

Artículo original

Riqueza de especies y actividad diaria de Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes de hábitos terrestres en un bosque de la alta Amazonía ecuatoriana

[Species richness and daily activity of Tinamiformes, Galliformes, and Columbiformes with terrestrial habitats in a highland Amazonian forest in Ecuador]

Vanessa Chuva Álvarez¹, Javier Torres Jiménez¹, Fidel Rodríguez-Galarza^{1, 2, 4}, Eliseo López Shiguango³, Adelmo Mamallacta Dahua³, Moisés Chimbo López³, Faustino Licuy Vargas³, Iván Jácome-Negrete^{*1,2}

1. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Yaguachi y Numa Pompilio, Quito, Ecuador. Correos electrónicos: vechuva@uce.edu.ec (V. Chuva Álvarez), jrtorresj@uce.edu.ec (J. Torres Jiménez), ferodriguezg@uce.edu.ec (F. Rodríguez-Galarza) ivjacome@uce.edu.ec (I. Jácome-Negrete* Autor para correspondencia).
2. Universidad Central del Ecuador. Instituto de Estudios Amazónicos e Insulares. Av. Yaguachi y Numa Pompilio, Quito, Pichincha, Ecuador.
3. Comunidad Etnoecológica Pablo López de Oglán Alto. Vía Puyo-Arajuno, Pastaza, Ecuador. cceploa@gmail.com (E. López Shiguango, A. Mamallacta Dahua, M. Chimbo López, F. Licuy Vargas).
4. Universidad Central del Ecuador. Estación Científica Juri Juri Kawsay. Av. Yaguachi y Numa Pompilio, Quito, Pichincha, Ecuador.

Resumen

El estudio de las aves selváticas terrestres es aún incipiente en la alta Amazonía ecuatoriana. Por ello, este trabajo buscó describir la riqueza de especies y actividad diaria de Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes de hábitos más terrestres, mediante el uso de cámaras trampa en el Bosque Protector de la Comunidad Pablo López de Oglán Alto, provincia de Pastaza. Se emplearon 20 cámaras instaladas desde febrero a julio del año 2020. Mediante un esfuerzo de 3317 trampas/noche se registraron 7 especies de los tres órdenes. Las especies con mayor abundancia relativa fueron: la paloma perdiz rojiza *Geotrygon montana* (Índice de Abundancia Relativa IAR=47,92), el pavón nocturno *Nothocrax urumutum* (IAR=33,96), la pava de Spix *Penelope jacquacu* (IAR=9,81) y el tinamú grande *Tinamus major* (IAR=4,53). Las especies mayormente activas en la mañana son *G. montana*, *P. jacquacu* y *T. major*. Se encontró un alto coeficiente de traslape entre los patrones de actividad de *N. urumutum* con *P. jacquacu*. Se confirma que el fototrampeo es una técnica útil para estudiar a especies de Galliformes, Tinamiformes y Columbiformes muy elusivas, que no se detectan con facilidad por observación directa. Con el uso de esta técnica se abre una posibilidad de incrementar mayor información útil para la conservación de estas especies de aves amazónicas amenazadas.

Palabras clave: Cámaras trampa, *Geotrygon*, *Nothocrax*, *Penelope*, *Tinamus*.

Abstract

Terrestrial forest bird studies are still scarce in the upper Ecuadorian Amazon. Our project aimed to describe the richness of the terrestrial Tinamiformes, Galliformes, and Columbiformes, including their daily activity in the Pablo Lopez Oglán Alto Protected Forest in the Pastaza Province. We installed twenty cameras for six months in 2020 to collect data. Through an effort of 3317 traps/night, we recorded 7 bird species with the greatest relative abundance of the ruddy quail-dove pigeon *Geotrygon montana* (RAI=47,92), the nocturnal curassow *Nothocrax urumutum* (RAI=33,96), the Spix's guan *Penelope jacquacu* (RAI=9,81) and the great tinamou *Tinamus major* (RAI=4,53). Early birds included *G. montana*, *P. jacquacu* and *T. major*. A high overlap coefficient was found between the activity patterns of *N. urumutum* and *P. jacquacu*. We confirmed that photo-trapping was an useful technique to study the elusive Galliformes, Tinamiformes, and Columbiformes species that are usually undetected by direct observation. This technique gave us useful ecological information to increase conservation efforts to protect these threatened Amazonian bird species.

Keywords: Camera traps, *Geotrygon*, *Nothocrax*, *Penelope*, *Tinamus*.

Recibido: 2 de marzo del 2023.

Aceptado para publicación: 16 de diciembre del 2023.

INTRODUCCIÓN

La Amazonía ecuatoriana cubre un 45 % de la superficie del Ecuador, está catalogada como uno de los sitios más megadiversos del mundo, y es cuna de varias nacionalidades indígenas que preservan la naturaleza y cultura en sus territorios (Mittermeier *et al.*, 1997; Myers *et al.*, 2000; De la Montaña, 2013). A partir de 1960 en toda esta región, se inició la explotación intensiva de recursos naturales no renovables (Larrea, 2013), lo que ha provocado la apertura de nuevas vías de acceso, aumento de la colonización, deforestación, caza ilegal y un dramático cambio del uso del suelo como factores que reducen la biodiversidad (Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2012; De la Montaña, 2013; Larrea, 2013).

La biodiversidad de aves amazónicas de hábitos terrestres comprende especies de los órdenes Tinamiformes, Galliformes, Columbiformes, Gruiformes, Eurypygiformes, Cuculiformes y algunos Passeriformes (Brooks y Strahl, 2000; Garzón *et al.*, 2015; Freile y Restall, 2018). Muchas especies de estos taxones aportan a la regeneración de los bosques al ser dispersores de semillas y controladores de insectos depredadores de las plantas (Peres y Roosmalen, 1996; Brooks y Strahl, 2000; Peres y Palacios, 2007; Muñoz y Kattan, 2007; Velasco-Linares y Vargas, 2007). La sobre caza, afecta a las especies de aves de mayor biomasa (Jácome-Negrete, 2018). Por esta causa, la mayoría de especies de crácidos se catalogan bajo categorías más altas de amenaza (Brooks y Strahl, 2000).

Las aves selváticas, de hábitos terrestres, tienen plumajes crípticos que las ocultan en el paisaje (Ridgely y Greenfield, 2006); además, prefieren desplazarse por el suelo del bosque caminando, en lugar de volar, lo que las hace aún más elusivas para el observador (brookan, 2004). Por estas razones, el uso de métodos tradicionales de detección como puntos de conteo o transectos para ciertos géneros tales como *Nothocrax*, *Penelope*, *Tinamus* y *Odontophorus* suele proporcionar datos escasos (Ornelas *et al.*, 1993; Bookhout, 1994;

Beecher *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2003; Donnelly y Marzluff, 2004; Waltert *et al.*, 2004; Pardo *et al.*, 2017). En este contexto, gracias al uso de nuevas técnicas como el fototrampeo, en las últimas décadas se ha enriquecido la información ecológica de estas especies de aves más elusivas (Mosquera-Muñoz *et al.*, 2014).

