad de hábitat se dispusieron 18 transectos paralelos a la carretera (Figura 1), seis junto a la carretera (~25 m), seis medianamente alejados de la vía (~250 m) y seis completamente aislados de la carretera (~500 m). Para asegurar la independencia entre los transectos estos fueron separados al menos por 250 m uno del otro (Figura 1). Cada transecto tiene una longitud de 1 km por 50 m de ancho.

Para cada registro se tomaron datos de: especie, sexo (en caso de ser posible) y el tipo de registro (visual o auditivo). En la identificación visual de las especies se usó la guía de aves de campo de Ridgely & Greenfield (2006) y Tinoco & Astudillo (2007); mientras que para las identificaciones auditivas se utilizó Krabbe (2003).

1.2.2 Datos de cobertura del suelo

Dentro de cada transecto se ubicaron 20 parcelas circulares de 25 m de radio, separadas por 50 m cada una. En estas parcelas se tomaron datos de las proporciones de cobertura del suelo establecidas en seis tipos (Tabla 1). La clasificación de los tipos de cobertura del suelo fueron escogidos en función de observaciones personales, debido a que en escalas pequeñas el páramo herbáceo tiende a ser menos homogéneo, presentando asociaciones con plantas arbustivas (Minga & Verdugo 2007, Tabla 1), en las cuales se pueden registrar mayor actividad y presencia de aves.

Tabla 1. Variables de tipos de coberturas de suelo y su descripción, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.

Tipos de coberturas del suelo	Descripción
Arbustos nativos	Porcentaje de los transectos cubiertos por especies leñosas de hábito arbustivo. Es reconocido por la presencia de los géneros <i>Chuquiraga</i> , <i>Gynoxys</i> , <i>Polylepis</i> , <i>Brachyotum</i> .
Páramo herbáceo	Porcentaje de los transectos cubiertos por paja del género <i>Calamagrostis</i> .
Páramo almohadillas	Porcentaje de los transectos cubiertos por almohadillas de los géneros <i>Azorella</i> y <i>Plantago</i> .
Cuerpo de agua	Porcentaje de los transectos cubiertos por lagunas, riachuelos o quebradas.
Suelo rocoso	Porcentaje de los transectos cubiertos por suelo sin vegetación y rocas.
Especies introducidas	Porcentaje de los transectos cubiertos por especies introducidas, incluye <i>Polylepis racemosa</i> .

1.3 Análisis de datos

1.3.1 Cobertura del suelo

Para reducir la dimensión de las variables, los seis tipos de cobertura del suelo fueron sometidos a un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). Esta técnica consiste en producir nuevas variables, reduciendo la variabilidad subyacente y en consecuencia su número, de tal forma, que las nuevas variables explican de mejor manera la variabilidad de las unidades de muestreo (Legendre & Legendre 1998, Terrádez 2002). Las pruebas mencionadas fueron ejecutadas en el programa estadístico XLSTAT-Pro 7.5 (Addinisoft 2004).

1.3.2 Riqueza y abundancia

La riqueza específica y la abundancia son consideradas como el total de especies e individuos por especie, respectivamente, registrados en los censos de los transectos por cada distancia a la carretera (~25 m, ~250 m, ~500 m) en las tres repeticiones. La riqueza y la abundancia fueron comparadas, de manera independiente, entre las tres distancias propuestas. Adicionalmente, se realizó una exploración a los valores de las cinco especies más abundantes. Para el efecto se utilizó la prueba estadística ANOVA y para reconocer las diferencias puntuales entre las distancias se utilizó la prueba Tukey HDS (Zar 1984).

Este es un análisis ampliamente utilizado, pues permite hacer todas las posibles comparaciones entre los datos (Montgomery 2002). Las pruebas mencionadas fueron ejecutadas en el programa estadístico XLSTAT-Pro 7.5 (Addinisoft 2004) bajo el umbral de significancia de 0.05.

Durante los censos de los transectos se realizaron registros casuales de Cerceta Andina (*Anas andium*), Gaviota Andina (*Larus serranus*), Avefría Andina (*Vanellus resplendens*) y Golondrina Ventricafé (*Notiochelidon murina*). Estas especies fueron excluidas de los análisis de datos, puesto que el método utilizado no aplica a este grupo de aves. Además, son aves características de la formación herbazal lacustre y cuerpos de agua, hábitat excluidos en el diseño de esta investigación. Estas especies representan el 1.87% para el total de los registros de este estudio.

1.3.3 Ordenación de la comunidad de aves y su relación de variables ambientales

Con el objetivo de ordenar los transectos y la comunidad de aves, se desarrolló una matriz de disimilitud usando el índice de Bray & Curtis. Esta matriz de tipo especies x muestras, está integrada por los seis transectos a ~25 m, seis a ~250 m y seis a ~500 m, utilizando el valor total de abundancia por especie encontrado en todo el estudio por cada transecto. A partir de esta matriz se generó un análisis de ordenación utilizando la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS por sus siglas en inglés). Este análisis permite visualizar en un plano el orden de cercanía entre las unidades comparadas (transectos), agrupando de tal manera a las muestras con composiciones similares (Quinn & Keough 2002). Este tipo de análisis no encuentra probabilidades de diferencia, al ser un análisis no métrico contempla la variabilidad de los datos y tan solo los agrupa en función de sus disimilaridades.

