



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Abundancia relativa y uso de microhábitat de la población  
de cuatro especies simpátricas de Grallaria, en un  
hábitat altoandino del sur del Ecuador**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del al título de:  
BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Autores:**

**MARÍA GABRIELA AGUILAR ROMERO**  
**EDUARDO ANDRÉS BARNUEVO FLORES**

**Director:**

**PhD. BORIS ADRIÁN TINOCO MOLINA**

**CUENCA- ECUADOR**

**2018**

**DEDICATORIA**

*A nuestra familia por todo el apoyo brindado, especialmente a nuestros padres que han sido el motor fundamental en cada paso que damos y a nuestros amigos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Boris Tinoco por su paciencia y presencia a lo largo de este proyecto, por demostrarnos que con esfuerzo y esmero se puede llegar a cumplir grandes metas.

A nuestra amiga Andrea Nieto por estar ahí, guiándonos y apoyándonos.

A Sebastián Padrón y David Siddons, por la revisión y las constantes ideas siempre con la finalidad de mejorar este trabajo.

Al guardia del Parque Nacional Cajas, Don José, que siempre estuvo presto a ayudarnos.

A Steve Latta por la gran predisposición para ayudarnos y sobre todo por la financiación para este proyecto por medio de la Fundación National Aviary.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1: METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
1.1. Área de estudio.....	4
1.2. Especies en estudio.....	5
1.3. Diseño experimental.....	9
1.4. Métodos.....	11
1.5. Análisis estadístico.....	14
<b>CAPÍTULO 2: RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
2.1. Abundancia y presencia de especies.....	18
2.2. Uso de microhábitat de especies.....	21
<b>CAPÍTULO 3: DISCUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA:.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1. Mapa del área de estudio, Valle de Llaviucu, Parque Nacional Cajas. ....	55
Figura 1.2. Ilustración de <i>Grallaria rufula</i> .....	55
Figura 1.3. Ilustración de <i>Grallaria ruficapilla</i> .....	66
Figura 1.4. Ilustración de <i>Grallaria squamigera</i> .....	7
Figura 1.5. Ilustración de <i>Grallaria quitensis</i> .....	8
Figura 1.6. Metodología utilizada para el estudio del uso del microhábitat.....	10
Figura 1.7. Diseño del método de puntos de conteo con radio.....	11
Figura 1.8. Ejemplo del método de triangulación.....	13
Figura 2.1. Comparación de la abundancia relativa de <i>Grallaria rufula</i> entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. ....	18
Figura 2.2. Comparación de la abundancia relativa de <i>Grallaria ruficapilla</i> entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. ....	19
Figura 2.3. . Comparación de la abundancia relativa de <i>Grallaria squamigera</i> entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. ....	20
Tabla 2.1. Variables más influyentes en la abundancia de <i>Grallaria rufula</i> , <i>Grallaria ruficapilla</i> y <i>Grallaria squamigera</i> en el valle de Llaviucu. ....	21
Figura 2.4. Análisis escalado multidimensional no métrico en el uso de microhábitats de las especies de <i>Grallaria</i> en el valle de Llaviucu. ....	22
Tabla 2.2. Valores promedio y error estándar de las variables de hábitat medidas de 4 especies de <i>grallaria</i> en el valle de Llaviucu, Parque Nacional Cajas.....	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores del análisis del PCA de las variables de estructura del hábitat de las cuatro especies de Grallaria.....	35
Anexo 2. Valores del análisis del PCA de las variables de composición del hábitat de las cuatro especies de Grallaria. ....	35

**ABUNDANCIA RELATIVA Y USO DE MICROHÁBITAT DE LA POBLACIÓN  
DE CUATRO ESPECIES SIMPÁTRICAS DE GRALLARIA, EN UN  
HÁBITAT ALTOANDINO DEL SUR DEL ECUADOR**

**RESUMEN**

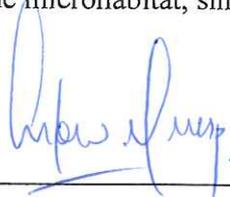
El género *Grallaria* son aves insectívoras de sotobosques, presentan técnicas de forrajeo especializadas y limitada capacidad de dispersión. La coexistencia de estas especies simpátricas, propone a la competencia como un factor influyente para su estructura, ya que, puede generar exclusión o diferenciación de nichos. Con esta investigación se estudió, la influencia del tipo de hábitat (Bosque, matorral, pastizal y páramo) sobre la presencia y abundancia relativa; y las variaciones en el uso de microhábitat de cuatro especies de *Grallaria*, en el valle de Llaviucu, dentro del Parque Nacional Cajas. Se aplicó el método de puntos de conteo y triangulación respectivamente. Los resultados mostraron que existen ligeras diferencias significativas en el uso del tipo de hábitat con respecto a la abundancia, y en cuanto al microhábitat, *G. rufula* y *G. ruficapilla*, coexisten en espacios con características similares.

**Palabras claves:** Grallaria, abundancia, uso de microhábitat, simpátrica, sintópica



Boris Adrián Tinoco Molina

**Director del trabajo de titulación**



Antonio Manuel Crespo Ampudia

**Coordinador de Escuela**



María Gabriela Aguilar Romero



Eduardo Andrés Barnuevo Flores

**Autores**

**RELATIVE ABUNDANCE AND USE OF MICROHABITAT OF THE  
POPULATION OF FOUR SYMPATRIC SPECIES OF GRALLARIA IN A  
HIGH ANDEAN HABITAT IN SOUTHERN ECUADOR**

**ABSTRACT**

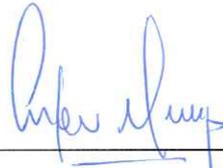
The Grallaria genus are insectivorous birds of understory, they present specialized foraging techniques and limited dispersal capacity. The coexistence of these sympatric species proposed competition as an influential factor for its structure, since it could generate exclusion or differentiation of niches. With this research, the influence of the type of habitat (Forest, scrubland, pastureland and moor) on the presence and relative abundance was studied. The variations in the use of microhabitat of four species of Grallaria in the valley of Llaviucu in Cajas National Park were determined. The counting and triangulation method was applied. The results showed that there were slight significant differences in the use of habitat type with respect to abundance. As for the microhabitat, G. rufula and G. ruficapilla coexisted in spaces with similar characteristics.

**Keywords:** Grallaria, abundance, use of microhabitat, sympatric, syntactic



Boris Adrián Tinoco Molina

**Degree Work Director**



Antonio Manuel Crespo Ampudia

**Faculty Coordinator**

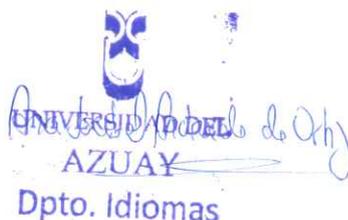


María Gabriela Aguilar Romero



Eduardo Andrés Barnuevo Flores

**Authors**



UNIVERSIDAD FIDEL DE OCHY  
AZUAY  
Dpto. Idiomas



Translated by

Ing. Paul Arpi

Aguilar Romero María Gabriela

Barnuevo Flores Eduardo Andrés

Trabajo de Titulación

Tinoco Molina Boris Adrián, PhD

Marzo, 2018

**ABUNDANCIA RELATIVA Y USO DE MICROHÁBITAT DE LA  
POBLACIÓN DE CUATRO ESPECIES SIMPÁTRICAS DE GRALLARIA,  
EN UN HÁBITAT ALTOANDINO DEL SUR DEL ECUADOR**

**INTRODUCCIÓN**

En el Ecuador, las aves son uno de los grupos más estudiados, por lo que existe información relativamente abundante sobre su distribución; sin embargo, para la mayoría de las especies tropicales la información es escasa en aspectos como el uso de territorio y abundancia en distintos tipos de hábitat (Cisneros, 2006; Kikuchi, 2009). Este tipo de información puede ser de gran importancia para identificar tipos de hábitat clave para una especie, y entender patrones de coexistencia de especies (Orjuela & Jiménez, 2004, Quiñonez & Hernández, 2017). La carencia de estudios sobre estos aspectos, genera vacíos demográficos y ecológicos, puntos importantes que proporcionan las bases para entender patrones de distribución de las especies y la creación de planes para su conservación (Kikuchi, 2009).

La coexistencia entre especies en un mismo espacio es trascendental para entender procesos ecológicos cómo la organización de las comunidades dentro de un mismo espacio, es decir, de que recursos se están aprovechando las especies para poder sobrevivir. Dentro de esto, se establece que la competencia es uno de los principales factores que influye en la estructura de las comunidades (Gordón,

2000). Dado esto, al existir solapamiento de nichos podrían presentarse dos sucesos: una de las especies podría ser excluida por competencia (principio de exclusión competitiva) (Soto & Palomares, 2015); o a su vez, para poder coexistir, las especies podrían evitar la competencia a través de la diferenciación de nichos, como cambios en su alimentación (nivel trófico), en los sitios utilizados para alimentarse (nivel espacial) y en su actividad durante el día (nivel temporal) (Marrone, 1988; Lorenzo, et al 2008). Asimismo, para que exista una coexistencia estable, la diferenciación entre sus nichos debe ser superior a la similaridad entre especies o que no exista una limitación de recursos (superabundantes) (Marañón, 1991; Lorenzo, *et al* 2008).