En la última década, el fototrampeo se ha convertido en una herramienta indispensable para el estudio de vertebrados raros o muy elusivos en los ecosistemas naturales (Hernández- Pérez *et al.*, 2014; Bernie *et al.*, 2017; Pardo *et al.*, 2017; Chávez-León, 2019). El uso de cámaras trampa inicialmente se enfocó en el estudio de los mamíferos medianos y grandes, colocando estos dispositivos en las áreas de estudio que se activan con el paso de los animales o detectan su calor corporal (Díaz-Pulido y Payán, 2012; Chávez *et al.*, 2013; Burton *et al.*, 2015). Las cámaras se colocan en sitios de paso o concentración de los animales tales como senderos, fuentes de agua o saladeros (Chávez *et al.*, 2013). El fototrampeo ahora se ha convertido en una de las técnicas más utilizada en estudios de la diversidad y ecología de la fauna por la gran cantidad de datos que genera, siendo poco invasivo para los animales (Tobler *et al.*, 2008; Mosquera-Muñoz *et al.*, 2014; Suwanrat *et al.*, 2015; Mere *et al.*, 2019; Zárate-Betzel *et al.*, 2019). En la región amazónica, la aplicación del fototrampeo para el estudio de aves terrestres aún es escasa, sin embargo, tiene una gran potencialidad para generar información relevante para la conservación de muchas especies afectadas por la caza. Por ejemplo, en la Amazonía peruana, usando esta técnica se registraron 21 especies de hábitos terrestres y se comparó esta riqueza en dos épocas climáticas del año (Mena *et al.*, 2016). Otro estudio de fototrampeo de larga duración (16 meses) permitió detectar un total de 16 especies de aves terrestres de 7 familias y documentar los patrones de actividad para algunas especies de perdices amazónicas de Perú (Mere *et al.*, 2019). Asimismo, en zonas de la alta Amazonía de Colombia, Díaz (2019) pudo determinar la ocupación, densidad y patrones de actividad de *Tinamus osgoodi*.

En Ecuador, el empleo de cámaras trampa para el estudio de la diversidad y ecología de aves tropicales aún es incipiente. Únicamente, algunas especies tales como el cóndor andino, ciertos crácidos y tinamúes han sido estudiados con esta técnica en la última década (Vargas *et al.*, 2017; Monar, 2021). Por ejemplo, en la Amazonía ecuatoriana, Medrano y Rueda (2018) reportaron datos ecológicos novedosos del pavón nocturno *Nothocrax urumutum*, mientras que Solano-Ugalde *et al.* (2018), describieron el comportamiento reproductivo de *Tinamus tao*.

Las poblaciones de aves terrestres de bosques tropicales están en un proceso acelerado de extinción por múltiples factores (Foley *et al.*, 2007; Peres y Palacios, 2007). La presencia de comunidades de aves de hábitos terrestres es clave para la conservación de los bosques (Brooks y Strahl, 2000; Brooks y Fuller, 2006;

Velasco y Vargas, 2007). A través del incremento de estudios de fototrampeo se conocen más en detalle aspectos relacionados con la diversidad, estado poblacional y comportamiento, sin embargo, es necesario incrementar los estudios en áreas tropicales (Mena *et al.*, 2016). En particular, el conocimiento más detallado de sus patrones de actividad y sus interacciones ecológicas puede aportar al desarrollo de planes de conservación (Schoener, 1974; Gordon, 2000; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003). En este contexto, este estudio tuvo como objetivos describir la riqueza de especies y la actividad diaria de Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes de hábitos terrestres del Bosque de la comunidad kichwa Pablo López de Oglán Alto, localizado en una zona de la alta Amazonía ecuatoriana. Con ello se espera contribuir al escaso conocimiento existente sobre esta temática para estas aves, a nivel nacional y amazónico.