Con el fin de explicar que factor ambiental influye en la ordenación del NMDS, se ajustaron los vectores de las variables ambientales. Para esto, se utilizaron tres variables ambientales para explorar su relación con la ordenación proveniente del NMDS. Las variables ambientales utilizadas fueron la distancia a la carretera y los dos componentes principales, obtenidos del PCA, que explican la cobertura del suelo. La relación fue evaluada por 1000 permutaciones aleatorias (Oksanen 2011). La matriz de disimilitud, la ordenación y su relación con los factores ambientales fueron ejecutados con R (RDevelopment Core Team 2008) utilizando el paquete vegan 2.0-1 (Oksanen 2009) y MASS (Venebles & Ripley 2002) bajo el umbral de significancia de 0.05.

CAPÍTULO 2 RESULTADOS

2.1 Cobertura del suelo

La cobertura del suelo quedó expresada en dos componentes para cada distancia (Tabla 2). De esta manera, el PCI se expresa a través de páramo herbáceo con la presencia de especies introducidas y suelo rocoso (37.30% de la varianza); mientras que el PCII quedó caracterizado por páramo herbáceo y páramo de almohadillas (22.35% de la varianza).

Tabla 2. Coordenadas de las variables para cada componente (PCI, PCII) usado para expresar la cobertura del suelo, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay.

Tipos de Cobertura	PCI	PCII
Arbustos Nativos	0,590	0,223
Páramo Herbáceo	-0,559	0,805
Páramo Almohadillas	-0,581	-0,780
Cuerpo de Agua	-0,342	0,042
Especies Introducidas	0,637	0,045
Suelo Rcoso	0,847	-0,176

* Varianza acumulada del modelo= 59.66%

2.2 Patrones generales de la diversidad de aves

Para todo el estudio en los 18 transectos se registraron 29 especies asociadas a 1048 detecciones (Anexo 1). Para la distancia de ~25 m se registraron 26 especies asociadas a 460 detecciones, en la distancia de ~250 m se reportaron 25 especies que representan 371 detecciones, mientras que a ~500 m de distancia se reportaron 18 especies relacionadas a 217 detecciones (Figura 2).

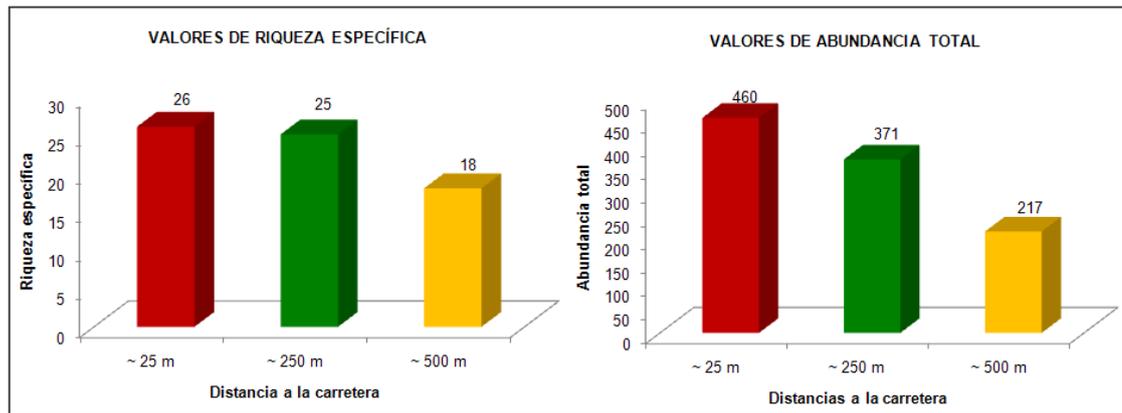


Figura 2. Valores de riqueza específica y abundancia total para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, Azuay, Ecuador.

La riqueza específica entre las tres distancias evaluadas difieren significativamente ($p= 0.023$, $F= 4.91$, $R^2= 0.40$, Tabla 3). De igual manera, para los valores de abundancia total se demostró que existe diferencia significativa entre las tres distancias evaluadas ($p=0.009$, $F= 6.647$, $R^2= 0.47$, Tabla 3).

Los análisis posteriores de significancia de Tukey HDS, demostraron que la distancia de ~25 m es el grupo que difiere significativamente de la distancia de ~500 m, tanto para los valores de riqueza ($p= 0.031$, $D= 2.597$) como para los valores de abundancia ($p= 0.007$, $D = 2.597$), mayores en ambos casos junto a la carretera.

Tabla 3. Comparación de la abundancia total y riqueza total de la comunidad de aves entre distancias (ANOVA), en (*) los valores que difieren significativamente, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.

	~ 25 m	~ 250 m	~ 500 m	ANOVA	
				Valor crítico F	Valor p < 0,05
Riqueza	26 $\bar{x}=14,5 \pm SD3,02$	25 $\bar{x}=14 \pm SD3,41$	18 $\bar{x}=9,5 \pm SD2,66$	4.91	*0.023
Abundancia	460 $\bar{x}=76,67 \pm SD19$	371 $\bar{x}=61,83 \pm SD20,80$	217 $\bar{x}=36,17 \pm SD18,52$	6.647	*0.009

Al explorar diferencias con las cinco especies más abundantes se demuestra que solo dos especies difieren significativamente. Frigilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*) ($p= 0.002$, $F= 9.867$, Tabla 4) y Canastero Multilistado (*Asthenes flammulata*) ($p= 0.013$, $F= 5.829$, Tabla 4).

