

Densidad poblacional de mancololas (Tinamidae) y crácidos (Cracidae) en el Parque Nacional Laguna Lachúa (Alta Verapaz, Guatemala)

Population density of tinamous and cracids (Tinamidae and Cracidae) at Laguna Lachúa National Park (Alta Verapaz, Guatemala)

 Jorge Jiménez Barrios
Centro de Estudios Biológicos y Sociales de Guatemala,
Guatemala
jbjimenezbarrios@gmail.com

 Estefany J. Ordoñez-Sayle
Centro de Estudios Biológicos y Sociales de Guatemala,
Guatemala
ejosayle@gmail.com

Revista Científica (Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala)
vol. 32, núm. 2, 2025
Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala
ISSN: 2070-8246
ISSN-E: 2224-5545
Periodicidad: Semestral
cientifica.revista@usac.edu.gt

Recepción: 16 septiembre 2024
Aprobación: 27 enero 2025

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v32i2.408>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/50/505106002/>

Resumen: La densidad poblacional de los animales amenazados de extinción, o sujetos a la presión de cacería, es un parámetro clave para evaluar y adaptar las estrategias de conservación. Esta es una variable pocas veces disponible, sobre todo en especies inconspicuas, de hábitos reservados o propensas a huir. Los dos objetivos de esta investigación son: proponer una metodología para la estimación de la densidad poblacional de mancololas y crácidos a partir de registros de cámaras trampa, y presentar los resultados de implementar esta metodología con datos provenientes del Parque Nacional Laguna Lachúa. El parque es el más importante remanente de ecosistemas naturales en una zona de transformación agrícola. En este se distribuyen distintas especies de mancololas y crácidos, consideradas especies amenazadas de extinción, posiblemente presionadas por la cacería, y de hábitos crípticos. Se seleccionaron los coeficientes más pertinentes para el cálculo del rango diario estimado de cada especie, y así poder utilizar modelos de encuentros aleatorios. Las densidades poblacionales estimadas fueron (ind/km²): *Tinamus major*, 7.460; *Crypturellus boucardi*, 4.231; *C. soui*, 3.119; *Crax rubra*, 2.972; *Ortalis vetula*, 0.400; *Penelope purpurascens*, 0.164. Los resultados son semejantes a los encontrados en poblaciones de otras especies emparentadas, y permiten afirmar el valor del parque como hábitat de aves amenazadas de extinción, y como el remanente de mayor extensión de los ecosistemas naturales en la región. Se recomienda utilizar esta metodología para comparaciones posteriores, así como la inversión de fondos públicos para la investigación en sostenibilidad y gestión de la diversidad biológica.

Palabras clave: estimación, modelos de encuentros aleatorios, rango diario, Áreas Clave para la Biodiversidad, Franja Transversal del Norte.

Abstract: Population density of animals that are endangered or subject to hunting pressure, is a key parameter for evaluating and adapting conservation strategies. This variable is rarely

available, especially for inconspicuous species, with elusive habits or prone to fleeing. The two objectives of this research are: to propose a methodology for estimating the population density of tinamous and cracids from camera trap records, and to present the results of implementing this methodology with data from Laguna Lachúa National Park. This park is the most important natural ecosystems remnant in an agricultural transformation. Various species of the tinamous and cracids distributed in the park, considered endangered species, possibly pressured by hunting, and with cryptic habits. The most relevant coefficients were selected to calculate the estimated daily range of each species, and then used in random encounter models. The estimated population densities were (ind/km²): *Tinamus major*, 7.460; *Crypturellus boucardi*, 4.231; *C. soui*, 3.119; *Crax rubra*, 2.972; *Ortalis vetula*, 0.400; *Penelope purpurascens*, 0.164. Results are similar to those found in populations of other related species, and confirm the value of the park as habitat for extinction-threatened birds, and as the largest remaining natural ecosystem in the region. It is recommended to use this methodology for future comparisons, and to invest public funding in research on sustainability and biological diversity management.

Keywords: estimation, random encounter models, daily range, Key Biodiversity Areas, Northern Transversal Strip.

PREVIEW VERSION

Introducción

Aunque la región mesoamericana constituye en su totalidad un hotspot de diversidad biológica (Myers et al, 2000), existen algunas zonas en su interior, de extensión bastante más restringida, que presentan valores de riqueza biológica notablemente superiores respecto a la mayor parte del territorio. Estas zonas pueden ser definidas como áreas clave para la biodiversidad (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2022). Una de estas zonas se refiere como el área clave Lachuá – Ik'bolay, identificada como un área determinante para la conservación de especies de distribución restringida (Key Biodiversity Areas Partnership, 2024).