La alta diversidad en los trópicos ha permitido una diferenciación de nichos muy fina entre especies (Osorio & Molina, 2009). Esto se explica porque al existir una alta riqueza y abundancia de especies, estas tienden a competir por los mismos recursos, de manera que se produce una reducción en su nicho ecológico (muy fina) (Jaksic & Marone, 2007), es decir, una especie tiene que ceder en la competencia para dicho recurso o cambiar el tipo de recursos de los cuales se aprovechan y así poder coexistir (Llorente & Morrone, 2001). Estudios de aves del género *Grallaria* pueden ser útiles para explorar la diferenciación de nichos. Este es un grupo que presenta técnicas de forrajeo especializadas y una limitada capacidad de dispersión, por lo que sus nichos podrían estar potencialmente superpuestos (Vié et al. 2009). La mayoría de las especies se restringen geográfica y altitudinalmente. Son aves insectívoras terrestres que habitan en el sotobosque dentro de bosques húmedos y montanos de densa vegetación, y son territorialistas (Kattan & Beltran, 1999; Kattan & Beltran, 2002; Ridgely & Guy, 1994).

Kattam y Beltrán (2002), realizaron una investigación sobre el uso de hábitat y abundancia de grallarias en la cordillera Central de Colombia, entre 1995 y 2002. Para este estudio tomaron en cuenta 5 especies del género *Grallaria* en tres tipos de hábitat: bosque joven de crecimiento secundario, bosque mixto de 30 años y bosque de aliso de 30 años. En cuanto al tipo de hábitat utilizado por las especies no encontraron diferencias significativas, pues todas se encontraban presentes en

los distintos hábitats y para la abundancia relativa tampoco encontraron diferencias significativas, ya que utilizaron los tres tipos de hábitat en proporción a su ocurrencia en el paisaje. Todo esto puede estar relacionado con lo anteriormente mencionado, ya que a más de coexistir en un mismo hábitat no se ve alterada su abundancia, por lo que se podría asumir que estas especies tienen una partición de nichos muy fina, es decir, existen pequeños cambios en sus hábitos alimenticios u ocupación en el espacio.

Dentro del Parque Nacional Cajas (PNC), cuatro especies del género *Grallaria* ocurren simpátricamente: *Grallaria rufula*, *Grallaria ruficapilla*, *Grallaria squamigera* y *Grallaria quitensis* (Tinoco, *et al.* 2009). A nivel nacional, ninguna de estas especies se encuentra ubicada en alguna categoría de amenaza (Granizo *et al.* 2002), sin embargo, el PNC se ha visto afectado por actividades de pastoreo, que han alterado la estructura original de la vegetación, siendo estos los factores más importantes de disturbio para estas especies (Hofstede, *et al.* 2002). Según, Sekercioglu *et al.* (2002), estos factores de disturbio podrían generar efectos negativos en estas especies insectívoras de sotobosque, puesto que son susceptibles a la fragmentación (Vié *et al.* 2009; Andino, 2014).

Con este estudio se pretende generar información relevante acerca de las grallarias, mediante el estudio de la presencia, abundancia relativa y el uso de microhábitat de la población de cuatro especies de grallaria en un hábitat altoandino dentro del Parque Nacional Cajas, con el fin de determinar si el tipo de hábitat y la estructura de la vegetación influyen en la abundancia y describir variaciones en el uso de microhábitat entre las especies.

## CAPÍTULO 1

### METODOLOGÍA

#### 1.1. Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en el Parque Nacional Cajas (PNC), ubicado en la provincia del Azuay, sur del Ecuador. El PNC presenta alrededor de 28.544 ha con un rango altitudinal que van desde los 3.152 msnm a 4.445msnm (MAE, 2014). El PNC almacena sistemas acuáticos interconectados y diversas formaciones vegetales, las mismas que entran en diversos ecosistemas como: bosques de neblina montano, bosque siempre verde montano alto, herbazal lacustre montano y páramo herbáceo (MAE, 2016). El PNC es considerado un centro de evolución de muchos taxones y endemismo vegetal (Pinos, 2012).

El estudio se realizó, en el valle de Llaviucu (2°50' S, 79° 8' O), dentro del PNC (Figura 1.1). Está es una zona con gran concurrencia de turistas y presencia de animales como llamas y caballos. Posee un rango altitudinal que oscila entre los 3100 y 3500 m.s.n.m. y su temperatura varía entre los -2 y 18°C. En el valle existe una alta diversidad florística, con mosaicos de hábitats, que van desde bosques, motorrales, pastizales, hasta llegar a la transición donde encontramos herbazal de páramo, como consecuencia, estos hábitat albergan una alta riqueza faunística (Pinos, 2012; MAE, 2016). Según, la clasificación del MAE (2012), esta zona se encuentra dentro de la formación de Bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los andes.

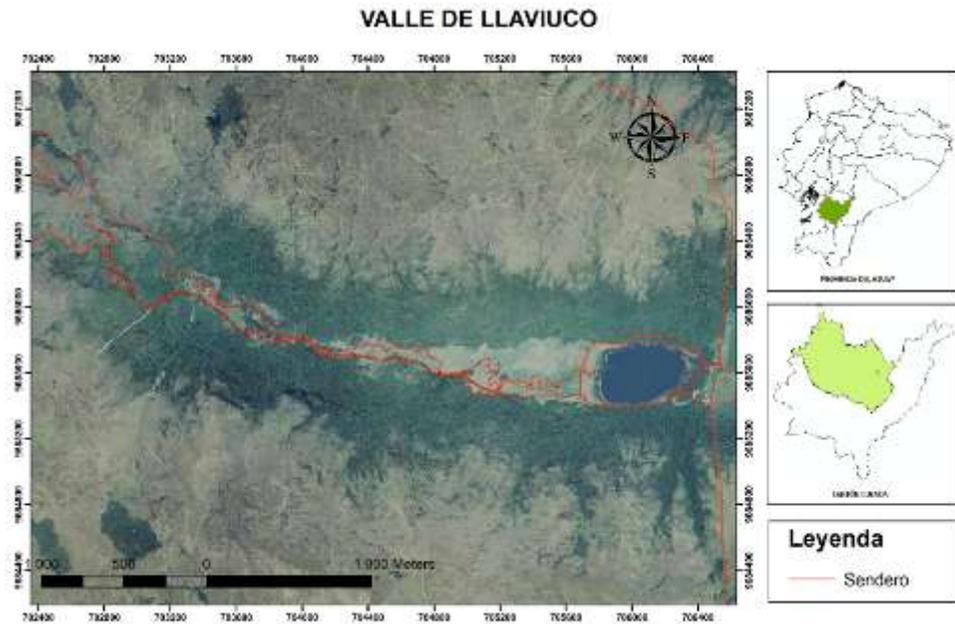


Figura 1.1. Mapa del área de estudio, Valle de LLaviuco, Parque Nacional Cajas.

## 1.2. Especies en estudio

### *Grallaria rufula*



Figura 1.2. Ilustración de *Grallaria rufula*

Fuente: Van Giersbergen, 2012

Es la grallaria más pequeña y más común con relación a las otras tres especies en estudio. Presenta sutilmente un color leonado más opaco en la parte inferior y puede llegar a medir entre 14 y 15 cm de altura (Ridgely & Guy, 1989). Ocurre en las regiones montañosas que van desde Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru y Bolivia, con un rango altitudinal de 2300-3650 m.sn.m (Krabbe & Schulenberg 2018). Muy fácil de observar en senderos ya que no es tímida, puede ser encontrada también en las partes inferiores del sotobosque en bosques montanos húmedos, fronteras forestales y en áreas pantanosas (Ridgely & Guy, 1989; Krabbe & Schulenberg 2018).

Su estado de conservación es de preocupación menor, ya que, a más de ser muy común, presenta poblaciones estables y no existen evidencias sustanciales que provoquen la perdida de esta (Birdlife International, 2018).

***Grallaria ruficapilla***



Figura 1.3. Ilustración de *Grallaria ruficapilla*

Fuente: Neotropical Birds, 2018

Esta especie presenta una coloración marrón en la cabeza que le da el aspecto de tener una capucha, su vientre es de color blanco al igual que su garganta, aunque este con pequeñas rayas negras verticales indistintamente, las partes superiores por lo general son oscuras incluyendo las alas y cola (Greeney & Kirwan, 2013). Se encuentra distribuida desde el noreste de Venezuela, a través de las cordilleras andinas de Colombia hasta el Sur de Ecuador y Perú; y Bolivia, con un amplio

rango altitudinal que va desde los 1200-3600 m.s.n.m. (Schulenberg et al., 2006). Es bastante común y está presente en el bosque húmedo subtropical y templado. Generalmente se mueve sola o en parejas y puede ser encontrada en las partes bajas del bosque o a lo largo de senderos (Athanas & Greenfield, 2016). En cuanto a su dieta esta especie suele alimentarse al igual que todas las especies de este género, de pequeñas lombrices y arañas pequeñas (Greeney & Kirwan, 2013).