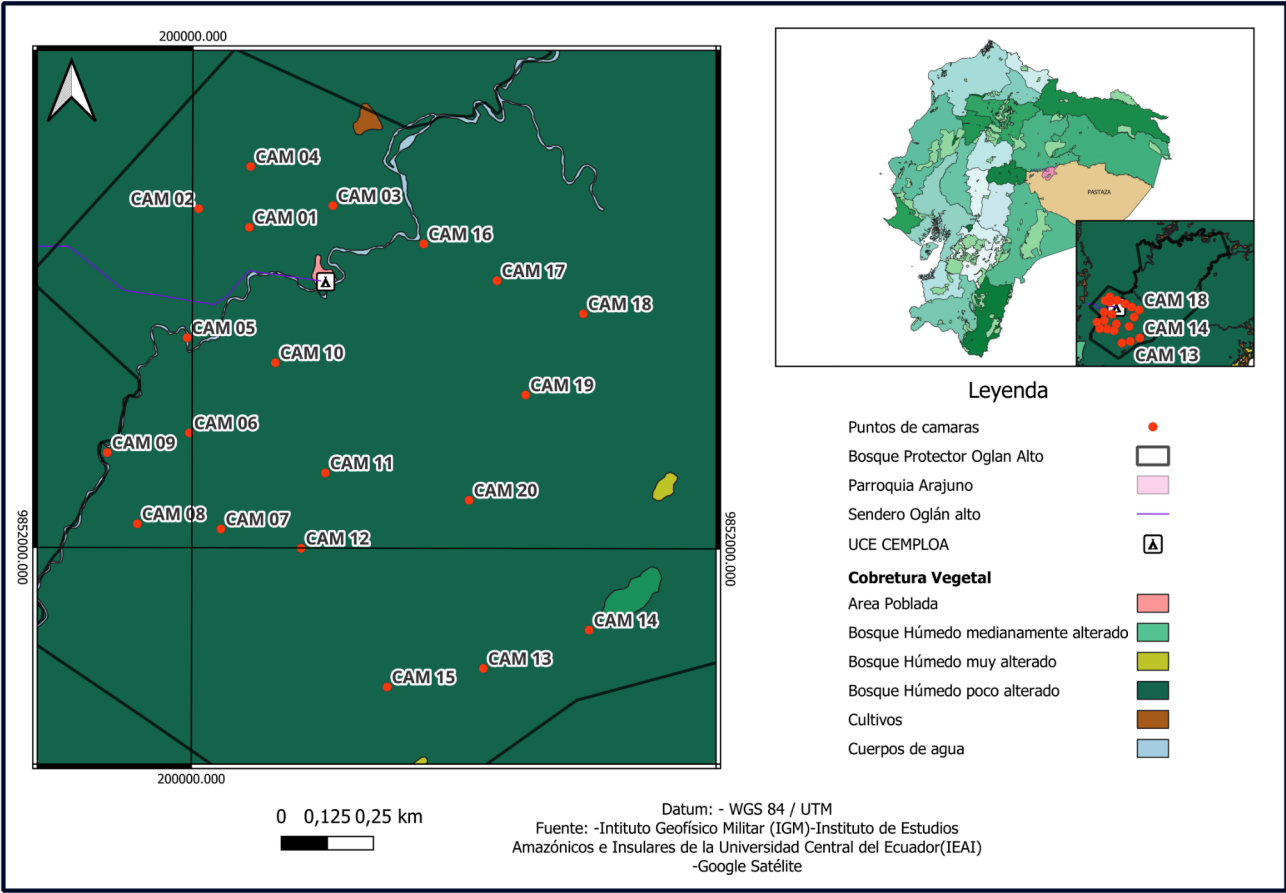


Figura 1. Localización de estaciones de fototrampeo en la Comunidad Etnoecológica Pablo López de Oglán Alto (Pastaza, Ecuador).

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El bosque protegido de la Comunidad Etnoecológica Pablo López de Oglán Alto (200200 E y 9853200 N, zona UTM:18 S) tiene una extensión de 33,4 Km² y se ubica en el municipio de Arajuno, en la Amazonía de Pastaza, Ecuador (Figura 1). La altitud promedio del sitio es de 610 msnm. La vegetación dominante del área incluye especies de bambú (*Guadua* sp.) y otras especies de la familia Arecaceae como *Chelyocarpus ulei*, *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* como especies típicas del Bosque siempreverde de tierras bajas con Bambú en la Amazonía (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). La precipitación anual del sitio oscila entre 2000 a 4000 mm de lluvia (Carrillo y Solano, 2010).

Colecta de datos

Los registros de las aves se obtuvieron con cámaras-trampa de un proyecto de monitoreo participativo de fauna. En el área de estudio se colocaron 20 estaciones individuales de fototrampeo con cámaras Bushnell modelo Mustang E3 de 16 MP separadas al menos 500 metros entre sí (Figura 1). Las cámaras se mantuvieron activas desde el 6 de febrero al 29 de julio del 2020, durante 6 meses de muestreo. El muestreo coincidió con los meses más lluviosos del año. De cada estación se registró la coordenada geográfica con equipos de GPS. Las cámaras fueron programadas para la toma de 3 fotos consecutivas a intervalos de 10 segundos (Castellanos et al., 2023) y se mantuvieron encendidas las 24 horas del día.

Se construyó una base de datos con el registro de la ubicación de cada cámara, especie fotografiada, hora, día, mes y año del evento y los registros independientes considerando un lapso de tiempo de 30 minutos mediante el programa CPW Photo Warehouse de Newkirk (2016). Las especies de aves fueron identificadas usando guías de campo para la Amazonía ecuatoriana (Ridgely y Greenfield, 2006; Freile y Restall, 2018). La clasificación taxonómica utilizada fue la de las especies de

aves de Sudamérica provista por la Unión de Ornitólogos Americanos (Rensen et al., 2023).

Análisis de datos

Los datos de riqueza de las especies se obtuvieron a partir del conteo total de aves por especie. A partir de estos valores, elaboramos una curva de rango abundancia para graficar la estructura de la comunidad en función del logaritmo en base 10 de sus frecuencias por especie. En la gráfica se representan a la derecha, las especies más abundantes y a la izquierda las más raras. Con los datos de frecuencia de todas las especies para cada cámara generamos una curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo usando el programa Estimates (Colwell, 2013) junto con el estimador Chao 1 y cuantificar el porcentaje de completitud lograda en el muestreo conforme sugieren Jácome-Negrete et al. (2019).

El cálculo de la abundancia relativa implicó la estimación del índice sugerido por Díaz-Pulido y Payán (2012) con la siguiente fórmula de cálculo:

$$IAR = \frac{X_i}{Y_i} \times 1000 \text{ trampas noche}$$

Donde, X_i es el número de registros independientes de cada especie. Y_i es el esfuerzo de muestreo como el resultado de la multiplicación del número total de cámaras trampa por el total de días de muestreo, por el factor de corrección 100 (Hernández-SaintMartín y Rosas-Rosas, 2018).

Para el cálculo de los patrones de actividad consideramos únicamente aquellas especies con un mínimo de 11 registros independientes (Almeida, 2019). Este análisis se hizo con el programa Overlap en R (Ridout y Linkie, 2009; Meredith y Ridout, 2021) usando la hora de cada registro en formato decimal (Ávila-Nájera et al., 2016; Mere et al., 2019; Mandujano y Pérez-Solano, 2019). Se generó una gráfica lineal usando la función plot en Overlap. Se obtuvo el coeficiente de traslape (Δ) entre las

Tabla 1. Riqueza de especies de Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes de hábitos terrestres registradas en cámaras trampa en la comunidad etnoecológica Pablo López de Oglán Alto, Pastaza, Ecuador.

Id	Nombre científico	Nombre común	Familia	Orden	Frecuencia
1	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	Tinamidae	Tinamiformes	12
2	<i>Tinamus guttatus</i>	Tinamú goliblanco	Tinamidae	Tinamiformes	1
3	<i>Nothocrax urumutum</i>	Pavón nocturno	Cracidae	Galliformes	90
4	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava de Spix	Cracidae	Galliformes	26
5	<i>Odontophorus gujanensis</i>	Corcovado carirrojo	Odontophoridae	Galliformes	8
6	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	Columbidae	Columbiformes	127
7	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma frentigrís	Columbidae	Columbiformes	1