Dentro de esta zona prioritaria se encuentran tres áreas protegidas: la Reserva Natural Privada Chajumpec, la Reserva Natural Privada Entre Ríos, y la mayor de todas, el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL). Adicional a la designación oficial del PNLL como área protegida, también se le ha reconocido como parte de una zona de humedal de importancia internacional, es decir, un sitio Ramsar (BirdLife International, Ecoregión Lachuá, 2024). Por décadas, políticas públicas y relaciones de producción basadas en la explotación de los recursos naturales han impulsado la deforestación del área (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, [SEGEPLAN], 2011). En la actualidad, son las áreas protegidas los últimos y más importantes remanentes de los ecosistemas naturales que en todo el territorio se distribuyen.

El valor contingente de las áreas protegidas para la sociedad guatemalteca, y para la humanidad en general, ha aumentado en la medida en que se pierden y degradan los ecosistemas naturales. Estas llegan a constituirse en verdaderas zonas estratégicas para la conservación de la diversidad biológica y los procesos que la han producido y la mantienen, sobre todo cuando se integran criterios ecológicos en su designación y priorización. Uno de estos criterios pondera, además de la riqueza de especies, la presencia y coincidencia de taxones con rango de distribución restringido (rareza), atributo encontrado en el más alto nivel en el PNLL (Veach et al., 2017). Este es uno de los últimos remanentes en que aún se distribuyen los mayores mamíferos mesoamericanos: tapires, jaguares, pumas y coches de monte (Consejo Nacional de Áreas protegidas & Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza [Conap-Fonacon], 2018).

Entonces, conocer la distribución y uso del hábitat es fundamental para evaluar y adaptar los esfuerzos de conservación de la diversidad biológica, además de constituir temas esenciales de la Ecología. Dos de las variables más frecuentemente analizadas sobre la distribución de los animales son la densidad y el rango hogareño (home range; Carbone et al., 2005; Haskell et al., 2002). Aunque no es clara la relación entre estas dos variables, una tercera variable, el rango diario, permite modelar las dos primeras. Esta variable, clave para la investigación, también ha sido referida como distancia diaria recorrida, desplazamiento medio diario (Carbone et al., 2005) o velocidad (speed en Rowcliffe et al., 2008; velocity en Lucas et al., 2015), la cual se ha estimado sobre todo en función del tamaño corporal y la estrategia de alimentación.

Con esta investigación se busca incrementar la utilidad e importancia de los datos generados por fotocapturas con cámaras trampa en el PNLL, registrados en el campo durante los meses de septiembre y octubre de 2018. Aunque el proyecto original se enfocó en el estudio de mamíferos medianos y mayores (Conap & Fonacon, 2018), las fotocapturas de aves también fueron registradas y almacenadas, para su análisis posterior.

Ese análisis es posible implementando la metodología numérica adaptada en esta investigación para las mancololas y crácidos, a partir de metodologías desarrolladas para mamíferos (Carbone et al., 2005; Lucas et al., 2015). Las aves de las familias Tinamidae y Cracidae corresponden a especies medianas y grandes, por lo que suelen requerir mayor extensión territorial para satisfacer sus necesidades, lo que las hace más susceptibles a la pérdida y degradación del hábitat (Thiollay, 2006). En los ecosistemas tropicales, estas especies suelen desempeñar roles ecológicos críticos, como la dispersión de semillas (CÓrtes et al., 2009). Su presencia puede interpretarse como indicadora de la salud del ecosistema.

Las mancololas y crácidos frecuentemente enfrentan presión por cacería y la destrucción del hábitat, con algunas especies enlistadas como amenazadas de extinción (Conap, 2022). Por otra parte, estas son aves de hábitos reservados, cautelosas e inconspicuas, algunas de las cuales pueden casi exclusivamente detectarse con éxito por estos medios poco invasivos (Suwanrat et al., 2015). Su conservación es prioritaria como parte de los esfuerzos por la gestión de la diversidad biológica (Thiollay, 2006).

Los dos objetivos de esta investigación son: proponer una metodología para la estimación de la densidad poblacional de mancololas y crácidos a partir de registros de cámaras trampa, la cual es una metodología poco invasiva y viable que aporta datos de alta calidad; y presentar los resultados de implementar esta metodología con datos provenientes del Parque Nacional Laguna Lachúa. Aunque se parte de una justificación ecológica, el desarrollo es sobre todo estadístico, por lo que el alcance de los resultados, aunque compara las estimaciones con otros estudios y metodologías, deja oportunidad para un análisis ecológico más profundo. En todo caso, se confirma la determinante contribución del PNLL para la conservación de la diversidad biológica nacional, incluyendo especies de aves amenazadas de extinción.