Debido a que tiene poblaciones que están en constante incremento, un amplio rango geográfico y tolera la perturbación de su hábitat en cierto grado (Freile et al., 2010), su estado de conservación es de preocupación menor. Una razón para su incremento poblacional son las actividades humanas que pueden estar generando nuevos hábitats para esta especie (Greeney & Kirwan, 2013).

### *Grallaria squamigera*



Figura 1.4. Ilustración de *Grallaria squamigera*

Fuente: Neotropical Birds, 2018

Esta especie presenta un color marrón oscuro en su cabeza, su garganta es de color blanco, separado por una pequeña línea negra, en las partes inferiores predomina el color naranja con puntos marrones oscuros (Neotropical Birds, 2018). Se encuentra distribuida desde el sudoeste de Venezuela hasta el centro sur de Bolivia (Neotropical Birds, 2018), con un rango altitudinal de 1800-3700 m.s.n.m.

(Ridgely & Guy, 1989) Habita los estratos más bajos de los boques montanos o secundarios, es muy poco observada, ya que es muy tímida y se mueve de manera sigilosa, sin embargo, se la puede encontrar y escuchar en horas previas al amanecer, sobre todo si existe presencia de neblina (Ridgely & Guy, 1989; Athanas & Greenfield, 2016). Por lo general forrajean solas y en su dieta predominan las lombrices e insectos como escarabajos, sin embargo, al igual que todas estas especies de este género existe muy poca información en cuanto a este aspecto (Krabbe & Schulenberg, 2018).

Su estado de conservación es de preocupación menor, debido a que tiene poblaciones estables y no existen amenazas significantes (Birdlife International, 2018).

### *Grallaria quitensis*



Figura 1.5. Ilustración de *Grallaria quitensis*

Fuente: Carrasco, 2011

Esta especie es de tamaño mediano con un plumaje apagado, en la parte superior por lo general son de color marrón oliva y la parte inferior presenta un color leonado con partes blancas indistintamente (Athanas & Greenfield, 2016). Se encuentra distribuida en los andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia entre los 2200 y 4500 m.s.n.m. (Ridgely & Guy, 1989; Greeney, 2015), pero generalmente es confinado a altitudes por encima de los 2800 m.s.n.m. Es

muy común en páramos, zonas boscosas aledañas a las áreas agrícolas y en los bordes del bosque templado (Ridgely & Guy, 1989; Athanas & Greenfield, 2016). Con frecuencia deja las zonas de densa vegetación para alimentarse en zonas abiertas (Athanas & Greenfield, 2016) y puede ser vista saltando al aire libre a gran velocidad o perchadas en zonas altas de arbustos (Ridgely & Guy, 1989). Generalmente es una especie solitaria, aunque algunas veces puede ser vista en parejas (Krabbe & Schulenberg, 2003). De acuerdo a su dieta según lo poco estudiado, esta especie suele alimentarse de una variedad de invertebrados como escarabajos o larvas del orden Diptera y Lepidoptera, semillas de bayas e incluso de pequeñas ranas (Olivares 1973; Parker et al., 1985; Krabbe & Schulenberg, 2003).

Su estado de conservación es de preocupación menor, debido a que es muy común, tiene un amplio rango geográfico y sus poblaciones son estables (Birdlife International, 2018), sin embargo, esta especie se encuentra amenazada por la quema de páramos y la cosecha de *Polylepis* para hacer carbón (Greeney, 2015).

### **1.3.Diseño experimental**

#### **Abundancia y presencia de especies**

Se realizó un muestreo estratificado de acuerdo a la distribución de los tipos de vegetación existentes y a la accesibilidad de los mismos en el Valle de Llaviuco. Para esto se empleó un mapa con la Ortofoto del Parque Nacional Cajas, en el mismo que se establecieron cuadrantes de 200 m<sup>2</sup>. Cada cuadrante se clasificó por su tipo de vegetación de manera visual, lo que se corroboró posteriormente con observaciones en el campo; la clasificación incluyó: bosque, pastizal, matorral y páramo.

Con los cuadrantes seleccionados del valle, se consideró alrededor del 50% de estos, los mismos que fueron elegidos al azar dependiendo de la proporción de los diferentes hábitats en el paisaje: en bosque se obtuvieron 10 puntos de muestreo,

en matorral 11, en pastizal 7 y en páramo 2, muestreando así, un total de 30 cuadrantes.

### Uso de microhabitat de especies

Para estudiar el microhábitat utilizado por cada especie, en el valle de LLaviucu se establecieron 9 transectos de 200 metros en todo el valle; y para efectos de muestreo fueron divididos cada 50 metros, es decir, 4 subtransectos (el primer transecto fue de 0 a 50m, el segundo de 50 a 100m, el tercero de 100 a 150m y el cuarto de 150 a 200m), que en total fueron 36 subtransectos (Figura 1.6). Estos transectos se colocaron en zonas donde existe mayor presencia de especies de *Grallaria* (Ver métodos).



Figura 1.6. Metodología utilizada para el estudio del uso del microhábitat. (A) Ubicación de los transectos a lo largo del valle (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9). (B) Separación entre transectos. (C) División de subtransectos.

## 1.4. Métodos

### Abundancia y presencia de especies

Para estimar la presencia (las especies que se encuentran en cada tipo de vegetación) y abundancia (individuos de cada especie, por tipo de vegetación) de grallarias en el valle de Llaviucu, se empleó el método de conteo por puntos. Este es uno de los métodos principales para el censo de aves terrestres, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats (Ralph, et al. 1996; Seoane et al, 2010 & Thomas et al. 2002).

En cada cuadrante elegido se colocó un punto de conteo, verificando que sean zonas accesibles y para lograr una mayor independencia entre puntos, estos fueron separados un mínimo de 200 metros. En cada punto se estableció un radio límite de 30 metros, en el cual un solo observador permaneció en un punto fijo y anoto todas las aves registradas visual y auditivamente (Ralph, et al. 1996) (Figura 1.7).

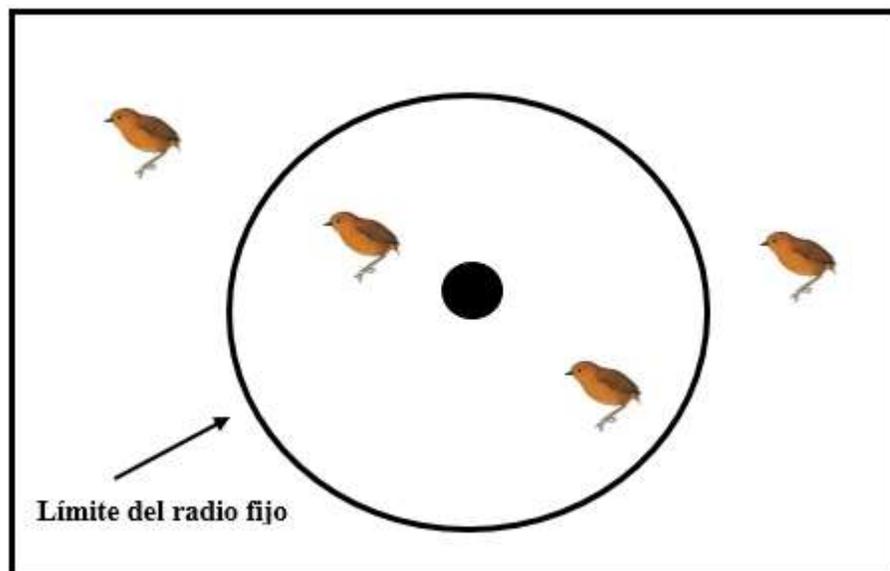


Figura 1.7. Diseño del método de puntos de conteo con radio

El monitoreo se realizó desde las 06:00 hasta las 09:00 am, tiempo de mayor actividad de las aves, durante un período de diez minutos en cada punto de conteo

siguiendo la metodología propuesta por Ugalde et al., 2012. Se realizaron 5 muestreos en cada uno de los 30 puntos de conteo, con un total de 150 muestreos.

Adicionalmente se tomaron datos de la estructura de vegetación de cada punto de conteo, para lo cual se establecieron parcelas circulares de 5 metros de radio, tomando como punto central las coordenadas donde se realizó el punto de conteo siguiendo la metodología propuesta por Gregory *et al.* 2004; Sánchez & Calle, 2011 y se procedió a medir:

- Abundancia de arbustos: se realizó, a través, del método de toques de avión, que consistió desplazarse con los brazos abiertos y anotar todas las plantas con un diámetro a la altura del pecho (DAP) menor a 3cm, cada metro, en dirección norte, sur, este y oeste, en relación al punto de conteo.

Abundancia de árboles: para esto se tomó en cuenta todos los árboles dentro de la parcela con el DAP con las siguientes medidas: 3 -8 cm, 9 – 15 cm, 16 – 23 cm, 24 – 38 cm y  $\geq 39$  cm

- Árboles más altos: se estimó la altura de los 10 árboles más altos dentro de la parcela.