El análisis posterior de significancia de Tukey HDS, demostró que Frigilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*) presentó valores significativamente más altos de abundancia a la distancia de ~25 m ($D= 3.673$, $p= 0.003$, Tabla 4). Mientras Canastero Multilistado (*Asthenes flammulata*) fue significativamente más abundante en la distancia de ~250 m ($D= 3.673$, $p= 0.010$, Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de las cinco especies de aves más abundantes entre distancias (ANOVA), en (*) los valores que difieren significativamente, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.

Especies	Abundancia			ANOVA	
	~ 25 m	~ 250 m	~ 500 m	Valor crítico F	Valor p < 0,05
Cinclodes Alifranjeado (<i>Cinclodes fuscus</i>)	107 $\bar{x}=17,83 \pm SD \pm 6,01$	51 $\bar{x}=8,5 \pm SD \pm 9,20$	50 $\bar{x}=8,33 \pm SD \pm 7,66$	2.964	0.082
Frigilo Plomizo (<i>Phrygilus unicolor</i>)	*92 $\bar{x}=15,33 \pm SD \pm 6,05$	35 $\bar{x}=5,83 \pm SD \pm 3,65$	31 $\bar{x}=5,16 \pm SD \pm 2,95$	9.867	*0,002
Canastero Multilistado (<i>Asthenes flammulata</i>)	24 $\bar{x}=4 \pm SD \pm 2,53$	*59 $\bar{x}=9,84 \pm SD \pm 2,3$	43 $\bar{x}=7,16 \pm SD \pm 3,31$	5.829	*0,013
Gralaria Leonada (<i>Grallaria quitensis</i>)	28 $\bar{x}=4,67 \pm SD \pm 2,73$	31 $\bar{x}=5,17 \pm SD \pm 5,11$	15 $\bar{x}=2,5 \pm SD \pm 2,81$	0.871	0.439
Soterrey Sabanero (<i>Cistothorus platensis</i>)	19 $\bar{x}=3,16 \pm SD \pm 2,04$	24 $\bar{x}=4 \pm SD \pm 1,41$	22 $\bar{x}=3,67 \pm SD \pm 2,42$	0.263	0.772

A la distancia de ~25 m las especies Matorralero Nuquipálido (*Atlapetes latinuchus*), Picocono Cinéreo (*Conirostrum cinereum*), y Chingolo (*Zonotrichia capensis*) fueron especies exclusivas, mientras que a la distancias de ~250 m la especie exclusiva fue Alinaranja Lomirrojiza (*Cnemarchus erythropygius*). Finalmente, a ~500 m se reportó como especie única de esa distancia a Colicardo Murino (*Schizoeaca griseomurina*) (Anexo 1).

Analizando las abundancias por especie, se puede apreciar que el Canastero Multilistado (*Asthenes flammulata*) y Estrella Ecuatoriana (*Oreotrochilus chimborazo*) aparecen con mayores valores de abundancia relativa a ~250 m, mientras que para ~25 m las especies Cinclodes Alifranjeado (*Cinclodes fuscus*) y Frigilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*) se muestran con valores más altos de abundancia relativa. A ~500 m se puede apreciar que la abundancia relativa por especie se mantiene uniforme y no supera a las abundancias por especie en las otras dos distancias evaluados (Figura 3).