Materiales y métodos

Se analizaron datos recolectados en el Parque Nacional Laguna Lachúa (PNLL), que se ubica en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Este parque tiene una extensión aproximada de 142 km², de los cuales 4.2 km² corresponden a la extensión de la laguna. Limita al noreste y oeste con los ríos Chixoy e Ik'bolay, y al sur con las montañas de La Sultana y El Peyán. El área incluye colinas bajas y valles de las Tierras Altas Sedimentarias hacia el sur, y en la parte central y norte a la planicie aluvial del Río Chixoy, que es parte de las tierras bajas interiores de Petén. Los suelos son kársticos, e iniciaron su formación en el Cretácico superior. La altitud varía entre 173 msnm en la laguna, hasta 700 msnm en las colinas del sur. La precipitación pluvial es de 3,000 a 4,000 mm, con menos de 3.5 meses de sequía al año (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], 2001).

La temperatura en promedio es superior a los 25°. El bosque tropical siempreverde latifoliado de tierras bajas es dominante en el área, con variaciones entre moderadamente drenado a bien drenado. Se encuentran también porciones con bosque tropical siempreverde latifoliado submontano en las colinas del sur (World Bank & Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, 2000).

En 2018 se colocaron 24 cámaras trampa en el PNLL (Figura 1), como parte del estudio Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes dentro del Parque Nacional Laguna Lachúa mediante el uso de cámaras trampa (Conap & Fonacon, 2018). Las primeras 20 cámaras (Bushnell Trophy Cam HD Agressor) se activaron los primeros días de septiembre. En los primeros días de octubre se añadieron 4 cámaras, y permanecieron en el campo hasta la primera semana de noviembre. Las cámaras se ubicaron en sitios en los cuales los guardarecursos identificaban en el campo evidencia del paso de animales. Se instaló una sola cámara por sitio de estudio, orientada de manera perpendicular a los caminos o pasos de animales, y a una altura entre 30 y 50 cm del suelo, buscando que el campo de fotografía/detección no estuviera obstaculizado por ramas u hojas. Las cámaras tuvieron una separación entre sí de 6 km en promedio.

Las fotografías obtenidas de las cámaras trampa se analizaron para registrar la especie, el número de individuos por especie, la estación de muestreo, la fecha y la hora de cada registro. Cada imagen se clasificó como encuentro independiente o duplicado, considerando como encuentro independiente: (i) fotografías consecutivas de especies diferentes, (ii) fotografías consecutivas de la misma especie con un intervalo >60 min, o (iii) fotografías no consecutivas de la misma especie (modificado de O'Brien et al., 2003). Se descartó los encuentros duplicados.