- Cobertura del dosel: se calculó visualmente la proporción de cobertura del dosel, tomando en cuenta como 4 el valor máximo de cobertura y 1 como el valor mínimo, esto se realizó cada metro, en dirección norte, sur, este y oeste.

- Perfil de la vegetación: se tomaron medidas a cada metro, en dirección norte, sur, este y oeste, simulando un poste vertical, se contaron los puntos que estaban en contacto de la vegetación hasta la altura máxima del dosel, en intervalos de 0 a 30 m, colocando el signo (+) si estaban en contacto y (0) si no estaban.

### **Uso de microhábitat de especies**

Para esto se utilizó el método de triangulación, el cual es bastante utilizado en el caso de aves territoriales, por ejemplo, en un estudio realizado en Colombia, con dos poblaciones aisladas de *Agelaius icterocephalus*, aplicaron triangulación desde

puntos fijos, con el objetivo de obtener la ubicación de los individuos y el tamaño de los territorios (Naranjo,2015). Este método tiene como objetivo principal mapear la ubicación exacta de los individuos en el espacio, para posteriormente obtener información del microhábitat de cada especie (Martínez, 2014). Los muestreos fueron realizados desde las 6:00 am hasta las 9:00 am y en la tarde desde las 15:00 pm hasta las 18:00 pm durante 5 días en cada transecto, por un tiempo de 10 minutos por cada subtransecto, obteniendo así un total de 10 muestreos por subtransecto, 40 muestreos por transecto y en total 360 muestreos.

El método de triangulación, consistió en que dos personas se coloquen en dos puntos fijos diferentes en cada subtransecto, es decir separadas cada 50 metros, luego procedían a tomar el ángulo (con ayuda de una brújula) del ave escuchada. Una vez obtenidos estos datos se procedía a estimar el punto exacto de localización del individuo siguiendo la metodología propuesta por Martínez, 2014 y Larrea, 2015, usando Google Earth, y la herramienta regla (Figura 1.8). Para evitar el sesgo o equivocaciones, nos comunicamos a través de radios walkie-talkie, y así se verificaba que el individuo muestreado fuese el mismo (Daenzer, 1994).



Figura 1.8. Ejemplo del método de triangulación. (P2.1. Punto donde se encontraba el primer observador. P2.2. Punto donde se encontraba el segundo observador. GRF. Punto exacto de triangulación donde se encontraba la *Grallaria ruficapilla*).

Para establecer posibles territorios, se procedió a graficar en Google earth los datos de cada individuo registrado, en donde los puntos más cercanos de una misma especie, fueron tomados como un territorio, luego se procedió a escoger al azar tres puntos de estos territorios para la toma de datos de vegetación. En cada uno de estos puntos se delimito parcelas circulares de 10 metros de diámetro y se procedió a tomar datos abundancia de arbustos, abundancia de árboles, árboles más altos, cobertura de dosel y perfil de vegetación de la misma manera que se describió en la sección anterior, en el método de abundancia y presencia de especies (Gregory *et al.* 2004; Sánchez & Calle, 2011), adicionalmente se agregaron dos nuevas variables:

**Cobertura de hojarasca:** para la cual en cada metro de la parcela y en sentido norte, sur, este y oeste, se midió la profundidad de la hojarasca presente en el suelo con una regla.

**Distancia del ave al borde:** se midió la distancia del ave hacia el borde, en relación de la ubicación de cada individuo, en Google Earth con la herramienta regla.

Además, se estimó a simple vista el porcentaje de variables de composición de hábitat como: % de suelo desnudo, % de hojarasca, % de troncos, % de rocas, % de musgo, % de raíces expuestas y % de agua.

## 1.5. Análisis estadístico

### Abundancia y presencia de especies

Con la finalidad de saber si las variables de vegetación están influyendo sobre la abundancia de las cuatro especies de *Grallaria* y la presencia de las especies en cada hábitat, se realizó un análisis de modelos lineales (Ugalde *et al.*, 2012).

Para realizar estos análisis, se tomó el mayor registro de abundancia de cada especie de los 5 muestreos; luego se procedió a comprobar la normalidad de los datos de vegetación y abundancia relativa de las especies de *Grallaria* de los puntos de conteo, para lo cual se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, puesto que las

muestras son menores a 50 este test es el óptimo para verificar la normalidad de los datos (n=30 muestras) (Razali & Wah, 2011; Boubeta & Varela, 2014).

Para el análisis de las variables descriptivas de la estructura del hábitat (vegetación), se realizó una matriz con los datos obtenidos de cada variable. En el caso de toques de avión, altura de dosel y cobertura de dosel se calculó la media. En cuanto al perfil de vegetación se determinó la diversidad de todo el perfil vertical, a través, del índice de Shannon-Wiever, tomando en cuenta la presencia o ausencia de la vegetación en cada intervalo vertical. Debido al gran número de variables se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) (González, 2003), el cual permite reducir el número de variables y arroja nuevos factores, que son una combinación lineal de las variables originales (Terrádez, 2003). Estos nuevos factores o componentes principales contienen la mayor cantidad de información de entre todas las variables varianza (Demey et al., 1994). Para esto se consideraron los factores de correlación más cercanos o sobre 0,40 (Leveau, 2013). Los tres componentes principales fueron escogidos debido a que representan el 98% de varianza acumulada de todas las variables de estructura de vegetación, el PC1 presenta valores negativos y representa zonas con vegetación y sin vegetación, el PC2 por arbustos y el PC3 por árboles (Anexo 1).

Para establecer si existen diferencias significativas del hábitat entre bosque, matorral, y pastizal sobre la abundancia de cada una de las especies, se realizaron gráficos de cajas siendo la variable dependiente el tipo de hábitat y la variable predictora la abundancia, para esto se excluyó el hábitat de páramo (páramo), debido a que solo *G. quitensis* está presente en ese hábitat.

Para explorar que variables influyen sobre la presencia y abundancia de las especies se utilizó el PC1, PC2, PC3 y la altitud. En el caso de *G. rufula* se aplicó un modelo lineal con distribución normal, para *G. ruficapilla*, se aplicó un modelo de distribución poisson, ya que la varianza y la media son similares. Estos modelos permiten modelar la abundancia de cada una de las especies en relación al tipo de hábitat, tomando en cuenta las variables de estructura de vegetación; mientras que para *G. squamigera* se aplicó un modelo de distribución binomial, el cual solo

explora la presencia y ausencia de cada una de las especies en un hábitat, debido a que los datos presentaban sobredispersión (Leveau, 2013). Para establecer cuál era el mejor modelo se hizo una selección de variables de tipo “backward”, se fue descartando las no significativas, es decir, que estén por encima del nivel de significancia ( $P > 0,05$ ) (González et al., 2012; Leveau, 2013). Por último para *G. quitensis* no se aplicó ningún análisis, puesto que solo se encontró presente en exclusivamente en el páramo.

Estos análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa estadístico R, usando la función aov para el análisis con distribución normal y glm para los análisis con distribución Poisson y distribución binomial (sobredispersión) (Leveau, 2013).

### **Uso de microhábitat de especies**

En cuanto al estudio de microhábitat, previo a los análisis, se calculó la media de los datos obtenidos de estructura y composición de la vegetación de los tres puntos de cada territorio. Al igual que en los puntos de conteo se aplicó el análisis de componentes principales (PCA), solamente con las variables de composición de vegetación (suelo desnudo, cobertura de hojarasca, troncos, rocas, musgo, raíces expuestas, agua y otros), con el fin de reducir el número de variables y obtener nuevos componentes con la mayor cantidad de información, tomando en cuenta los factores de correlación sobre el 0.5 (Leveau, 2013). Se escogieron los cuatro componentes principales debido a que representaron el 79% de varianza acumulada de todas las variables de composición de vegetación. En el caso del PC1, está representado por hojarasca y troncos. El PC2 por musgo y suelo desnudo, el PC3 por suelo desnudo y raíces expuestas; y el PC4 por rocas (Anexo 2).

Posteriormente, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, para verificar la normalidad de las variables de estructura de vegetación y de los cuatro componentes principales de los datos de composición de vegetación. Este test es el óptimo para un tamaño de muestra menor a 50 ( $n=38$  muestras) (Razali & Wah, 2011; Boubeta & Varela, 2014).

Para ver si existen diferencias en el hábitat de las especies utilizando todas las variables de estructura de vegetación y los componentes principales (PCA) de las variables de composición, se utilizó el test de Permanova, un análisis multivariado (Anderson, 2005). Para este test las variables dependientes son todas las variables de hábitat, y la variable predictora es la especie, además se realizó un gráfico multivariado de ordenación.

Para evaluar diferencias en el uso de hábitat entre las especies se utilizó el test ANOVA para los datos con distribución normal, de las variables de estructura de vegetación se usó: Toques de avión, total de árboles y altura de dosel; y para los datos de composición de la vegetación, el componente 3 del PCA. Para evaluar la existencia de diferencias significativas del hábitat entre las especies, se utilizó el test post hoc de Tuckey con los datos obtenidos del test ANOVA, ya que esta es una prueba de comparación múltiple, es decir, calcula una única diferencia crítica para realizar todas las comparaciones entre las medias (Villalpando *et al.*, 2001).