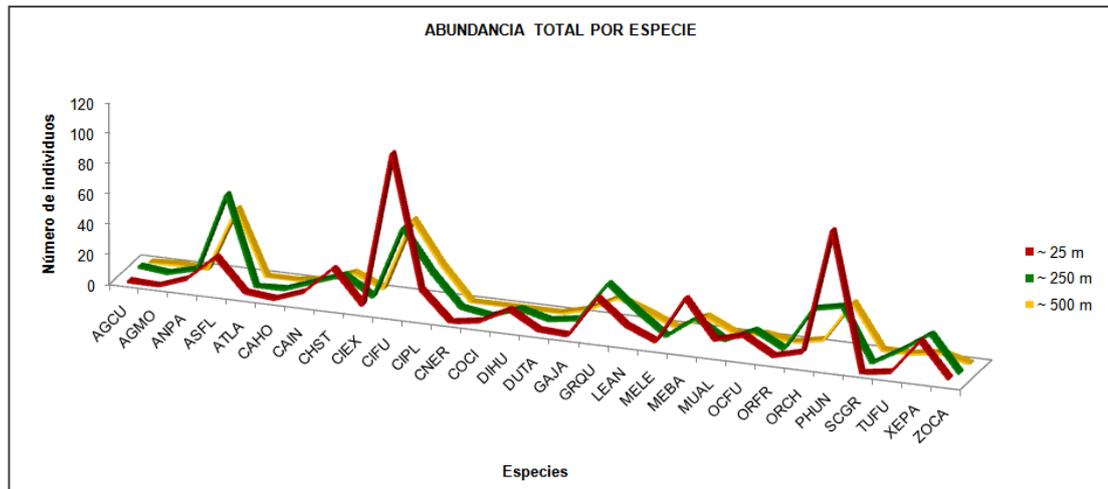


Figura 3. Abundancia total por especie para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador. Códigos de las especies: AGCU (*Aglæactis cupripennis*), AGMO (*Agrionis montana*), ANPA (*Anairetes parulus*), ASFL (*Asthenes flammulata*), ATLA (*Atlapetes latinuchus*), CAHO (*Catameria homochroa*), CAIN (*Catameria inornata*), CHST (*Chalcostigma stanleyi*), CIEX (*Cinclodes excelsior*), CIFU (*Cinclodes fuscus*), CIPL (*Cistothorus platensis*), CNER (*Cnemarchus erythropygius*), COCI (*Conirostrum cinereum*), DIHU (*Diglossa humeralis*), DUTA (*Dubusia taeniata*), GAJA (*Gallinago jamesoni*), GRQU (*Grallaria quitensis*), LEAN (*Leptasthenura andicola*), MELE (*Mecocerculus leucophrys*), MEBA (*Metallura baroni*), MUAL (*Muscisaxicola alpina*), OCFU (*Ochthoeca fumicolor*), ORFR (*Oreomanes fraseri*), ORCH (*Oreotrochilus chimborazo*), PHUN (*Phrygilus unicolor*), SCGR (*Schizoeca griseomurina*), TUFU (*Turdus fuscater*), XEPA (*Xenodacnis parina*), ZOCA (*Zonotrichia capensis*).

2.3 Ordenación de la comunidad de aves

El análisis de ordenación mediante el NMDS mostró una ligera tendencia en ordenar los transectos en función de las distancias evaluadas, separando así, cada distancia, una comunidad ligeramente particular de aves (solución 2-D, stress= 12.464, Figura 4). Dos de las tres variables ambientales influyeron significativamente en la ordenación. La proximidad a la carretera ($R^2= 0.42$ $p= 0.003$) y PCI ($R^2= 0.60$, $p= 0.002$).