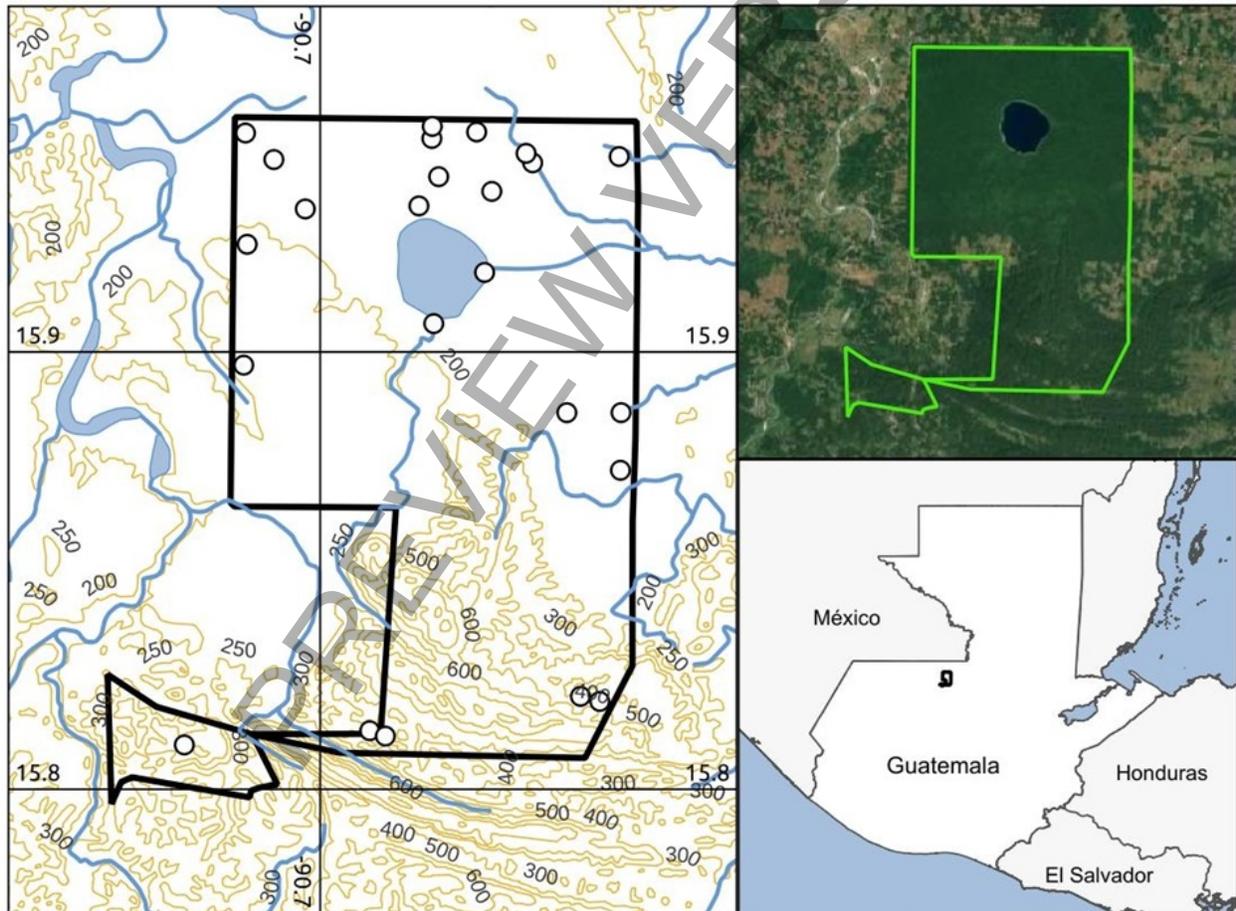


Figura 1.
Ubicación de cámaras trampa en el Parque Nacional Laguna Lachúa

Nota: El sistema de coordenadas de referencia es WGS84, con coordenadas en grados decimales; la altitud se presenta en isolíneas de color ocre, expresada en metros sobre el nivel del mar. Fuentes: MAGA, 2001; Google XYZ Tiles, 2024; trabajo de campo.

Aunque se identificó y registró todas las aves capturadas en las fotografías, la densidad se estimó para seis especies, del resto solamente se presenta la frecuencia (Tabla 1). La estimación de densidad de poblaciones animales a partir de datos generados por cámaras trampa se realiza generalmente por medio de modelos de probabilidades de encuentros aleatorios, derivados del análisis de la mecánica de partículas y las leyes de los gases. Entre estos modelos sobresalen por su simplicidad y difusión los propuestos por Rowcliffe y colaboradores (2008), modificados por Lucas y colaboradores (2015). Los modelos utilizan seis variables: número de eventos de captura independientes (encuentros), ángulo de detección del sensor de la cámara (θ), ángulo de ocupación de la especie en el lente (α), distancia a la que se logra detectar el individuo (r), número de horas de actividad receptiva de las cámaras (t_m) y el rango diario de la especie (v).

Las estimaciones de densidades se realizaron utilizando el paquete “RandEM” (v. 0.0.1.9000; Caravaggi & Lucas, 2023), en el software “R” (v. 4.3.0; R Core Team, 2023). Se emplearon los siguientes parámetros de manera general: $\theta = 1.5$ radianes, $\alpha = 2.5$ radianes, $r = 10$ metros y $t_m = 29,472$ horas. El número de encuentros independientes (datos de cámaras trampa) y el rango diario fueron variables para cada especie (Tabla 3). La estimación de la densidad utilizando modelos de encuentros aleatorios requiere que previamente se cuente con el valor estimado del rango diario. La selección de los coeficientes más pertinentes, utilizados para la estimación del rango diario, forma parte de los resultados y propuestas de esta investigación.

Resultados

El estudio de 2018 permitió acumular 29,472 h de esfuerzo utilizando 24 cámaras trampa distribuidas en 24 sitios de estudio (Conap & Fonacon, 2018). Con esto, se obtuvo 311 eventos de captura de aves, de los cuales se considera que 284 son independientes (91.3%).

Se identificó que las aves detectadas pertenecen a 30 especies distintas, entre estas, tres son mancololas y tres son crácidos (Tabla 1). Las especies con mayor cantidad de fotocapturas son la mancolola mayor (*Tinamus major*; Figura 2) y el pajuil o faisán (*Crax rubra rubra*; Figura 3).

Tabla 1
Aves registradas en el Parque Nacional Laguna Lachúa en 2018, utilizando cámaras trampa

No.	Orden	Familia	Especie	Encuentros
1	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	19
2		Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	11
3		Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	52 (45)
4	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra rubra</i>	38 (29)
5		Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	2
6		Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	1
7	Apodiformes	Trochilidae	<i>Heliothryx barroti</i>	2
8		Trochilidae	<i>Phaethornis longirostris</i>	2
9	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	6
10	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	28 (27)
11		Columbidae	<i>Leptotila cassini</i>	27
12		Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	30 (25)
13	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramis guacama</i>	1
14	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	1
15	Coraciiformes	Momotidae	<i>Hylomanes momotula</i>	3
16		Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	1
17	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Taraba major</i>	1
18		Grallariidae	<i>Grallaria guatemalensis</i>	16 (14)
19		Formicariidae	<i>Formicarius moniliger</i>	21 (20)
20		Furnariidae	<i>Sclerurus guatemalensis</i>	2
21		Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	5
22		Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	17 (15)
23		Emberizidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	5
24		Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	9
25		Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	1
26		Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	3
27		Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	1
28		Thraupidae	<i>Lanio carantus</i>	1
29		Thraupidae	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	3
30		Thraupidae	<i>Saltator maximus</i>	2

Nota: El número entre paréntesis en la columna de Encuentros corresponde al número de fotocapturas independientes, cuando este es distinto del número de encuentros totales. Fuente: análisis de registros de cámaras trampa obtenidos en el campo.