El test no paramétrico Kruskal-Wallis para analizar el resto de variables de estructura de vegetación que fueron: Cobertura de dosel, profundidad de hojarasca, perfil de vegetación y distancia del ave al borde; y para los datos de composición de vegetación, los componentes 1, 2 y 4 del PCA, puesto que presentan datos no normales y es una buena alternativa para el análisis de la varianza de más de dos muestras independientes (Berlanga *et al.*, 2012). Para analizar la diferencia entre grupos, se utilizó una prueba post hoc que es la prueba U de Mann-Whitney, la cual se utiliza para comparar dos promedios independientes a través de la t de Student (Berlanga *et al.*, 2012).

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico R, usando las funciones `aov` y `Tuckey HSD` para el análisis con los datos que presentaron distribución normal, las funciones `Kruskal.test` y `pairwise.wilcox.test`, para los datos no paramétricos y para el test de PERMANOVA, se utilizó la función `adonis`.

## CAPÍTULO 2

### RESULTADOS

#### 2.1. Abundancia y presencia de especies

La abundancia relativa fue de 83 individuos, de los cuales 49 pertenecen a *G. rufula*, 22 a *G. ruficapilla*, 9 a *G. squamigera* y 3 a *G. quitensis*. En el caso de *G. rufula* existen leves diferencias significativas en su abundancia por tipo de hábitat (Df=2, t\_value= 2.553, p=0.097), esta tiende a ser mayor en matorral ( $\bar{x}= 2,1 \pm SE= 0,567$ ), comparado con bosque ( $\bar{x}= 1,545 \pm SE= 0,522$ ) y pastizal ( $\bar{x}= 1,428 \pm SE= 0,786$ ) (Figura 2.1).

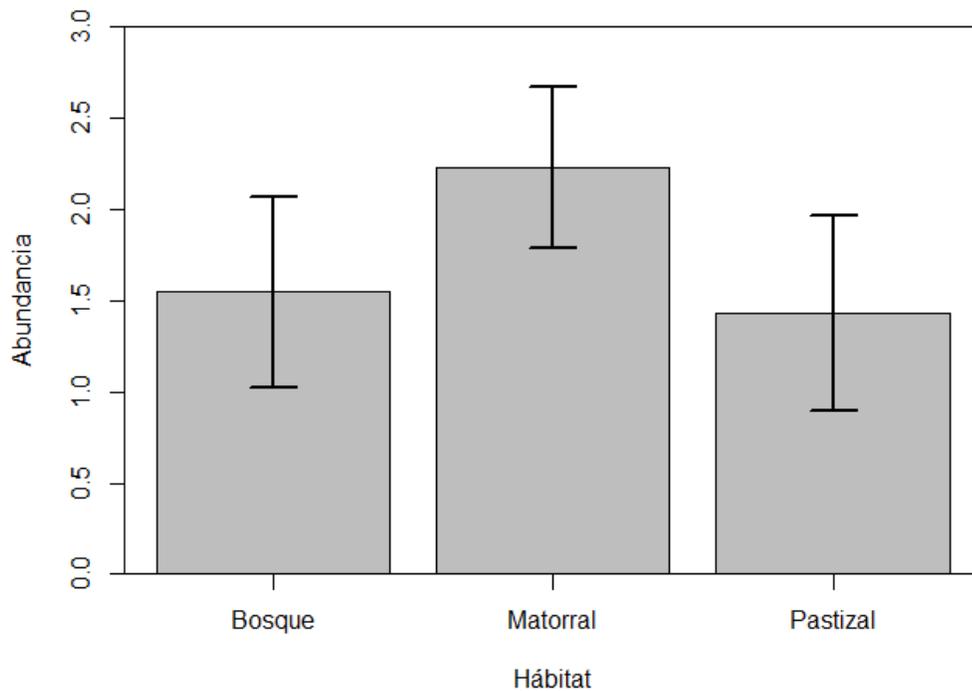


Figura 2.1. Comparación de la abundancia relativa de *Grallaria rufula* entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. El eje Y muestra el promedio de la abundancia por punto de conteo.

En el caso de *G. ruficapilla*, existen leves diferencias significativas, está presente en mayor proporción en pastizal ( $\bar{x}= 1 \pm SE= 0,816$ ) que en bosque ( $\bar{x}= 0,727 \pm SE= 0,646$ ) y matorral ( $\bar{x}= 0,7 \pm SE= 0,822$ ) (Figura 2.2).

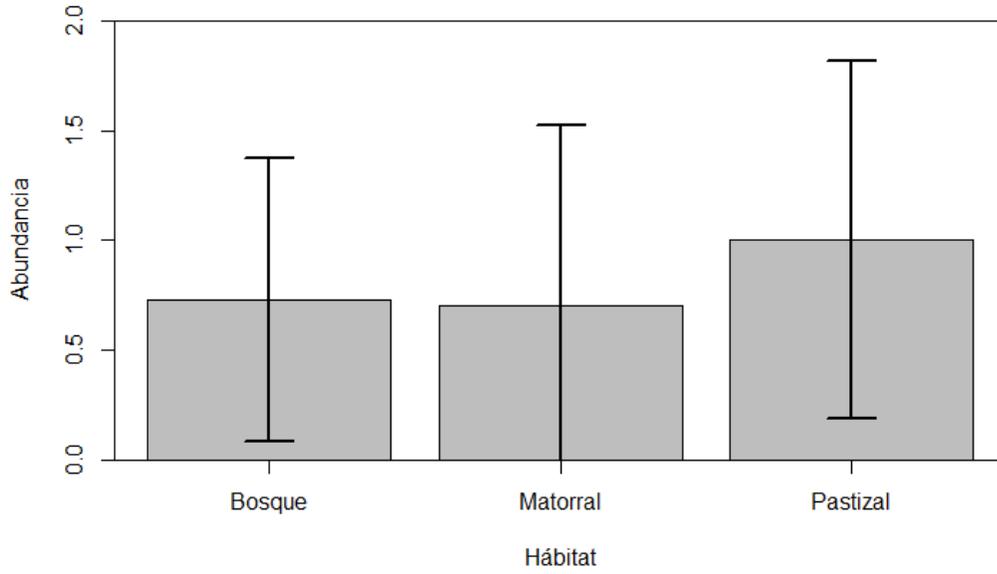


Figura 2.2. Comparación de la abundancia relativa de *Grallaria ruficapilla* entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. El eje Y muestra el promedio de la abundancia por punto de conteo.

Al igual que *G. rufula* y *G. ruficapilla*, en el caso de la *G. squamigera*, se encontraron leves diferencias significativas, puesto que se encuentra en mayor proporción en matorral ( $\bar{x}= 0,4 \pm SE= 0,516$ ), que en bosque ( $\bar{x}= 0,272 \pm SE= 0,467$ ) y en pastizal ( $\bar{x}= 0,285 \pm SE= 0,487$ ) (Figura 2.3).

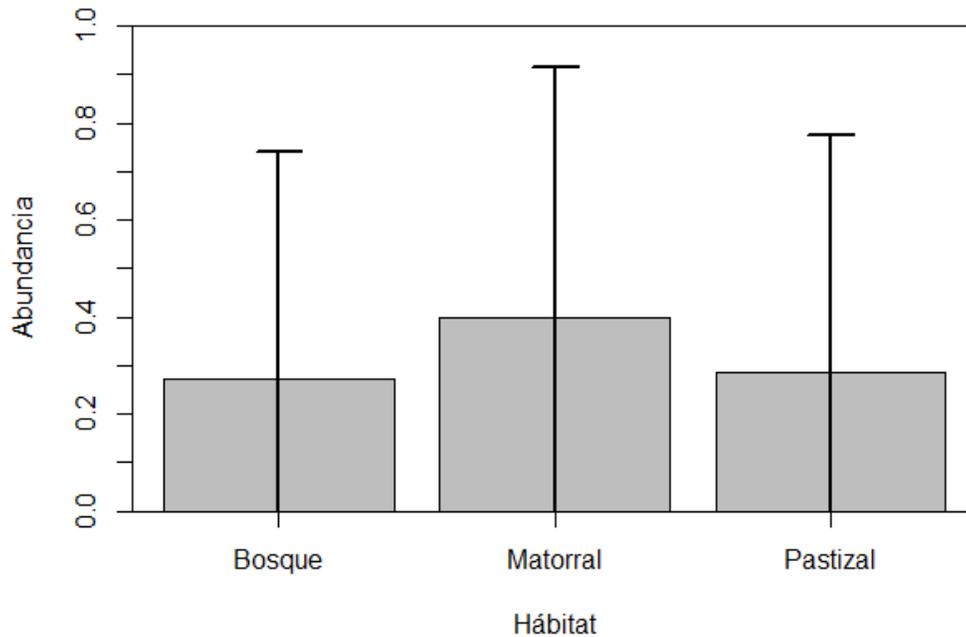


Figura 2.3. Comparación de la abundancia relativa de *Grallaria squamigera* entre diferentes tipos de hábitat en el valle de Llaviucu. El eje Y muestra el promedio de la abundancia por punto de conteo.