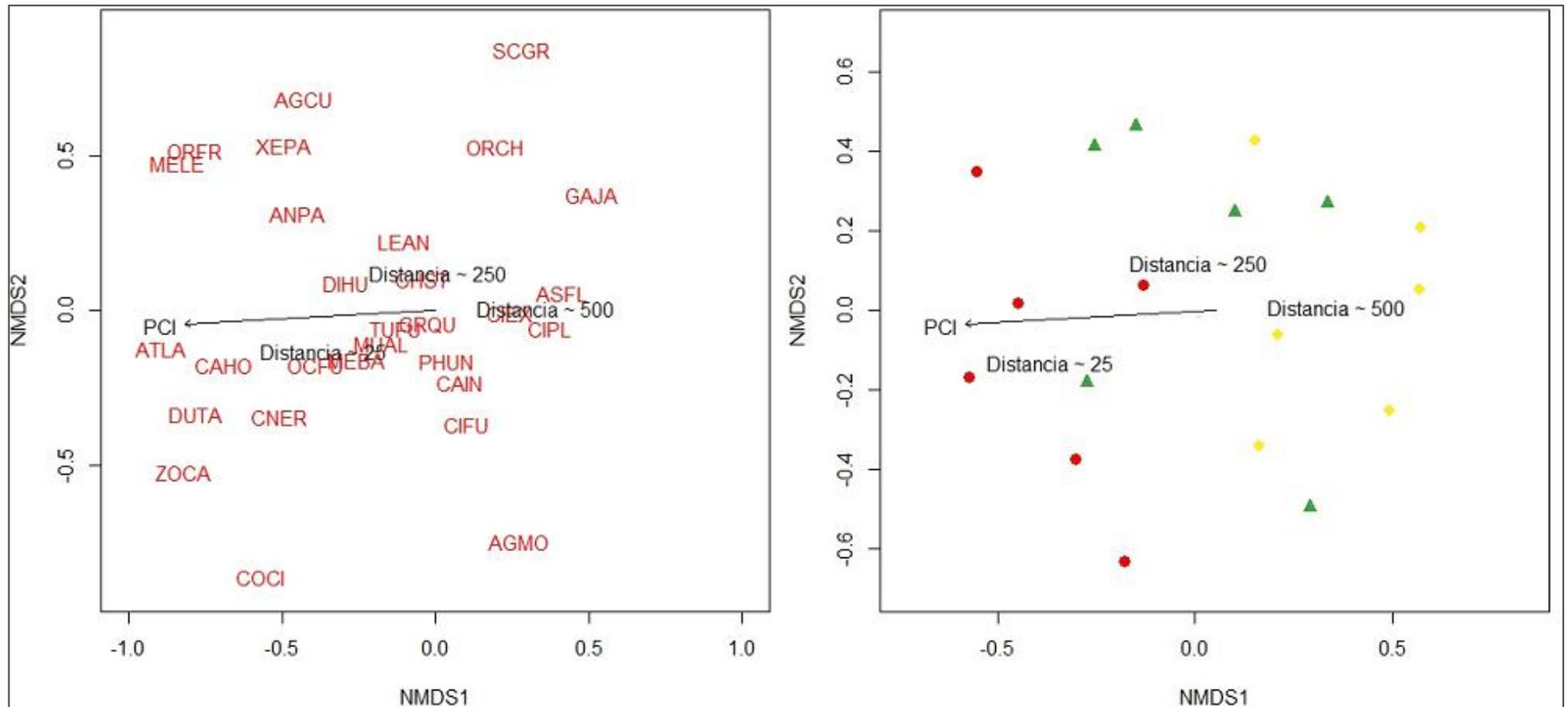


Figura 4.- Análisis escalado multidimensional no-métrico de la abundancia total de aves de páramo registradas en 18 transectos, Parque Nacional Cajas, Provincia del Azuay, Ecuador. Los círculos (en rojo) pertenecen a los transectos a la distancia de ~25 m, los triángulos (en verde) representan los transectos a la distancia de ~250 m y los rombos (amarillo) representan a los transectos a ~500 m. Códigos de las especies: AGCU (*Aglaeactis cupripennis*), AGMO (*Agriornis montana*), ANPA (*Anairetes parulus*), ASFL (*Asthenes flammulata*), ATLA (*Atlapetes latinuchus*), CAHO (*Catamenia homochroa*), CAIN (*Catamenia inornata*), CHST (*Chalcostigma stanleyi*), CIEX (*Cinclodes excelsior*), CIFU (*Cinclodes fuscus*), CIPL (*Cistothorus platensis*), CNER (*Cnemarchus erythropygius*), COCI (*Conirostrum cinereum*), DIHU (*Diglossa humeralis*), DUTA (*Dubusia taeniata*), GAJA (*Gallinago jamesoni*), GRQU (*Grallaria quitensis*), LEAN (*Leptasthenura andicola*), MELE (*Mecocerculus leucophrys*), MEBA (*Metallura baroni*), MUAL (*Muscisaxicola alpina*), OCFU (*Ochthoeca fumicolor*); ORFR (*Oreomanes fraseri*), ORCH (*Oreotrochilus chimborazo*), PHUN (*Phrygilus unicolor*), SCGR (*Schizoecca griseomurina*), TUFU (*Turdus fuscater*), XEPA (*Xenodacnis parina*), ZOCA (*Zonotrichia capensis*).

CAPÍTULO 3

DISCUSIONES

Estudios realizados sobre la influencia de las carreteras en las comunidades de aves generalmente han reportado la disminución de la diversidad cerca a estas (Reijnen *et al.* 1996, Torres 2010, Summers *et al.* 2011). Sin embargo, en algunas ocasiones, se ha demostrado que los valores de diversidad no se ven afectados por las carreteras (Bager & Alves da Rosa 2012).

En este estudio, se identificó un patrón claro de variación en la estructura de la comunidad de aves entre las distancias evaluadas, en contraste con los resultados obtenidos por Bager & Alves da Rosa (2012) que muestra similitud en la estructura de aves entre las distancias evaluadas. Así como Laursen (1981) y Camp & Best (1993), los resultados demuestran que la riqueza y la abundancia de aves son mayores a las distancias más cercanas a la carretera. Muchas aves pueden ser atraídas a las carreteras debido a los efectos de borde, si la disponibilidad de cualquier recurso relevante es notablemente superior en los márgenes de la carretera que en sitios fuera de esta frontera de hábitat, este fenómeno puede explicarse, debido a que en las carreteras existen mayores densidades de invertebrados que sirven como alimento para las aves (Helle & Muona 1985), así como los bordes de carretera son sitios importantes de anidación para algunas especies de aves de pastizales (Laursen 1981, Warner 1992).

Varios autores han mostrado cambios en las comunidades de aves en relación con la distancia a la carretera (ej.: Reijnen *et al.* 1996, Kuitunen *et al.* 1998, Palomino y Carrascal 2007). Así, en hábitat boscosos del hemisferio norte estos efectos alcanzarían alrededor de 300 m y en pastizales de la misma región, este límite pudiera llegar alrededor de los 400 m (Forman 2000). Sin embargo estos datos varían ampliamente desde la distancia de la fuente, en función del tipo de carretera, la densidad de tráfico y del tipo de hábitat que atraviesan (Reijnen *et al.* 1995., Forman & Deblinger 1999., Forman 2000). En carreteras de menores proporciones, más similares a las que atraviesan los páramos andinos, se ha documentado que los efectos son más notables hasta los 150 m y tienden a ser menos obvios después de los 300 m (Ortega & Capen 1999).

Aunque no existieron diferencias significativas entre los valores de cobertura del suelo, el páramo herbáceo mostró mayores proporciones a ~250 m, disminuyó a ~500 m y fue menor a ~25 m (Anexo 2). Esta diferencia se da por presentar mayor proporción de páramo de almohadillas en los transectos más alejados de la carretera y en especial un porcentaje mayor de arbustos de *Polylepis racemosa* asociados a la vía. Esta especie ha sido utilizada en procesos de reforestación en los páramos, principalmente porque tienen un crecimiento más rápido que sus similares nativas (CODESAN 2011). En el área de estudio se encuentran individuos de ésta especie dispersos a lo largo de la carretera, en donde no alcanzan a representar fragmentos de bosques para ser obviados en el censo de aves, pero esta cantidad de individuos de *Polylepis racemosa* es suficiente para disminuir la proporción de la cobertura de páramo herbáceo en los transectos cercanos a la carretera, consecuentemente alterando el hábitat y la distribución de las aves entre las distancias evaluadas.