Figura 2
Fotocaptura de una mancolola mayor (*Tinamus major*) en el PNLL



Figura 3
Fotocaptura de un pajuil o faisán (*Crax rubra rubra*) en el PNLL

Para la estimación del rango diario se seleccionaron los coeficientes más pertinentes a partir de la propuesta de Carbone y colaboradores (2005), con base en dos observaciones ecológicas clave de Haskell y colaboradores (2002): el rango hogareño de mamíferos y aves faunívoros presenta un factor de crecimiento observado semejante, en función del tamaño corporal; el rango hogareño de especies que buscan y aprovechan recursos en un espacio bidimensional (animales que forrajean solamente en el suelo como las mancololas) tiene un factor de crecimiento, en función del tamaño corporal, superior al de animales que forrajean en un espacio tridimensional (animales que vuelan o trepan a los árboles).

Por lo tanto, considerando que las mancololas y los crácidos son casi totalmente frugívoros (Fagan & Komar, 2016; Peña, 2004; Rivas, 1995; Rivas et al., 2003), se espera que el rango diario o desplazamiento medio diario, sea intermedio entre los animales herbívoros y faunívoros (Carbone et al., 2005), aunque más semejante al de los primeros. Además, las mancololas y *Crax rubra* exhiben una estrategia de forrajeo bidimensional (buscando al nivel del suelo, en el bosque), mientras que *Ortalis vetula* y *Penelope purpurascens* desarrollan una estrategia tridimensional (volando y forrajeando en las ramas). La posibilidad de desplazarse en grupos o no, se estima no significativa dentro del bosque, al considerarse que este presenta el máximo posible de densidad de recursos alimenticios respecto a paisajes fragmentados (Haskell et al., 2002).

Además, se reconoce que los crácidos tienen un papel importante como dispersores de semillas, pero también son potenciales depredadores de estas (Rivas et al., 2003), de manera semejante a lo que se observa en roedores tropicales de las familias Cuniculidae y Dasyproctidae, con quienes podrían compartir nicho ecológico en el forrajeo bidimensional (Reid, 2009), y con algunos primates frugívoros, en el forrajeo tridimensional. Los modelos aquí propuestos (Tabla 2) permiten estimar el rango diario de cada especie a partir de su masa corporal, asumiendo una estrategia de forrajeo (bidimensional o tridimensional), dieta frugívora, y semejanza ecológica con grupos de mamíferos tropicales.

Tabla 2

Modelos de estimación del rango diario de cada especie de mancolola y crácido detectado por cámaras trampa en el Parque Nacional Laguna Lachúa.

Familia	Especie	Modelo de estimación de rango diario				
		masa	a	ln(masa)	b	ln (rango diario)
Estrategia de forrajeo bidimensional						
Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	0.436	0.345	-0.8301	-0.321	0.0346
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	0.216	(0.088)	-1.5325	(0.196)	-0.2077
Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	1.026		0.0257		0.3299
Cracidae	<i>Crax rubra rubra</i>	4.133		1.4190		0.8106
Estrategia de forrajeo tridimensional						
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	0.563	0.028	-0.5745		0.3049
Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	2.060	(0.063)	0.7227		0.3412

Nota: La pendiente (a) y el intercepto (b) del modelo muestran el error estándar entre paréntesis. La masa se expresa en kilogramos y el rango diario en kilómetros. Fuentes: Carbone et al., 2005; Tobias et al., 2022.

Se estimó la densidad de seis especies de aves (mancololas y crácidos), encontrando que las especies con mayor densidad fueron *Tinamus major* y *Crypturellus boucardi* (Tabla 3). Las dos aves con menor densidad estimada fueron las pavas (*Ortalis vetula* y *Penelope purpurascens*), ambas de estrategia de forrajeo tridimensional (arborícolas; Tabla 2).

Tabla 3

Densidad estimada de mancololas y crácidos detectados en el Parque Nacional Laguna Lachúa en 2018, utilizando cámaras trampa.

Familia	Especie	masa	rango diario	encuentros	densidad	cant.
Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	1.026	0.732	45	7.460	1028
Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	0.436	0.545	19	4.231	583
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	0.216	0.428	11	3.119	430
Cracidae	<i>Crax rubra rubra</i>	4.133	1.184	29	2.972	410
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	0.563	0.714	2	0.400	55
Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	2.060	0.740	1	0.164	23

Nota: Los datos se presentan ordenados de mayor a menor densidad; la masa se expresa en kilogramos, el rango diario en kilómetros, la densidad en individuos por kilómetro cuadrado; se muestra el número de encuentros independientes; la última columna presenta la cantidad estimada de individuos de cada especie, considerando 137.8 km² de extensión de tierra en el PNLL.