En el caso de la *Grallaria quitensis*, no se aplicó ningún modelo estadístico, debido a que está presente únicamente en el páramo y se la registro a una altura promedio de 3400 m.s.n.m.

Para analizar la influencia de las variables de composición del hábitat y la altitud de cada punto sobre la abundancia de las especies, encontramos que tanto para *G. ruficapilla*, como *G. rufula*, la variable más significativa es la altitud, es decir, estas especies son más abundantes a menor altitud, además, esta última se encuentra en gran proporción tanto en zonas con o sin vegetación. En cuanto a *G. squamigera*, presenta mayor abundancia en zonas con presencia de arbustos, es decir en hábitats con vegetación densa (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Variables más influyentes en la abundancia de *Grallaria rufula*, *Grallaria ruficapilla* y *Grallaria squamigera* en el valle de Llaviucu. (\*) = significativo, (.) ligeramente significativo.

<b>Especie</b>	<b>Variable</b>	<b>Estimado</b>	<b>Std Error</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>	<b>Significancia</b>
<i>G. rufula</i>	Altitud	-0.003	0.001	-2.376	0.024	*
	PC1	-0.100	0.050	-1.981	0.057	.
<i>G. ruficapilla</i>	Altitud	-0.013	0.006	-2.188	0.028	*
	PC1	-0.528	0.301	-1.751	0.08	.
<i>G. squamigera</i>	PC2	-1.606	0.804	-1.996	0.046	*
	PC3	0.349	0.507	0.689	0.490	
	Altitud	-0.042	0.022	-1.88	0.060	.

## 2.2. Uso de microhábitat de especies

Se determinaron 37 territorios para todas las especies, 18 de *G. rufula*, 12 de *G. ruficapilla*, 3 de *G. squamigera* y 4 de *G. quitensis*. Evaluando el microhábitat de los territorios de las especies, mediante el análisis multivariado (PERMANOVA), se encontraron diferencias significativas en la estructura y composición de vegetación (Df=3, p=0.001, R<sup>2</sup>=0.317). Al analizar estas diferencias, se encontró que *G. rufula* y *G. ruficapilla*, utilizan microhábitats similares, evidenciando así que existe solapamiento entre estas especies. En cuanto a *G. squamigera* muestra leves diferencias en su microhábitat en relación a las especies antes mencionadas y *G. quitensis*, está presente en microhábitat diferentes (puntos distantes). Entre más distantes se encuentren los puntos, existen más diferencias en cuanto al tipo de microhábitat (Figura 2.4).

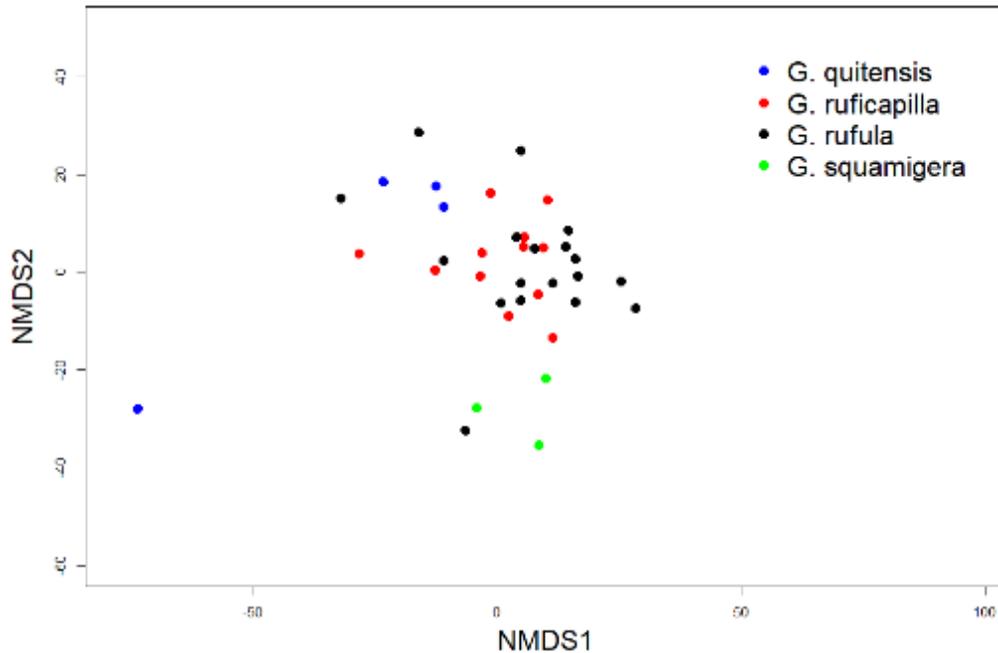


Figura 2.4. Análisis escalado multidimensional no métrico en el uso de microhábitats de las especies de *Grallaria* en el valle de Llavivucu.

Respecto al uso del microhábitat existen diferencias ligeramente significativas que podrían ser biológicamente relevantes. *G. rufula* y *G. ruficapilla* presentan valores similares en sus variables, por lo que están ocupando hábitats con una composición y estructura vegetal similar, prefiriendo hábitats con un dosel parcialmente cerrado y un sotobosque medianamente denso; y tienden a estar más cerca del borde en comparación de las otras especies. En el caso de *G. squamigera* prefiere hábitats bastante densos tanto el dosel como el sotobosque y por ende donde existe mayor cobertura de hojarasca, troncos, plantas pequeñas y herbáceas; mientras que, *G. quitensis* tiene un hábitat completamente diferente, pues está presente solamente en el páramo (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Valores promedio y error estándar de las variables de hábitat medidas. Los resultados de ANOVA (AAB=Abundancia de arbustos, AAR= Abundancia de árboles, AD= Altura del dosel, y el PC3=Componente principal 3) y Kruskal-Wallis (CD= Cobertura de dosel, CH=Cobertura de hojarasca, DAB=Distancia del ave al borde, PV= Perfil de vegetación, PC1= Componente principal 1, PC2=Componente principal 2 y PC4= Componente principal 4) de las diferencias en el uso del

hábitat se presentan debajo de cada variable. Para cada variable, las especies con valores similares ( $p > 0,05$ , Prueba post-hoc de Tukey para ANOVA y prueba U Math Withney para Kruskall-Wallis) comparten códigos alfabéticos.

<b>Variables</b>	<b>G. rufula</b>	<b>G. ruficapilla</b>	<b>G. squamigera</b>	<b>G. quitensis</b>
<b>AAB</b> F= 2,48, P= 0,078	14,83 ± 7,25 a	14,84 ± 6,20 a	16 ± 8 a	5,25 ± 1,19 b
<b>AAR</b> F= 8,175, P= 3.31e-04	32,64 ± 14,95 a	28,61 ± 9,77 a	54,31 ± 6 b	8,33 ± 6,31 c
<b>AD</b> F= 5,769, P= 0,002	6,81 ± 3,07 a	5,84 ± 2,59 a	9,31 ± 1,22 b	1,45 ± 1,35 c
<b>CD</b> F= 9,118, P= 0.027	1,64 ± 0,97 a	1,53 ± 1,03 a	2,30 ± 0,38 a	0,04 ± 0,08 b
<b>CH</b> F= 8,622, P= 0.034	7,84 ± 5,31 a	6,03 ± 4,95 a	14,49 ± 6,05 b	2,02 ± 4,05 c
<b>DAB</b> F= 9,113, P= 0.027	20,01 ± 12,26 a	24,09 ± 10,26 a	41,77 ± 7,64 b	44,33 ± 37,27 c
<b>PV</b> F= 8,371, P= 0.038	0,84 ± 0,19 a	0,89 ± 0,15 a	0,86 ± 0,11 a	0,48 ± 0,16 b
<b>PC1</b> F= 10,083, P= 0.017	0,12 ± 1,36 a	0,10 ± 1,19 a	1,22 ± 0,25 b	-1,99 ± 0,55 c
<b>PC2</b> F= 6,1193, P= 0.106	0,14 ± 0,89 a	0,20 ± 0,74 a	-0,16 ± 0,15 a	-1,16 ± 1,14 b
<b>PC3</b> F= 1,211, P= 0.321	0,20 ± 0,56 a	-0,02 ± 0,76 a	-0,03 ± 0,46 a	-0,51 ± 1,11 b
<b>PC4</b> F= 5,988, P= 0.112	0,05 ± 0,74 a	-0,3 ± 0,39 a	0,05 ± 0,84 a	0,45 ± 0,21 b

### CAPÍTULO 3

#### DISCUSIONES

En esta investigación contribuimos con información sobre la abundancia relativa y uso del microhábitat de cuatro especies de *Grallaria* en un valle altoandino al sur del Ecuador. Nuestros resultados indican que tres de las especies estudiadas, presentaron abundancias similares para cada tipo de hábitat; bosque, matorral y pastizal, a excepción de *G. quitensis* que se encuentra restringida al páramo. Sin embargo, en el uso de microhábitat *G. rufula* y *G. ruficapilla* están presentes en espacios con características similares, a diferencia de *G. squamigera* y *G. quitensis* que sus microhábitats difieren entre sí; solamente en el caso de *G. squamigera* presenta leves diferencias con las especies antes mencionadas.