Analizando la presencia de las especies únicas a cada distancia a la carretera encontramos que a ~25 m fueron Matorralero Nuquipálido (*Atlapetes latinuchus*), Picocono Cinéreo (*Conirostrum cinereum*), y Chingolo (*Zonotrichia capensis*). Estas especies muestran amplios rangos de distribución y son muy comunes en la región (Ridgely y Greenfield 2001, Tinoco y Astudillo 2007). Al contrario de Alinaranja Lomirrojo (*Cnemarchus erythropygius*) y Arriero Piquinegro (*Agriornis montana*) que fueron especies exclusivas de ~250 m y ~500 m, las cuales se muestran fuertemente asociados al páramo herbáceo (Ridgely y Greenfield 2001, Tinoco y Astudillo 2007). Mientras que a ~500 m la única especie exclusiva de esta distancia fue Colicardo Murino (*Schizoeaca griseomurina*) asociado principalmente a sotobosque y páramos arbustivos (Ridgely & Greenfield 2001). Este patrón muestra que las aves podrían responder al cambio y la disponibilidad de hábitat en las tres distancias. Es así que las especies de amplia distribución, se encuentran asociadas a la distancia de ~25 m, la cual a su vez, se encuentra dominada por la presencia de *Polylepis racemosa*.

Hay que recordar que las especies tienen diferentes grados de sensibilidad (Thornton *et al.* 2011), es así que, en este estudio se reportó que Frigilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*) mostró valores elevados de abundancia cerca de la carretera, al contrario de Canestero Multilistado (*Asthenes flammulata*) que presentó niveles altos de abundancia lejos de la carretera. Esto puede deberse a que Frigilo Plomizo, al ser una especie registrada en páramo, pastizales y zonas arbustivas

(Tinoco & Astudillo 2007), puede adaptarse de mejor manera a los recursos que brinda la carretera. Por ejemplo, la alta presencia de arbustos de *Polylepis racemosa* puede servir como un lugar para la nidificación, como lo registro Laursen (1981) con otra especie en su estudio. Mientras que Canastero Multilistado, al extenderse mayormente en páramo arbustivo y pajonales (Ridgely & Greenfield 2001), se asocia directamente con las distancias más lejanas a la carretera.

Con la ordenación a través del NMDS se pudo observar que especies de aves mayormente asociadas a los páramos, son las que se muestran integrando la comunidad de aves a las distancias de ~250 m y ~500 m. Al parecer, lejos de la carretera existe mejor disponibilidad de páramo. De igual forma, este análisis mostró que las especies de aves de amplia distribución se encontraron presentes en la distancia de ~25 m, debido a la alta presencia de arbustos de *Polylepis racemosa*. Demostrando así, que la estructura del hábitat es un factor ambiental que influye en las comunidades de aves. Camp y Best (1993), encontraron que una especie de semillero en Norte América, fue más abundante en las orillas de los caminos con vegetación exótica que en aquellos con plantas nativas. Patrón que probablemente esté relacionado con los valores de abundancia encontrados para Frigilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*), al parecer una especie que aprovecha mejor los recursos que ofrece la carretera.

Estudios sobre la diversidad y endemismo de plantas en el páramo del Parque Nacional Cajas muestran que especies típicas de este ecosistema se encuentran en localidades no asociadas a la carretera (Minga y Verdugo 2007). Incluso valores altos de endemismo en páramo han sido reportado en la zona de Tres Cruces en parcelas ubicadas a 300 – 500 m alejadas de la carretera (Minga *com. pers.*). Esto podría relacionarse con la mayor presencia de especies de aves propias del páramo en los transectos localizados a ~250 m y ~500. Esta tendencia se hace evidente en el resultado del NMDS, donde el PCI (con fuerte influencia de especies introducidas y suelo rocoso) explica la presencia de especies con hábitos arbustivos y de amplia distribución cerca de la carretera.

Las plantas de *Polylepis racemosa* sembradas en el borde de la vía, podrían servir como un corredor para que aquellas especies de borde o generalistas, que tienen mayor capacidad de dispersión, invadan y colonicen las áreas adyacentes (Noss 1987). Además, muchas de estas se sienten atraídas a estos nuevos hábitat y pueden ser predadoras de huevos o de pichones y parasitar nidos, esto reduciría el

éxito reproductivo de las especies del interior (Goosem 1997). Es decir que las aves invasoras empezaran a desplazar los nichos de las especies de páramo.

Los altos niveles de cobertura arbustiva en los bordes de las carreteras, pueden servir como sitios importantes para la nidificación y percha de algunas especies, aumentando así la abundancia de aves cerca de las carreteras. Esto trae consigo problemas para la comunidad de aves. Kuitunen (1998) registró que el tráfico aumenta la mortalidad de las aves de cría, especialmente durante el período de alimentación, cuando los adultos están llevando alimentos a los nidos y vuelan a través de la carretera o el forraje, por el camino de los insectos voladores. Así también, Frías (1999) registró que los individuos juveniles fueron los que presentaron mayores índices de atropellamiento. Por lo tanto la probabilidad de mortalidad de aquellas especies más abundantes registradas cerca de la carretera como Frijilo Plomizo (*Phrygilus unicolor*) y Cinclodes Alifranjeado (*Cinclodes fuscus*) podría aumentar.