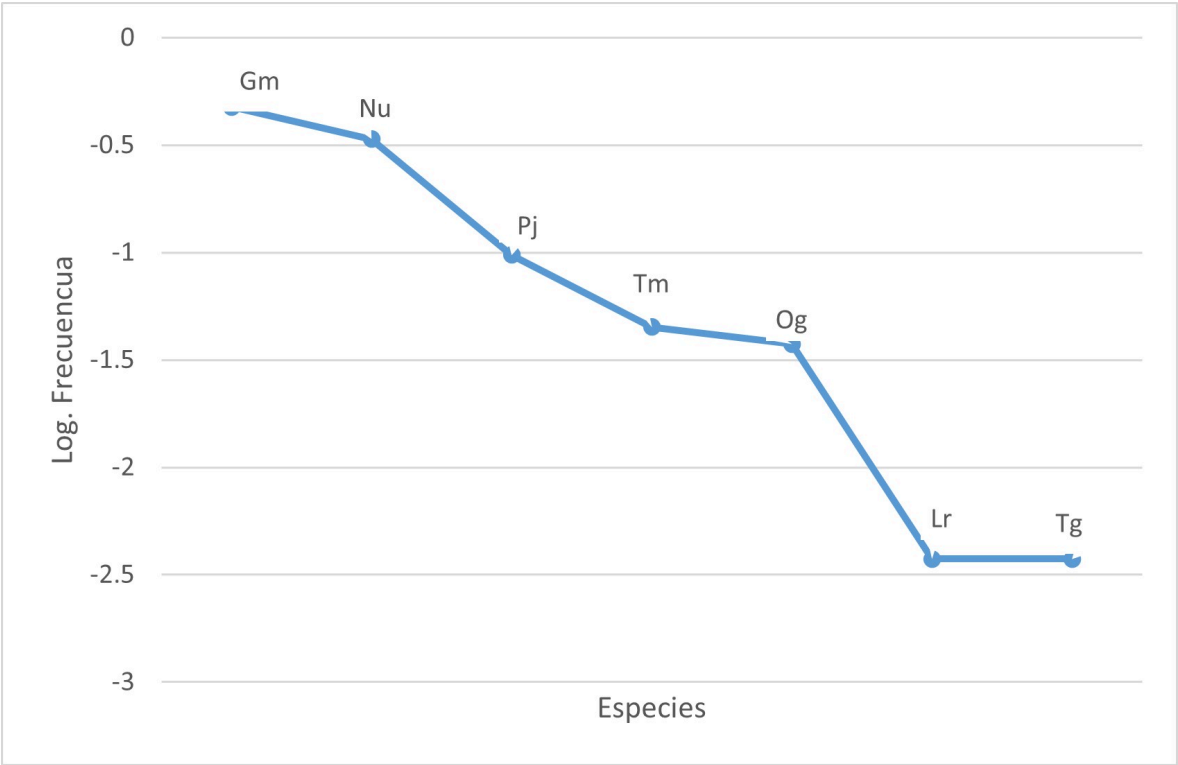


Figura 2. Estructura de la comunidad de aves fototrampeadas en la comunidad etnoecológica Pablo López de Oglán Alto (Pastaza, Ecuador): Gm *Geotrygon montana*, Nu *Nothocrax urumutum*, Pj *Penelope jacquacu*, Tm *Tinamus major*, Og *Odontophorus gujanensis*, Lr *Leptotila rufaxilla*, Tg *Tinamus guttatus*.

especies como medida paramétrica de comparación de la actividad entre dos especies, con valores de 1 cuando el horario de ambas especies coincidió totalmente a 0 cuando son horarios totalmente diferentes.

obteniéndose un coeficiente de traslape de 0,996 ya que ambas especies se encuentran activas en el mismo horario, con una diferencia en que el mayor pico de actividad para *N. urumutum* ocurre a las 18:00 horas.

RESULTADOS

Riqueza de especies

Con un esfuerzo de muestreo de 3317 cámaras trampas/noche registramos un total de 267 individuos de 7 especies de aves de hábitos terrestres, de 4 familias y 3 órdenes taxonómicos. Se encontró una mayor dominancia de la paloma perdiz rojiza *Geotrygon montana*, el pavón nocturno *Nothocrax urumutum* y de la pava de Spix *Penelope jacquacu* (Tabla 1).

Las especies más dominantes de la comunidad fueron *G. montana*, *N. urumutum* y *P. jacquacu*. Las especies más raras fueron *Tinamus guttatus* y *Leptotila rufaxilla*. La estructura de la comunidad de aves fototrampeadas durante el período de estudio se presenta en la Figura 2.

A partir del análisis de completitud se estimó haber obtenido un 93,33 % de las especies potencialmente detectables conforme al muestreo desarrollado.

En cuanto a la abundancia relativa, se logró un total de 234 registros independientes. La especie con mayor abundancia relativa fue *Geotrygon montana* (IAR=47,92), seguida de *Nothocrax urumutum* (IAR=33,96) (Tabla 2 y Figura 3).

Patrones de actividad

En función del número mínimo de registros requeridos, realizamos la descripción de los patrones de actividad de *Geotrygon montana*, *Nothocrax urumutum*, *Penelope jacquacu* y *Tinamus major* (Figura 4).

Finalmente se comparó el horario de actividad de las dos especies de crácidos más abundantes, *N. urumutum* y *P. jacquacu*,

DISCUSIÓN

En este estudio, con fototrampeo detectamos la presencia de 7 especies de Tinamiformes (2), Galliformes (3) y Columbiformes (2) de hábitos terrestres en un bosque tropical de la alta Amazonía que desde hace 20 años se encuentra protegido de la caza y la tala forestal. La presencia de *Nothocrax urumutum*, *Penelope jacquacu*, *Tinamus major*, *Tinamus guttatus* como las especies de mayor tamaño detectadas son el reflejo de un bosque sin los efectos de la caza. En estos estudios, el número de especies de aves detectadas guarda correlación con el esfuerzo de muestreo desarrollado. En nuestro caso, a partir de un esfuerzo de 3317 cámaras trampas / noche fueron registradas 7 especies que utilizan el suelo del bosque. En contraste, Mena y colaboradores (2016) en el río Purús, Amazonía peruana, registraron 8 especies de Tinamiformes y 4 de Galliformes con un mayor esfuerzo de muestreo (5181 cámaras trampas / noche), mientras que en un bosque tropical panameño con 1608 cámaras trampas / noche, se logró el registro de 2 Galliformes (*Crax rubra*, *Penelope purpurascens*) y 4 Columbiformes (*Zentrygon lawrencii*, *Z. goldmani*, *Geotrygon montana*, *Leptotila cassini*) (Gutiérrez-Pineda et al., 2021). La diferencia hallada entre el río Purús y este estudio puede ser debido a que la selva de Purús es más extensa y madura que la de Arajuno. Otro factor clave que incide en el número de especies detectadas es la época climática en la que se haga el trabajo (Mena et al., 2016). En nuestro caso, el estudio cubrió seis meses del año, durante la época anual más lluviosa, coincidente con la estación de mayor producción de frutos del bosque, por lo que es de esperarse que, si se hacen nuevos estudios cubriendo la época más seca del año (agosto a diciembre), la riqueza de aves detectadas podría incrementarse.