Discusión

Las densidades estimadas para las mancololas y los crácidos detectados en el PNLL son válidas en la medida en que sean correctos los supuestos de esta investigación: i) es posible estimar el rango diario de cada especie a partir de su masa corporal; ii) el rango diario depende de la estrategia de forrajeo, según sea bidimensional o tridimensional (Haskell et al., 2002); iii) la dieta de estas aves es casi totalmente frugívora, lo que implica que el rango diario sería intermedio entre el de los herbívoros y los faunívoros; iv) existe semejanza en cuanto al nicho ecológico trófico de las aves frugívoras de estudio y los órdenes de mamíferos frugívoros (Carbone et al., 2005).

En todo caso, los valores producidos por las estimaciones ofrecen dos servicios prácticos para la gestión de la conservación en el PNLL: i) se tiene una idea de la densidad y cantidad de individuos de mancololas y crácidos en el área; ii) al replicarse esta metodología puede realizarse comparaciones con los resultados derivados del estudio de 2018, por lo menos en cuanto a medidas relativas de abundancia (densidad).

El protocolo generalmente utilizado para estimar la densidad de aves implica el uso de recorridos o puntos de observación en donde se registra la distancia de observación de cada individuo de estudio (Alves et al., 2017; Bernardo et al., 2011; Bezerra et al., 2019; Londoño et al., 2007; Martínez-Morales, 1999; Prado et al., 2022; Roncancio et al., 2023; Suwanrat et al., 2015), y luego se procesa la información en paquetes de software especializado, principalmente Distance (Thomas et al., 2010). Regularmente las estimaciones poblacionales generadas de esta manera pueden ser solamente contrastadas o validadas utilizando otras metodologías complementarias, como la telemetría y los protocolos de captura, marcaje y recaptura (Desbiez et al., 2020; Suwanrat et al., 2015).

La metodología de campo que utiliza cámaras trampa es una metodología poco invasiva, útil para detectar especies de hábitos reservados, cautelosas e inconspicuas (Suwanrat et al., 2015). Esta es principalmente útil para estimar la densidad de animales cuya conducta es modificada por la presencia de los investigadores, por ejemplo, las aves del género *Crax*, donde los machos son más fáciles de detectar que las hembras, ya que vocalizan de manera más audible, permanecen en un sitio después de vocalizar, y son menos propensos a esconderse (Alves et al., 2017).

En cuanto al análisis estadístico de datos provenientes de cámaras trampa para la estimación de densidad de animales se considera que el uso de modelos de encuentros aleatorios (REM, Random Encounter Models) es preferible respecto a modelos de encuentros aleatorios y tiempo de permanencia (Random Encounter and Staying Time), y también respecto a modelos sobre la distancia desde la cámara trampa (Distance Sampling with camera traps; Palencia et al., 2021). Los modelos REM producen una densidad estimada intermedia respecto a los otros tipos de modelos, y presentan mejor rendimiento cuando la capacidad de detección de las cámaras está más comprometida por las características del ambiente, como se observa en el PNLL. La densidad estimada puede llevarse a una dimensión espacial coherente con la extensión de las áreas de estudio.

Los modelos basados en presencia y ausencia también pueden adaptarse al empleo de cámaras trampa, pero requiere la configuración de estas para capturar fotografías a intervalos regulares de tiempo (Suwanrat et al., 2015). En todo caso, también producen valores de densidad estimada, a diferencia de las metodologías libres de modelos, en las que solamente se produce un valor o índice de abundancia relativa para las especies registradas (Díaz, 2015; Peña, 2004).

Los valores de densidad encontrados en esta investigación (Tabla 3) son semejantes a los reportados en otras regiones de Latinoamérica: 4 ind/km² de *Crax rubra rubra* en Guatemala (Eisermann, 2004); 1.6 ind/km² de *Crax blumenbachii* en Brasil (Alves et al., 2017); 0.5-13.3 ind/km² de *Pipile jacutinga* en Brasil (Bernardo et al., 2011); 13.1 ind/km² de *Penelope jacucaca* en Brasil (Bezerra et al., 2019); 13.7 ind/km² de *Chamaepetes goudoti* en Colombia (Londoño et al., 2007); 0.9 ind/km² de *Crax rubra griscomi* en México (Martínez-Morales, 1999); 29.2 ind/km² de *Ortalis columbiana* en Colombia (Roncancio et al., 2023); 4.8 ind/km² de *Pauxi pauxi* en Colombia (Setina et al., 2012).