En varios hábitat a nivel mundial se ha considerado la idea de entender que los efectos de las carreteras son acumulativos (Forman 2000). Al utilizar a los transectos como unidades fijas de muestreo, estos por su ubicación y logística, pueden ser replicados en el tiempo, de tal forma monitoreos a largo plazo ayudarían a demostrar fluctuaciones en los patrones de diversidad y composición en función del tiempo. Así también, estudios posteriores que tomen en cuenta nuevas variables como los recursos disponibles cerca a las carreteras, el ruido producido por el tráfico vehicular o las colisiones de las aves con los vehículos, nos pueden ayudar a entender de mejor manera la influencia de las carreteras en las comunidades de aves.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

La carretera Cuenca-Molleturo-Naranjal influye en la comunidad de aves de páramo en el Parque Nacional Cajas, aumentando los valores de riqueza, abundancia y la composición de la comunidad en función de las distancias evaluadas.

Tanto la riqueza como la abundancia difieren significativamente entre las distancias, registrando valores más altos cerca a la carretera y una notable disminución de estos conforme los transectos se alejan de la vía.

Frijilo plumizo (*Phrygilus unicolor*) se presentó como la especie significativamente más abundante a ~25 m, mientras que a las distancias de ~250 m fue Canestero Multilistado (*Asthenes flammulata*). Patrón asociado al cambio de hábitat entre las distancias evaluadas.

La presencia de *Polylepis racemosa* en el borde de la carretera, altera la estructura del hábitat. Esta es una de las variables ambientales que definió la ordenación de la comunidad de aves de páramo, la cual podría aumentar la presencia de especies de amplia distribución en esta distancia. Por lo tanto es importante considerar que la reforestación de los bordes de las carreteras debe realizarse con especies nativas.

Las diferencias en el ensamble de aves a las tres distancias de la carretera evaluadas es una consecuencia del tipo de cobertura de suelo así como de la distancia a la carretera.

Los resultados de este estudio aportan al cambio en la percepción de los efectos de las carreteras sobre las aves, pues ayudan a entender que la influencia va más allá de la variación de los valores de diversidad. Ya que la composición de la comunidad y su relación con el hábitat pueden explicar de mejor manera los efectos de las carreteras.

RECOMENDACIONES

Esta investigación puede sentar las bases para realizar más trabajos sobre la influencia de las carreteras en los ecosistemas andinos. El mejor entendimiento de los efectos de las carreteras y estudios que consideren nuevas variables de respuesta permitirán tomar medidas de conservación sobre las comunidades de aves andinas.

Es importante mantener los esfuerzos por la conservación de los hábitat naturales presentes en el Parque Nacional Cajas para de esta forma asegurar la continuidad de los procesos ecológicos entre las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

ADDINSOFT. 2004. XLSTAT Pro, ver. 7.5. Addinsoft SARL.

AGUIRRE, C. & J. O. Rangel. 2007. Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia: una aproximación. *Caldasia* 29(2):235–262.

BAQUERO, F.; Sierra, R.; Ordoñez, L.; Tipán, M.; Espinosa, L.; Rivera, M. B. & P. Soria. 2004. La Vegetación de los Andes del Ecuador. EcoCiencia. CELSA. EcoPar. MAG SICAGRO. CDD. Jatun Sacha. IGM.

BAGER, A. & C. Alves da Rosa. 2012. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 20(1), 30-39.

BIRDLIFE INTERNATIONAL & Conservation International. 2005. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador.

CASTAÑO, C. 2002. Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición Hotspot y Global Climatic Tensor. Ministerio del Medio Ambiente. IDEAM. PNUD.

CISNEROS, R.; López, F.; Ordoñez, L. & W. Guzmán. 2004. La carretera Cajanuma-Lagunas del Compadre en el Parque Nacional Podocarpus: La susceptibilidad de las áreas protegidas. Ed: Abya-yala, EcoCuencia. SeriePáramo (15):31–49.

CODESAN. 2011. Los riesgos de la reforestación de los páramos con especies exóticas: El caso *Polylepis racemosa*. Consorcio para el Desarrollo de la Ecorregión Andina y su Proyecto Páramo Andino. Propuestas Andinas Páramo. Quito, Ecuador.

CURSACH, J. & J. Rau. 2008. Influencia de las perturbaciones humanas sobre la diversidad del ensamble de aves costeras en el Seno de Reloncaví, sur de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 14: 92-97.

DELGADO, O.; López, M.; Aguilar & M. Cordero. 2006. Componente geomorfología glaciar del Parque Nacional Cajas – Ecuador. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

HOFSTEDE, R.; Coppus, R.; Mena Vásconez, P.; Segarra, P.; Wolf, J. y J. Sevink. 2002. El Estado de Conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *ECOTROPICOS* 15: 3 - 18.

KOCIOLEK, A. & T. Clevenger. 2011. Effects of Paved Roads on Birds: A Literature Review and Recommendations for the Yellowstone to Yukon Ecoregion. Yellowstone to Yukon Conservation Initiative. Canmore, Alberta.