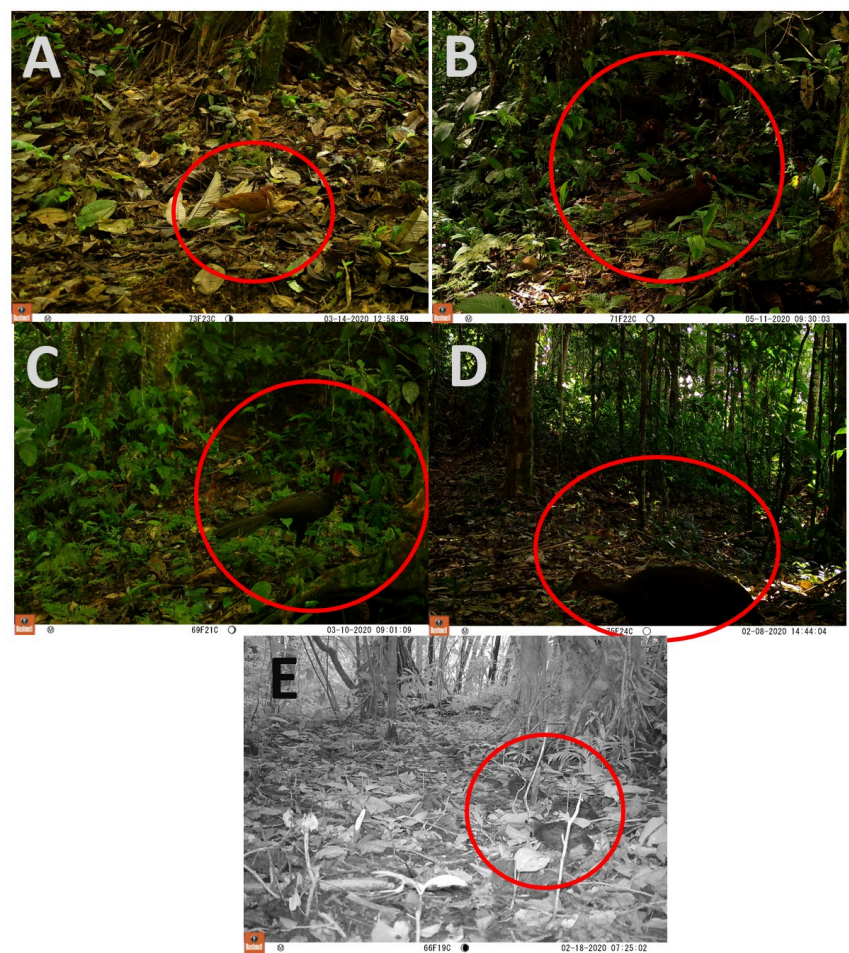


Figura 3. Especies de Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes más frecuentes de la comunidad etnoecológica Pablo López de Oglán Alto (Pastaza, Ecuador): A. *Geotrygon montana*, B. *Nothocrax urumutum*, C. *Penelope jacquacu*, D. *Tinamus major*, E. *Odontophorus gujanensis*.

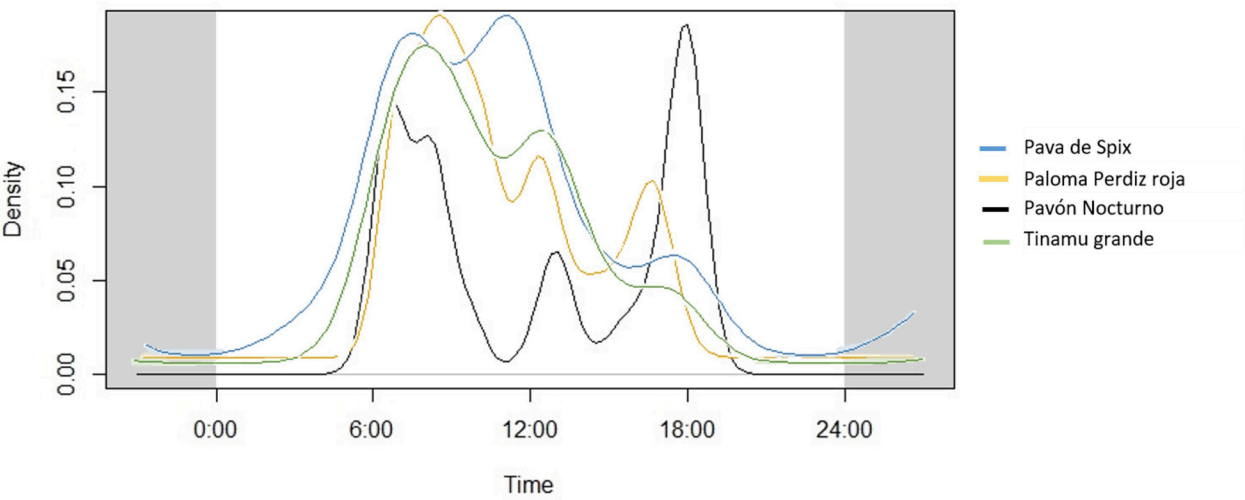


Figura 4. Horario de actividad de las aves fototrampeadas en la comunidad etnoecológica Pablo López de Oglán Alto (Pastaza, Ecuador): a. *Geotrygon montana*, b. *Nothocrax urumutum*, c. *Penelope jacquacu*, d. *Tinamus major*.

Tabla 2. Índices de Abundancia Relativa (IAR) de las aves registradas en la Comunidad Etnoecológica Pablo López de Oglán Alto, Pastaza, Ecuador.

Id	Especie	IAR
1	<i>Geotrygon montana</i>	47,92
2	<i>Nothocrax urumutum</i>	33,96
3	<i>Penelope jacquacu</i>	9,81
4	<i>Tinamus major</i>	4,53
5	<i>Odontophorus gujanensis</i>	3,02
6	<i>Leptotila rufaxilla</i>	0,38
7	<i>Tinamus guttatus</i>	0,38

Encontramos a *Geotrygon montana* como la especie más dominante de toda la comunidad de aves detectadas. La obtención de un mayor número de registros de esta ave concuerda con las características ecológicas descritas por Ocampo *et al.* (2019) y Gutiérrez-Pineda *et al.* (2021), quienes mencionan que esta paloma prefiere el suelo del bosque, con una alta frecuencia de registros en cámaras trampa al ser abundante y estar ampliamente distribuida en toda la región.

De la riqueza total encontrada, un 42,85 % correspondieron al orden Galliformes, representado por *Nothocrax urumutum*, *Penelope jacquacu* y *Odontophorus gujanensis*. Su hallazgo confirma sus características de aves que prefieren el suelo del bosque por sus hábitos forrajeros cuando buscan semillas y frutas (Sáenz *et al.*, 2005; Muñoz y Kattan, 2007). Además, las dos especies de crácidos son catalogadas como indicadoras de bosques bien conservados ubicados en zonas prístinas (Vickers, 1991; Brooks *et al.*, 2006; Mena *et al.*, 2000; Sirén *et al.*, 2004; Jácome-Negrete, 2018).