Las especies *G. rufula*, *G. ruficapilla* y *G. squamigera* fueron encontradas ampliamente a lo largo del valle, mientras que *G. quitensis* está presente solo en el páramo. Sin embargo, en la abundancia relativa existen leves diferencias significativas, que pueden ser relevantes, puesto que, *G. rufula* y *G. squamigera* se encuentra en mayor proporción en el matorral, *G. ruficapilla* en pastizal y *G. quitensis* solo se encuentra en el páramo, estas proporciones podrían estar ligadas a la preferencia de hábitat de cada especie (Jiménez, 2001).

Las bajas abundancias relativas presentadas por *G. squamigera* en todos los hábitats, puede deberse a que es una especie muy reservada y ante la presencia de humanos, huye o simplemente deja de emitir su canto, además, habitan en densas vegetaciones, por lo que es difícil de que sean registradas (Kattam & Beltrán, 1999; Simoneti & Huareco, 1999). Además, esta especie se encuentra en zonas más altas, en comparación de *G. rufula* y *G. ruficapilla*, lo cual puede ser una razón de que no existe un solapamiento por parte de *G. squamigera*; asimismo, por esta razón se dificulta los registros tanto auditivos como visuales. Por lo tanto, no se puede asegurar que las poblaciones de esta especie sean bajas, asimismo, otra

razón puede ser debido a su comportamiento, puesto que, se evidencio que su actividad es en horas muy tempranas de la mañana (05:00 hasta las 06:00 AM) y en las últimas horas del día (18:00 hasta las 19:00 PM).

Según, Cortes, (2010), las zonas abiertas presentan recursos de menor calidad (pastizales), ya que son ambientes heterogéneos por lo que se espera que exista baja abundancia de las especies, sin embargo *G. ruficapilla* presenta altos valores en este tipo de hábitat, esto quizá a que estas especies suelen acercarse en horas tempranas de la mañana a los bordes o zonas abiertas en busca de alimento (Nieto & Ramírez, 2006).

Es importante decir, que la abundancia relativa no permite saber el tamaño actual de las poblaciones, sino que solo deja ver cambios o tendencias de las poblaciones en el espacio y a lo largo del tiempo (Orjuela & Jiménez, 2004), para poder establecer el estado de conservación de las especies (Kattam & Beltrán, 2002).

En cuanto al abundancia relativa, se encontró que tanto *G. rufula*, *G. ruficapilla* y *G. squamigera* están presentes en los tres tipos de hábitat, por lo que se puede decir que estas especies además de ser simpátricas (que ocurren en un mismo espacio geográfico) pueden ser sintópicas (Kattam & Beltrán, 1999), es decir, que comparten un mismo tipo de hábitat dentro de una localidad (Román & Román, 2015).

Según Kattam y Beltrán (1999), las similitudes en el uso de hábitat y el tamaño similar de las especies son factores que crean competencia por los mismos recursos y por ende puede llevar a una superposición de sus nichos en el espacio. Esto concuerda con nuestro estudio, en el cual *G. rufula* y *G. ruficapilla* a más de tener un tamaño similar presentan semejanzas en el uso del microhábitat (valores similares en las variables), por lo que se podría decir que presentan un alto grado de solapamiento, asimismo, fueron registradas con frecuencia en las mismas parcelas muestreadas. Este solapamiento plantea la posibilidad de que exista competencia por recursos (Vié *et al.* 2009), sin embargo, para esclarecer estos aspectos, es necesario el estudio de su dieta, ya que, estas especies podrían estar

ocupando un mismo espacio, pero diferentes recursos. La competencia genera, que la abundancia relativa sea igual o aumente en hábitats de menor calidad que en hábitats relativamente óptimos, ya que una de las especies que está compitiendo tiende a trasladarse a hábitats de baja calidad en busca de recursos, por ende, su abundancia será mayor en este tipo de hábitat (Wiens, 1989). Esto explica que exista una mayor abundancia de estas especies en la parte baja del valle (alrededor de la laguna), que es donde existen mayores factores de disturbios como el sobrepastoreo y la presencia diaria de turistas, que de alguna manera disminuye la calidad del hábitat. Otra razón puede ser que estas especies puedan estar adaptándose a nuevos hábitats potenciales generados por las actividades antrópicas (Greeney & Kirwan, 2013).

Con este estudio generamos información acerca de la historia natural de las especies estudiadas del género *Grallaria*, permitiendo así, entender procesos biológicos y ecológicos, a través, de las variaciones en el uso del microhábitat. La influencia del tipo de hábitat y la estructura de vegetación sobre la abundancia de estas especies, las cuales podrían garantizar la persistencia de estas poblaciones en el futuro, ya que son especies que a pesar de estar en categoría de conservación de preocupación menor pueden ser muy vulnerables a la extinción, además, de incentivar a la investigación sobre aspectos poco conocidos de *Grallaria*. Para esto, un punto clave sería conocer a detalle los recursos aprovechados por estas especies a través del estudio de su dieta, asociado a su morfología y fisiología.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Anderson, J. 2005. *Permanova Permutational multivariate analysis of variance*. A computer program. Department of Statistics. University of Auckland. New Zealand. 24 pp.

Andino, C. 2014. Factores que influyen en la diversidad taxonómica y funcional de aves en un paisaje dominado por café en la Sierra de Apaneca en El Salvador.

Athanas, N. & J. Greenfield. (2016). *Birds of Western Ecuador: a Photographic Guide*. Princeton University Press.

Berlanga, V. & M. Rubio Hurtado. (2012) Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *Revista de Innovación y Educación*, (5)2, 101-113.

BirdLife International. 2018. Lista Roja de la UICN para aves. Descargado de <http://www.birdlife.org> el 19/01/2018.

Boubeta, A. & J. Mallou. 2014. *Estadística práctica para la investigación en ciencias de la salud*. Netbiblo.

Cisneros, F. 2006. Notes on breeding, behaviour and distribution of some birds in Ecuador. *Bulletin-british ornithologists club*, 126(2), 153.

Cortés, M. 2010. Diversidad de mamíferos medianos y grandes en dos sitios con diferente grado de conservación en La Venta, Juchitán, Oaxaca (Doctoral dissertation).

Daenzer, N. 1994. Radiotracking of great and blue tits: new tools to assess territoriality, home-range use and resource distribution. Swiss Ornithological Institute, Sempach, Switzerland. *Ardea* 82 (2): 335-347

Demey, J., Adams, M. & H. Freitas. 1994. Uso del método de análisis de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias. *Agronomía Trop*, 44(3), 475-497.

Freile, J., Parra, J. & C. Graham. 2010. Distribución y conservación de *Grallaria* y *Grallaricula* antpittas (Grallariidae) en Ecuador. *Bird Conservation International* 20: 410-431.

Gallina S. & C. López. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen 1. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología A. C. Querétaro, México, pp 337.

Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M., Guerrero y L. Suárez (Eds.). 2002. Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/EcoCiencia/ Ministerio del Ambiente/UICN. Serie de Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito – Ecuador.

Gregory, R., Gibbons, D. & P. Donald. 2004. Bird census and survey techniques. *Bird ecology and conservation*, 17-56.

Greeney, H. & G. Kirwan. 2013. Chestnut-crowned Antpitta (*Grallaria ruficapilla*), versión 1.0. En Neotropical Birds Online (TS Schulenberg, editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, Nueva York, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/nb.chcant2.01>

Greeney, H. 2015. Tawny Antpitta (*Grallaria quitensis*), versión 1.0. En Neotropical Birds Online (TS Schulenberg, editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, Nueva York, EE. UU. Disponible en: <<https://doi.org/10.2173/nb.tawant1.01>> Revisado [20 Enero 2018].

González, J. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con passeriformes montanos no forestales. *Ardeola*, 50(1), 47-58.

González, A., Vega, R., Barbieri, M. & E. Yáñez. 2012. Determinación de los factores que inciden en la captura incidental de aves marinas en la flota palangrera pelágica chilena. *Latin american journal of aquatic research*, 40(SPECISSUE), 786-799.

Gordón, C. 2000. The coexistence of species La coexistencia de especies. *Revista chilena de historia natural*, 73(1), 175-198.

Herzog, S. K., Martinez, R., Jorgensen, P., & H. Tiessen. 2012. Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. *Inter-American institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE)*. 348pp.

Hofstede, M., Coppus, R., Mena, P., Segarra, P., Wolf, D. & J. Sevink. (2002). The conservation status of tussock grass páramo in Ecuador. *Ecotropicos*, 15, 91-109.

Jaksic, F., & L. Marone. 2007. Ecología de comunidades, Segunda edición ampliada, Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.

Jiménez, G. 2001. Propuesta metodológica para el diseño y validación de corredores biológicos en Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*, CATIE, Turrialba Costa Rica, 34: 73-79

Kattan, H., & W. Beltran. 1999. Altitudinal distribution, habitat use, and abundance of *Grallaria antpittas* in the Central Andes of Colombia. *Bird Conservation International*, 9(03), pp: 271-281.