El presente podría ser el estudio más exhaustivo sobre mancololas y crácidos en la región. Aunque se han desarrollado estudios con menor esfuerzo de campo y utilizando sobre todo metodologías basadas en la distancia para la estimación de densidad, este presenta la mayor cantidad de esfuerzo e información sobre estos y otros grupos de aves que forrajean, por lo menos parcialmente, en el suelo del bosque tropical siempreverde latifoliado de las tierras bajas.

Díaz (2015) desarrolló un índice de abundancia relativa en el norte de Guatemala (Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas) a partir de detecciones con cámaras trampa. Dicho estudio utilizó 10 cámaras trampa, que estuvieron activas por 69 días en promedio, acumulando 58 registros independientes de *Crax rubra rubra* y un registro de *Tinamus major*. Sus datos solo son comparables con este estudio como referencia, ya que se asignó un número variable de cámaras distribuidas en solamente 4 sitios de estudio.

El PNLL es un área importante para la conservación de la diversidad biológica en general, y como indicador de esto se puede referir a las aves presentes. Allí se encuentran por lo menos 18 especies de aves de distribución geográfica restringida, las cuales se consideran valores determinantes de su categorización como área clave de diversidad y área importante para aves (BirdLife International, 2024; Key Biodiversity Areas Partnership, 2024). Tres de estas especies fueron detectadas con las cámaras trampa: *Ortalis vetula*, *Lanio aurantius* y *Ramphocelus sanguinolentus*.

Otras aves difíciles de observar e identificar, por su propensión a huir y por ser poco conspicuas fueron: *Geotrygon montana*, *Leptotila cassini*, *Leptotila plumbeiceps*, *Grallaria guatemalensis*, *Formicarius moniliger* y *Sclerurus guatemalensis*. Es posible que la manera con menos influencia del investigador para aproximarse a la estimación de su densidad sea utilizando cámaras trampa y los modelos aquí propuestos.

De manera fortuita o incidental se detectó varias otras especies de aves, incluyendo acuáticas y migratorias. Es posible que la metodología de estimación de abundancia utilizando cámaras trampa no sea la adecuada para estas, ya que son más vistosas y fáciles de observar e identificar en ramas y claros del bosque.

El conocimiento de la densidad poblacional permite estimar el impacto relativo de la cacería sobre la viabilidad de las poblaciones de especies cinegéticas, respecto a otras fuentes de presión como la degradación y fragmentación del hábitat. Según interpretan Kattan y colaboradores (2016), aunque la cacería tiene un efecto negativo en la densidad poblacional de crácidos, en algunos casos si esta se realiza en nivel bajo o moderado, no provoca diferencia respecto a sitios sin cacería. Además, los animales realizan con frecuencia migraciones locales, relacionadas con la estacionalidad, la precipitación pluvial y la disponibilidad de recursos. Esto podría contribuir a explicar la baja densidad de las pavas (*Ortalis vetula* y *Penelope purpurascens*) respecto a los pavones (*Crax rubra rubra*), ya que se esperaría que tuvieran densidades semejantes, incluso un poco menores en los últimos. Se estima que, si la cacería es una fuente de presión importante, esta suele afectar principalmente a los pavones, reduciendo la presión sobre las pavas (Kattan et al., 2016).

Es posible encontrar altas densidades poblacionales en fragmentos boscosos de extensión reducida, como un fenómeno de hacinamiento derivado de la disminución de condiciones favorables en otros usos de la tierra aledaños (Haskell et al., 2002; Roncancio et al., 2023). Por lo tanto, los esfuerzos de conservación deben considerar aspectos idiosincráticos propios de las distintas especies, que provocan sus variaciones poblacionales (Kattan et al., 2016).

La investigación es uno de los medios fundamentales para adaptar la gestión de la diversidad biológica a la cambiante realidad. Es necesario reconocer el papel determinante de los fondos públicos para la conservación y sostenibilidad, y, por lo tanto, es inevitable lamentar el fin de la vida del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza, que apoyaba el desarrollo de ciencia y tecnología en el ámbito ambiental, y social por continuidad. En el caso específico del proyecto aquí referido (Conap & Fonacon, 2018), permitió conocer aspectos poblacionales de mamíferos y aves, varios amenazados de extinción (15 de 30 especies de aves incluidas en la Lista de Especies Amenazadas de Guatemala, Conap, 2022), y, sobre todo, poco estudiados (Figura 4).

PREVIEW



Figura 4
Hylomanes momotula, un ave considerada como amenazada de extinción, fotografiada en el Parque Nacional Laguna Lachúa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza, por los fondos para la realización del estudio original, y al Consejo Nacional de Áreas Protegidas por permitir el presente análisis de los datos de cámaras trampa. El agradecimiento permanece, desde el estudio original, para los guardarecursos del Parque Nacional Laguna Lachúa y para los técnicos de campo de las direcciones regionales del Consejo Nacional de Áreas Protegidas y del Instituto Nacional de Bosques.