Asimismo, otro 28,57 % de las especies estuvo representado por dos Tinamiformes, *Tinamus major* y *Tinamus guttatus*, siendo el primero mucho más abundante. En general, los

tinamúes son especies más escuchadas que observadas, por lo que suelen reportarse como muy raras de encontrar por registros visuales y también se consideran como especies indicadoras de bosques de tierra firme bien conservados (Mena *et al.*, 2016; Mere *et al.*, 2019, Zárate-Betzel *et al.*, 2019). La ausencia de registros de *Crypturellus* pudo deberse a la altura en la que fueron colocadas las cámaras sobre los troncos de los árboles.

De igual manera, con el uso del fototrampeo hemos podido incrementar datos sobre los horarios de actividad de las especies detectadas: *Geotrygon montana*, *Penelope jacquacu*, *Tinamus major* y curiosamente *Nothocrax urumutum*, especies que podrían catalogarse como crepusculares matutinas y mayormente diurnas. Los horarios de *Geotrygon montana* y *Penelope jacquacu* concuerdan con los hallazgos de Gutierrez y colaboradores (2021) para el bosque húmedo tropical de Darién, en Panamá. Algo similar ocurrió para el caso de *Odontophorus gujanensis*, que en otros trabajos también se considera como un ave eminentemente diurna (Mosquera-Munoz *et al.*, 2014; Mere *et al.*, 2019; Gutiérrez-Pineda *et al.*, 2021). Para el pavón nocturno, hay estudios previos que lo reportaban como una especie estrictamente nocturna (Parker, 2002; Rodríguez-Mahecha, *et*

al., 2005; Ridgely y Greenfield, 2006; Jácome-Negrete, 2018), sin embargo, en este trabajo y otros de fototrampeo, se confirma que tiene hábitos diurnos, con una mayor actividad entre las 06:30-08:30 horas y las 14:00-18:00 horas (Gallo-Viracocha y Urgilés-Verdugo, 2022; Link *et al.*, 2022).

Podemos mencionar que el uso de cámaras trampa es una técnica alternativa para documentar la riqueza y los patrones de actividad de aves tropicales de hábitos terrestres, raras o elusivas o de especies más grandes y escasas afectadas por la caza y la pérdida del hábitat (Brooks y Strahl, 2000; Foley *et al.*, 2007; Peres y Palacios, 2007; Kattan *et al.*, 2016). Particularmente, la reducción de poblaciones de Galliformes y Tinamiformes puede provocar cambios futuros en la composición de la vegetación (Miranda *et al.*, 2019).

Sin embargo, para las aves, el método de fototrampeo debe ser modificado en la altura de colocación de las cámaras y las distancias entre las estaciones de muestreo, ya que usualmente estos dispositivos se colocan para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes de mayor talla que las aves terrestres más grandes y con áreas de vida más amplias (Sáenz *et al.*, 2005; Chávez-León, 2019). Concordamos con lo propuesto por Sáenz *et al.* (2005) quienes recomiendan colocar las cámaras a menor distancia entre sí y a menor altura del suelo. Sugerimos que una distancia promedio de 250 metros entre cada cámara y una altura de 30 cm del suelo podrían facilitar el registro de aves de hábitos terrestres de menor tamaño. Asimismo, es recomendable programar las cámaras a horas determinadas, una vez conocidos los picos más altos de actividad de las especies, para tener mayor información (Maffei *et al.*, 2004; Wix y Reich, 2019) y reducir el consumo de las baterías. Otro aspecto a considerar, es que la actividad de las aves en un sitio dependerá de la presencia y de la actividad de sus posibles depredadores como mencionan Mosquera-Muñoz *et al.* (2014) y Gutiérrez-Pineda *et al.* (2021).

También será importante utilizar otros métodos de estudio de la avifauna además del fototrampeo, si la intención es el registro total de la avifauna tropical local (Dinata *et al.*, 2008; Chávez-León, 2019; Wix y Reich, 2019). Otras limitaciones del uso de cámaras para el estudio de la avifauna pueden ser el alto costo inicial de los equipos, el requerimiento de un entrenamiento previo para su correcta operación, el vandalismo y robo de los equipos. A partir de estos primeros hallazgos se recomienda profundizar en el estudio comparativo de la presencia, riqueza y abundancia de los Tinamiformes, Galliformes y Columbiformes de hábitos terrestres en diferentes tipos de bosques amazónicos y distintas épocas fenológicas. Otro aspecto clave es la comparación de los patrones de actividades de estas aves como presas y sus depredadores potenciales. El estudio del uso de los saladeros del bosque por estos taxones también es importante indagar a futuro.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue desarrollado con el proyecto DI-CONV-2019-001 "Evaluación y promoción de la diversidad de fauna de importancia estratégica para la subsistencia y la cultura de los Territorios de la Comunidad Kichwa Pablo López de Oglán Alto (CEPLOA) y la Comunidad Huaorani de Toñampari, en la provincia de Pastaza, como estrategia para su conservación a largo plazo" con financiamiento de la Universidad Central del Ecuador. A la Comunidad kichwa CEPLOA, quienes mantienen un sistema de monitoreo participativo de la biodiversidad del bosque protegido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, S. (2019) *Diversidad y patrones de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes del bosque protector Selva Viva, cantón Tena, Napo – Ecuador* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Ávila-Nájera, D., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M., Mendoza, G., Perez-Elizalde, S. (2016) Overlap in activity patterns between big cats and their main prey in northern Quintana Roo, Mexico. *Therya*, 7 (3): 439-448.
- Beecher, N., Johnson, R., Brandle, J., Case, R., y Young, L. (2002) Agroecology of birds in organic and nonorganic farmland. *Conservation Biology*, 16: 1620-1631.
- Bernie, C., Pillco-Huarcaya, R., Serrano-Rojas, S., Whitworth, A. (2017) Terrestrial camera traps: essential tool for the detection and future monitoring of the Critically Endangered Sira curassow *Pauxi koepckeae*. *Endangered Species Research*, 32: 145-152.
- Bookhout, T. (1994) *Research and management techniques for wildlife and habitats*. Quinta edición. Bethesda: Wildlife Society.
- Brennan, P. (2004) Techniques for studying the behavioral ecology of forest-dwelling tinamous (Tinamidae). *Ornitología Neotropical*, 15: 329–337.
- Brooks, D., Fuller, R. (2006) Biology and conservation of cracids. En: *Conserving Cracids: the most Threatened Family of Birds in the Americas*. Ed. por Brooks, D.M., Cancino, L. y Strahk, S.D. Houston: Miscelaneous Publication Houston Museum Natural Science: 9 -21.
- Brooks, D., Strahl, S.D. (2000) *Curassows, guans and chachalacas. Status survey and conservation action plan for cracids 2000-2004*. Londres: IUCN/SSC Cracid Specialist Group.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., da Fonseca, G., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J., et al. (2006) Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313: 58-61.
- Burton, A., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J., et al. (2015) Review. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*, 52 (3): 675-685.
- Carrillo, G., Solano, S. (2010) Estudio preliminar sobre la comunidad de primates en el bosque protector del Oglan Alto. Arajuno-Pastaza. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 31 (1 y 2): 79-93.
- Castellanos, S., Jácome-Negrete, I., Rodríguez, F., Gaba, F., Enqueri, I., Nemquimo, O., et al. (2023) Riqueza y abundancia de Tinamiformes, Galliformes, Columbiformes y Gruiformes en la comunidad woadani de Toñampade, Amazonía ecuatoriana: una aproximación inicial por fototrampeo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 47 (183): 1-12.
- Chávez, C., De la Torre, A., Horacio, B., Medellín, R., Zarza, H., Ceballos, G. (2013) Manual de Fototrampeo para estudio de Fauna Silvestre. *El jaguar en México como estudio de Caso*. México: Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chávez-León, G. (2019) Diversidad de mamíferos y aves en el bosque de coníferas bajo manejo en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10 (56): 85-112.
- Colwell R. (2023) Estimates. *Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Disponible en <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates> [consulta: 10 enero 2023].
- De la Montaña, E. (2013) Cacería de subsistencia de distintos grupos indígenas