Kattan, H., & W. Beltran. 2002. Rarity in antpittas: territory size and population density of five *Grallaria* spp. in a regenerating habitat mosaic in the Andes of Colombia. *Bird Conservation International*, 12(03), pp: 231-240.

Kikuchi, D. 2009. Terrestrial and understorey insectivorous birds of a Peruvian cloud forest: species richness, abundance, density, territory size and biomass. *Journal of Tropical Ecology* 25, 523-529.

Krabbe, N. & T. Schulenberg. 2003. Familia Formicariidae (hormiguero de tierra). Páginas 682-731 en J. del Hoyo, A. Elliott, y DA Christie (editores), *Manual de las aves del mundo*. Volumen 8. Lynx Edicions, Barcelona.

Krabbe, N. & T. Schulenberg. 2018. Undulated Antpitta (*Grallaria squamigera*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. Disponible en: <<https://www.hbw.com/node/56883> on 19 January 2018> Revisado [28 Febrero 2018].

Larrea, M. 2015. Disponibilidad de alimento del cárabo común en los bosques de Burceña (Valle de Mena. Trabajo de fin de grado previo a la obtención del título de Biólogo. Universidad del País Vasco. España.

Leveau, L. M. 2013. Relaciones aves–habitat en el sector suburbano de Mar del Plata, Argentina. *Ornitol Neotrop*, 24, 201-212.

Lorenzo, C., Espinoza, E. & J. Ortega (eds.). 2008. Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. II, *Asociación Mexicana de Mastozoología*, A. C., México, D. F.

Llorente - Bousquets, J., & J. Morrone (Eds.). 2001. *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Unam.

MAE. 2012. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

MAE. (2014). Ministerio del Ambiente. *Actualización del Plan de Manejo del Parque Nacional Cajas*. Disponible en: <<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/37+PLAN+DE+MANEJO+EL+CAJAS.pdf/75bd0e29-4e3e-49f0-9fda-5edf2fc39533>> Revisado [20 Enero 2018].

MAE. (2016). Ministerio del Ambiente. *Parque Nacional Cajas*. Disponible en: <<http://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-cajas/>> Revisado [20 Enero 2018].

Marañón, T. 1991. Diversidad en comunidades de pasto mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, 5, 149-157.

Marrone, L. 1988. Acerca de la conservación de la naturaleza y la teoría ecológico-evolutiva. *Revista Chilena de Historia Natural*, 61, 11-18.

Martínez, A. 2014. Caracterización y selección de hábitat del mapache (*Procyon lotor* l.) En el parque regional del sureste, Madrid. Universidad Complutense de Madrid. España.

Naranjo, L. 1995. Patrones de producción en dos poblaciones aisladas de *Agelaius icterocephalus* (Aves-Icteridae). *Caldasia*, 18(86), 89-100.

Nieto, M., & J. Ramírez. 2006. Notas sobre aves de tierras altas que siguen marchas de hormigas arrieras para su alimentación, en la reserva natural río blanco, manizales, caldas. *Boletín SAO*, 16(1), 59-66.

Olivares, A. 1973. Aves de la Sierra Nevada de Cocuy, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 14: 39-48.

Orjuela, O., & G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda cristales, área Cerritos - La Virginia, Municipio de Pereira, departamento de Risaralda - Colombia. *Universitas Scientiarum* (9): 87-96

Osorio, J., & L. Molina. 2009. A vuelo de pájaro Las ciudades como refugio para las aves. *Revista nodo*, 4(7).

Parker, T., Schulenberg, T., Graves, G. & M. Braun. 1985. La avifauna de la región de Huancabamba, norte de Perú. Páginas 169-193 en P.A., Buckley, Foster, M.S., Morton, E.S., Ridgely R.S., & F.G., Buckley (editores), *Ornitología Neotropical. Monografías ornitológicas* (36). Unión Americana de Ornitólogos, Washington DC

Pinos, G. 2012. Análisis de los atractivos turísticos más visitados del sector LLaviucu del Parque Nacional Cajas AÑO: 2012. Tesis de grado, Univ. De Cuenca, Cuenca, Ecuador. Disponible en: <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1733/1/tur88.pdf>> Revisado [29 Enero 2018].

Quiñonez, A. & F. Hernández, 2017. Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú-Fe de errata. *Revista Peruana de Biología*, 24(4).

Ralph, C., Geupel, R., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D. & M. Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Razali, N. M., & B. Wah. 2011. Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.

Ridgely, R. & T. Guy. 1989. *The birds of South America: Volume 1: the oscine passerines* (1). University of Texas Press.

Ridgely, R. & T. Guy. 1994. The birds of South America. *The suboscine passerines*, (2). University of Texas Press.

Román C., & C. Román. 2015. Hábitos tróficos de dos especies sintópicas de carácidos en una quebrada de alta montaña en los Andes colombianos. *Revista mexicana de biodiversidad* 86 (3): 782-788

Sánchez, H. & J. Calle. 2011. Evaluación del estado de conservación de dos especies de psittácidos amenazados *Brotogeris phyrrhopterus* (perico cachetegris o macareño) y *Aratinga erythrogonis* (perico caretirojo) en el ACD – La Ceiba. Tesis de grado. Univ. Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. Disponible en: <[http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/649/3/UTPL\\_S%C3%A1nchez\\_Carri%C3%B3n\\_Henry\\_Daniel\\_1030609.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/649/3/UTPL_S%C3%A1nchez_Carri%C3%B3n_Henry_Daniel_1030609.pdf)> Revisado [20 Enero 2018].

Schulenberg, T.S., D.F. Stotz & L. Rico. 2006. Mapas de distribución de las aves de Perú, versión 1.0 . Medio ambiente, cultura y conservación, The Field Museum.

Sekercioglu, C., Ehrlich, R., Daily, C., Aygen, D., Goehring, D. & F. Sandí. 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(1), 263–267.

Seoane, J., Kouri, A., Illera, C., Palomino, D., Alonso, L. & M. Carrascal. 2010. La tarabilla canaria en España. Población reproductora en 2005-2006 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid, España.

Simoneti, J., & I. Huareco. 1999. Uso de huellas para estimar diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la reserva de la biosfera - Estación biológica del Beni, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 6(1): 439-444

Soto, C., & F. Palomares. 2015. Coexistence of sympatric carnivores in relatively homogeneous Mediterranean landscapes: functional importance of habitat segregation at the fine-scale level. *Oecologia*, 179(1), 223-235.

Terrádez, M. 2003. Análisis de componentes principales. *Proyecto e-Math. Secretaría de Estado de Educación/Universidades (MECD), Madrid*

Thomas, L., Buckland, T., Burnham, P., Anderson, R., Laake, L., Borchers, L. & S. Strindberg. 2002. Distance sampling. *Encyclopedia of Environmetrics*, Vol, 1, pp 544-552.

Tinoco, B. & P. Astudillo. 2009. Guía de campo para la observación de aves del Parque Nacional Cajas. Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - ETAPA. Ministerio del Ambiente. Cuenca, Ecuador.

Ugalde, S., Alcántara, J. L., Tarango, L. A., Ramírez, G. & G.D. Mendoza. 2012. Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(1), 133-143.

Van Giersbergen, P. 2012. Photo of Rufous Antpitta *Grallaria rufula* at Yanacocha Reserve, Ecuador. Descargado de [http:// hbw.com/ibc/1291234](http://hbw.com/ibc/1291234) el 22/01/2018.

Vié, J., Hilton-Taylor, C., & N. Stuart. 2009. *Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species*. IUCN.

Villalpando, A., Castillo, A., Ramírez, E., Rendón, G. & M. Larqué. 2001. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia*, 35, 79-86.

Wiens, J. 1989. *The ecology of bird communities*, 1. Foundations and patterns. Cambridge: Cambridge University Press.

**ANEXOS**

Anexo 1. Valores del análisis del PCA de las variables de estructura del hábitat de las cuatro especies de Grallaria.

<b>VARIABLE</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>
Abundancia de arbustos	-0.273	0.481	0.052
Árboles DAP (3-8 cm)	-0.235	0.587	-0.009
Árboles DAP (9-15 cm)	-0.332	0.034	0.449
Árboles DAP (16-23 cm)	-0.306	-0.313	0.452
Árboles DAP (24-38 cm)	-0.295	-0.435	0.136
Árboles DAP ( $\geq 39$ cm)	-0.260	-0.261	-0.567
Abundancia de árboles	-0.380	0.083	0.193
Altura del dosel	-0.363	-0.021	-0.373
Cobertura del dosel	-0.026	-0.199	-0.139
Perfil de vegetación	-0.360	0.146	-0.234

Anexo 2. Valores del análisis del PCA de las variables de composición del hábitat de las cuatro especies de Grallaria.

<b>VARIABLE</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>
Suelo Desnudo	0.054	0.505	-0.587	0.041
Hojarasca	-0.549	-0.073	0.114	-0.102
Troncos	-0.529	-0.008	0.144	-0.156
Rocas	-0.134	-0.258	-0.118	0.914
Musgo	0.155	-0.535	-0.486	-0.348
Raíces expuestas	-0.162	0.236	-0.509	0.047
Agua	0.327	-0.463	0.048	0.030
Otros	0.491	0.341	0.333	0.067