KRABBE, N. & J. Nilsson. 2003. Birds of Ecuador (DVD). Westernieland, Netherlands: Bird Songs International.

MINGA, D. & A. Verdugo. 2007. Riqueza florística y endemismo del Parque Nacional Cajas. Herbario Azuay, Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.

MONTGOMERY, L. 2002. Diseño y análisis de experimentos. México. Limusa-Wiley, 2º edición.

OKSANEN, J.; Kindt R.; Legendre P.; O'Hara, B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Henry, M.; Stevens, H. & H. Wagner. 2009. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.15-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan> Consulta: julio 2012.

OKSANEN, J. 2011. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. <http://cran.r-project.org> Consulta: julio 2012.

PALOMINO, D. & L.M. Carrascal. 2007. Threshold distances to nearby cities and roads influence the bird community of a mosaic landscape. *Biological conservation*. 140 100 – 109

QUINN, G. P. & M. J. Keough. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

RIDGELY, R. & P. Greenfield. 2001. The birds of Ecuador: status, distribution and taxonomy. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York, USA.

RIDGELY, R. & P. Greenfield. 2006. Aves del Ecuador Vol II. Traducción: Ilán Greenfield Kalil. Fundación JOCOTOCO. Pp. 812.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org> Consulta: julio 2012.

SUMMERS, P.; Cunnington, G. & L. Fahrig. 2011. Are the negative effects of road on breeding birds caused by traffic noise?. Journal of Applied Ecology. Ottawa, Canada.

TINOCO, B. & P. Astudillo. 2007. Guía de campo de las aves del Parque Nacional Cajas. ETAPA. Cuenca, Ecuador.

TERRÁDEZ, M. G. 2002. Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math. Secretaría de Educación y Universidades. México, DF.

THORNTON, D.; Branch, L. & M. Sunquist. 2011. The influence of landscape, patch, and within-patch factors on species presence and abundance: a review of focal patch studies. Landscape Ecol., 26(1):7:18.

TORRES, A. 2010. Efectos de la construcción de una autopista sobre una población de avutardas: Influencia en la distribución espacial y efectos en la abundancia y la productividad. En línea: <http://www.uam.es> Consulta: agosto 2012.

VENABLES, W. N. & B. D. Ripley. 2002. Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS. R package. Version 7.3-21. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0. <http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/> Consulta: julio 2012.

ANEXOS

Anexo 1.- Lista de aves registradas para cada distancia evaluada, Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, Ecuador.

ESPECIES	DISTANCIAS EVALUADAS		
	~25 m	~250m	~500 m
Rayito Brillante (<i>Aglaeactis cupripennis</i>)	x	x	
Arriero Piquinegro (<i>Agriornis montana</i>)		x	x
Cachudito Torito (<i>Anairetes parulus</i>)	x	x	
Canastero Multilistado (<i>Asthenes flammulata</i>)	x	x	x
Matorralero Nuquirrufo (<i>Atlapetes latinuchus</i>)	x		
Semillero Paramero (<i>Catamenia homochroa</i>)	x	x	
Semillero Sencillo (<i>Catamenia inornata</i>)	x	x	x
Picoespada Dorsiazul (<i>Chalcostigma stanleyi</i>)	x	x	x
Cinclodes Piquigrueso (<i>Cinclodes excelsior</i>)	x	x	x
Cinclodes Alifranjeado (<i>Cinclodes fuscus</i>)	x	x	x
Soterrey Sabanero (<i>Cistothorus platensis</i>)	x	x	x
Alinaranja Lomirrojo (<i>Cnemarchus erythropygius</i>)		x	
Picocono Cinéreo (<i>Conirostrum cinereum</i>)	x		
Pinchaflor Negro (<i>Diglossa humeralis</i>)	x	x	
Tangara Montana Pechianteada (<i>Dubusia taeniata</i>)	x	x	
Becasina Andina (<i>Gallinago jamesoni</i>)	x	x	x
Gralaria Leonada (<i>Grallaria quitensis</i>)	x	x	x
Tijeral Andino (<i>Leptasthenura andicola</i>)	x	x	x
Tiranillo Barbiblanco (<i>Mecocerculus leucophrys</i>)	x	x	
Metalura Gorjivioleta (<i>Metallura baroni</i>)	x	x	x
Dormilona de Páramo (<i>Muscisaxicola alpina</i>)	x	x	x
Pitajo Dorsipardo (<i>Ochthoeca fumicolor</i>)	x	x	x
Picocono Gigante (<i>Oreomanes fraseri</i>)	x	x	
Estrella Ecuatoriana (<i>Oreotrochilus chimborazo</i>)	x	x	x
Frigilo Plomizo (<i>Phrygilus unicolor</i>)	x	x	x
Colicardo Murino (<i>Schizoeca griseomurina</i>)			x
Mirlo Grande (<i>Turdus fuscater</i>)	x	x	x
Xenodacnis (<i>Xenodacnis parina</i>)	x	x	x
Chingolo (<i>Zonotrichia capensis</i>)	x		

Anexo 2. Porcentajes de la cobertura de suelo en las tres distancias evaluadas, Parque Nacional Cajas, Provincia del Azuay, Ecuador.