- de la Amazonía ecuatoriana. *Ecosistemas*, 22 (2): 84-96.
- Díaz, G. (2019) *Ocupación, distribución y patrón de actividad del Tinamú negro (Tinamus osgoodi) en el piedemonte amazónico colombiano* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Díaz-Pulido, A., Payán-Garrido, E. (2012) *Manual de fototrampeo Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.
- Dinata, Y., Nugroho, A., Achmad, I., y Linkie, M. (2008) Camera trapping rare and threatened avifauna in west-central Sumatra. *Bird Conservation International* 18: 30–37.
- Donnelly, R. y Marzluff, J. (2004) Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology*, 18 (3): 733-745.
- Foley, J., Asner, G., Costa, M., Coe, M., DeFries, R., Gibbs, H., et al. (2007) Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (1): 25-32.
- Freile, J. y Restall, R. (2018) *Birds of Ecuador*. Londres: Helm Guides.
- Gallo-Viracocha, F., y Urgilés-Verdugo, C. (2022) Patrón de actividad y relaciones ecológicas del paujil nocturno en la Amazonía norte ecuatoriana. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 93: 1-11.
- Garzón, C., Pozo-Zamora, G. Echeverría-Vaca, G. (2015) Avifauna del Bosque Montano. En: Anfibios, reptiles y aves de la provincia de El Oro. Ed. por Mena-Valenzuela, P. y Garzón, C. Quito: *Graficarte*, 175–184.
- Gordon, C. (2000) The coexistence of species. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73: 175-198.
- Gutiérrez-Pineda, K., Berguido, G., Méndez-Carvajal, P. (2021) Diversidad ecológica de aves caminadoras en la Reserva Natural Privada Cerro Chucantí, Darién, Panamá. *Mesoamericana*, 25: 1-14.
- Hernández-Pérez, E., Martínez-Morales, M., Tobón-Sanpedro, A., Pinilla-Buitriago, G., Sanvicente, M., y Reyna-Hurtado, R. (2014) Registros notables que amplían la distribución conocida de dos especies de Crácidos (Aves: Galliformes) en la península de Yucatán, México. *Ornitología Neotropical*, 25: 291-301.
- Hernández-SaintMartín, A. y Rosas-Rosas, O. (2018) Diversidad y abundancia de la base de presas para *Panthera onca* y *Puma concolor* en una reserva de la biosfera de México. *Agroproductividad*, 7 (5): 45-50.
- Jácome-Negrete, I. (2018) Etnozoología Kichwa de los Crácidos en la Amazonía Central Ecuatoriana. *Ethnoscintia*, 3: 1-11.
- Jácome-Negrete, I., Trujillo, S., Rocha, D., Hidalgo, E., Flores, S. (2019) Riqueza y abundancia de las aves urbanas de nueve áreas verdes de la ciudad de Sangolquí (Ecuador): Estudio preliminar. *Revista Siembra*, 6 (1): 001-014.
- Jiménez, I., Londoño, G. A., y Cadena, C. D. (2003) Efficiency, bias, and consistency of visual and aural surveys of curassows (Cracidae) in tropical forests. *J Field Ornithol.*, 74 (3): 210–216.
- Kattan, G., Muñoz, M., Kikuchi, D. (2016) Population densities of curassows, guans, and chachalacas (Cracidae): effects of body size, habitat, season, and hunting. *The Condor Ornithological Applications*, 118: 24-32.
- Kronfeld-Schor, N., Dayan, T. (2003) Partitioning of time an ecological resources. *Annual Review of Ecology Evolution Systematics*, 34: 153-181.
- Larrea C. (2013). Extractivism, economic diversification and prospects for sustainable development in Ecuador.

- Australia: Latin America and the Shifting Sand of Global Power Conference.
- Link, A., Alvarez-Solas, S., Blake, J., Campos, F., Espinosa, S., Medrano-Vizcaíno, P. et al. (2022). Insights into the habits of the elusive nocturnal curassow (*Nothocrax urumutum*). *Ornitología Neotropical*, 33: 74-78.
- Maffei, L., Cuellar, E., Noss, A. (2004) One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? En: Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *The Zoological Society*, 262: 295-304.
- Mandujano, S., Pérez-Solano, L. (2019) *Fototrampeo en R: organización y análisis de datos*. Volumen I. México: Instituto de Ecología A.C.
- Medrano, P., y Rueda, A. (2018) Nuevo registro altitudinal del Pavón Nocturno *Nothocrax urumutum* (Cracidae) y notas sobre su historia natural. *Revista Ecuatoriana de Ornitología*, 3: 15-19.
- Mena, J., Zúñiga, A., Villacorta, M., Salazar, S. (2016) Capítulo 11. Estimación de la riqueza de mamíferos y aves terrestres de la cuenca alta del río La Novia, Purús a través de modelos de ocupación. En: *Diversidad Biológica Del Sudeste De La Amazonía Peruana: Avances En La Investigación*. Ed. por: Mena, J. y Germaná, Perú: World Wildlife Fund Inc. 172-193.
- Mena, P., Stallings, J., Regalado, J., Cueva, R. (2000) The Sustainability of current hunting practices by the Huaorani. En: *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. Ed. por: Robinson, J. y Bennett, E. Estados Unidos: Columbia Univ Press. 57-78.
- Mere C., Middenforf, E., Forsyth, A., Cáceres, A., Blake, J., Almeyda, M., et al. (2019) Assemblage structure and dynamics of terrestrial birds in the southwest Amazon: a camera-trap case study. *J. Field Ornithol*, 0 (0): 1-12.
- Meredith, M., y Ridout, M. (2021) Overview of the overlap package. Disponible en < <https://cran.r-project.org/web/packages/overlap/vignettes/overlap.pdf>> [consulta: 30 septiembre 2021].
- Ministerio de Ambiente de Ecuador. (2012) *REDD+ en Ecuador: Una Oportunidad para Mitigar el Cambio Climático y Contribuir a la Gestión Sostenible de los Bosques*. Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013) Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Miranda, L., Imperatriz-Fonseca, V., Giannini, T. (2019) Climate change impact on ecosystem functions provided by birds in southeastern Amazonia. *PLOS ONE*, 14 (4): 1-17.
- Mittermeier, R., Robles, P., Mittermeier, C., Wilson, E. (1997) *Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations*. México: CEMEX.
- Monar, P. (2021) *Abundancia relativa y patrones de actividad de la avifauna de hábitos terrestres del Refugio de Vida Silvestre Paschoa registrada mediante fototrampeo* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Mosquera-Muñoz, D., Corredor, G., Cardona, P., Armbrrecht, I. (2014) Fototrampeo de aves caminadoras y mamíferos asociados en el piedemonte de Farallones de Cali. *Bol. Cient. Mus. His. Nat. U. de Caldas*, 18 (2): 144-156.
- Muñoz, M. y Kattan, G. (2007) Diets of cracids: How much do we know? *Ornitol. Neotropical*, 18: 21–36.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., da Fonseca, G., Kent, J. (2000) Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*, 403 (6772): 853-858.
- Newkirk, E. (2016) CPW Photo Warehouse. [en línea], Disponible en: <http://cpw.state.c o . u s / l e a r n / P a g e s />

- ResearchMammalsSoftware.aspx [Consulta: 5 enero 2023].
- Ocampo, D., Alvarado, A., Álvarez, M., Ríos-Acuña, J., Barrantes, G., Sandoval, L. (2019) Asociación entre la morfología alar y el uso del hábitat en seis especies de palomas (Columbidae) neotropicales. *Revista de Biología Tropical*, 67 (2): 315-325.
- Ornelas, J., Arizmendi, M., Marquez, L., Navarajito, M., Berlang, H. (1993) Variability profiles for line transect bird censuses in a tropical dry forest in Mexico. *The Condor*, 95: 422-441.
- Pardo, L., Lafleur, L., Spinola, M., Saenz, J., y Cove, M. (2017) Camera traps provide valuable data to assess the occurrence of the Great Curassow *Crax rubra* in northeastern Costa Rica. *Neotropical Biodiversity*, 3 (1): 182-188.
- Parker, T. (2002) Behavior, habitat, and status of the Nocturnal Curassow (*Nothocrax urumutum*) in northern Peru. *Ornitología Neotropical*, 13: 153-158.
- Peres, C., y Palacios, E. (2007) Basin-Wide Effects of Game Harvest on Vertebrate Population Densities in Amazonian Forest: Implications for Animal-Mediated Seed Dispersal. *Biotropica*, 39 (3): 304-315.
- Peres, C. y Roosmalen, M. (1996) Avian dispersal of "mimetic seeds" of *Ormosia lignivalvis* by terrestrial granivores: deception of mutualism? *Oikos*, 75 (2): 249-258.
- Remsen, J.V., Areta, J. I., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Del-Rio, G., Jaramillo, A., et al. (2023) A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. [en línea], Disponible en: <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm> [Consulta: 16 junio 2023].
- Ridgely, R. y Greenfield, P. (2006) *Aves del Ecuador*. Ecuador: Academia de Ciencias de Philadelphia y Fundación Jocotoco.
- Ridout, M., Linkie, M. (2009) Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 14: 322-337.
- Rodríguez-Mahecha, J., Hughes, N., Nieto, O., Franco, A. (2005) Paujiles, pavas, pavones y guacharacas neotropicales. Colombia: Fundación Provita, Fundación Omacha, EcoCiencia, Apeco y Fundación Puma.
- Sáenz, J., Alfaro, L., Carvajal, J., Carrillo, E. (2005) Una nueva técnica para determinar riqueza y abundancia relativa de aves terrestres. Uso de las cámaras- trampa. *Zeledonia*. Boletín de la Asociación Ornitológica de Costa Rica, 9 (1): 22-27.
- Schoener, T. (1974) Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27-39.
- Sirén, A.H., Hambäck, P., Machoa, J.D. (2004) Including Spatial Heterogeneity and Animal Dispersal When Evaluating Hunting: a Model Analysis and an Empirical Assessment in an Amazonian Community. *Conservation Biology*, 18 (5): 1315-1329.
- Solano-Ugalde, A., Ordóñez-Delgado, L., Vits, C., Freile, J. (2018) Breeding biology of Gray Tinamou (*Tinamus tao*) in southeastern Ecuador. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130 (2): 427-436.
- Suwanrat, S., Ngoprasert, D., Sutherland, C., Suwanwaree, P., Savini, T. (2015) Estimating density of secretive terrestrial birds (Siamese Fireback) in pristine and degraded forest using camera traps and distance sampling. *Global Ecology and Conservation*, 3: 596-606.
- Tobler, M., Carrillo-Percastegui, S., Leite-Pitman, R., Mares, R., Powell, G. (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large and medium-size terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11: 169-178.
- Vargas, H., Kohn, S., Ortega, A., Arbeláez, E., Naveda-Rodríguez, A., Cardoso, F., et al. (2017) Investigación y Monitoreo Ecológico

- del Cóndor Andino en Ecuador. Quito: The Peregrine Fund – grupo Nacional de Trabajo del Cóndor Andino.
- Velasco-Linares, y P., Vargas, O. (2007) La Dispersión por aves y la restauración de los ecosistemas altoandinos. *Estrategias para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. Ed. por Vargas, O. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Vickers, W. (1991) Hunting yields and game composition over ten years in an Amazon Indian territory. En: *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Ed. por Robinson, J. y Redford, K. Chicago: University of Chicago Press, 53-81.
- Waltert, W., Mardiasuti, A. Mühlenberg, M. (2004) Effects of land use on bird species richness in Sulawesi, Indonesia. *Conservation Biology*, 18 (5): 1339-1346.
- Wix, N. Reich, M. (2019) Time-triggered camera traps versus line transects – advantages and limitations of multi-method studies for bird surveys. *Bird Study*, 66 (2): 1-17.
- Zárate-Betzel, G., Gustafson, A., Núñez, K., Esquivel, A., Amarilla, S., Pech-Canché, J. (2019) Cámaras trampa como método de muestreo para aves del Chaco Seco paraguayo: Una comparación con los métodos auditivos y visuales. *Revista de Biología Tropical*, 67 (4): 1089-1102.

Conflicto de interés

Los autores declaramos no tener conflictos de interés.