Referencias

- Alves, F., López-Iborra, G. M., & Silveira, L. F. (2017). Population size assessment of the Endangered red-billed curassow *Crax blumenbachii*: accounting for variation in detectability and sex-biased estimates. *Oryx*, *51*(1), 137-145. <https://doi.org/10.1017/S0030605315000721>
- Bernardo, C. S. S., Rubim, P., Bueno, R. S., Begotti, R. A., Meirelles, F., Donatti, C. I., Denzin, C., Steffler, C. E., Marques, R. M., Bovendorp, R. S., Gobbo, S. K., & Galetti, M. (2011). Density estimates of the black-fronted pipin guan in the Brazilian Atlantic rainforest. *The Wilson Journal of Ornithology*, *123*(4), 690-698. <https://dx.doi.org/10.1676/10-140.1>
- Bezerra, D. M. M., Almeida, C. R. M., Barros, C., Clemente, C. C., Maia, R. R., Nóbrega, R. R., & Pereira, H. F. (2019). Habitat use, density, and conservation status of the white-browed guan (*Penelope jacucaca* Spix, 1825). *Journal for Nature Conservation*, *51*, 125733. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125733>
- BirdLife International (2024). *Important Bird Areas factsheet: Lachúa – Ik'bolay (Guatemala)*. <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/lachua--ikbolay-iba-guatemala>
- Caravaggi, A. & Lucas, T. (2023). *RandEM: population density estimates via Random Encounter Models in R*. <https://github.com/acaravaggi/RandEM>
- Carbone, C., Cowlshaw, G., Isaac, N. J. B., & Rowcliffe, J. M. (2005). How far do animals go? Determinants of day range in mammals. *The American Naturalist*, *165*(2), 290-297. <https://doi.org/10.1086/426790>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2022). *Lista de especies amenazadas de Guatemala*. Autor. Consejo-Nacional-de-Areas-Protegidas--CONAP--2022.-Lista-de-Especies.pdf
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas & Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). *Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes dentro del Parque Nacional Laguna Lachúa mediante el uso de cámaras trampa*. Autor.
- Côrtes, M. C., Cazetta, E., Staggemeier, V. G., & Galetti, M. (2009). Linking frugivore activity to early recruitment of a bird dispersed tree, *Eugenia umbelliflora* (Myrtaceae) in the Atlantic rainforest. *Austral Ecology*, *34*(3), 249-258. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.01926.x>
- Desbiez, A. L. J., Massocato, G. F., Artias, N., & Cove, M. V. (2020). Comparing density estimates from a short-term camera trap survey with a long-term telemetry study of giant armadillos (*Priodontes maximus*). *Mastozoología Neotropical*, *27*(2), 241-246. <https://doi.org/10.31687/saremMN.20.27.2.0.08>
- Díaz, A. M. (2015). *Patrones de actividad y uso de hábitat de Leopardus pardalis, Tapirus bairdii, Crax rubra y Tinamus major en aguadas y claros en el Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas, Petén, Guatemala*. Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Eisermann, K. (2004). Estatus de *Crax rubra* en Punta de Manabique, Guatemala: hábitat, tamaño de población e impacto humano. *Boletín del IUCN/Birdlife/WPA Grupo de Especialistas en Crácidos*, *18*, 4-15. https://digitalcommons.unl.edu/galliformes_newletters/24/
- Fagan, J. & Komar, O. (2016). *Peterson field guide to the birds of Northern Central America*. Houghton Mifflin.
- Haskell, J. P., Ritchie, M. E., & Olff, H. (2002). Fractal geometry predicts varying body size scaling relationships for mammal and bird home range. *Nature*, *418*(6897), 527-530. <https://doi.org/10.1038/nature00840>

- International Union for Conservation of Nature – IUCN. (2022). *Guidelines for using A global standard for the identification of Key Biodiversity Areas: version 1.2*. <https://portals.iucn.org/library/node/49979>
- Kattan, G. H., Muñoz, M. C., & Kikuchi, D. W. (2016). Population densities of curassows, guans and chachalacas (Cracidae): Effects of body size, habitat, season, and hunting. *The Condor: Ornithological Applications*, 118(1), 24-32. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-51.1>
- Key Biodiversity Areas Partnership (2024). *Key Biodiversity Areas factsheet: Lachúa – Ik'bolay*. Extracted from the World Database of Key Biodiversity Areas. Developed by the Key Biodiversity Areas Partnership. <https://keybiodiversityareas.org/>
- Londoño, G. A., Muñoz, M. C., & Ríos, M. M. (2007). Density and natural history of the sickle-winged guan (*Chamaepetes goudotii*) in the Central Andes, Colombia. *The Wilson Journal of Ornithology*. 119(2), 228-238. <https://dx.doi.org/10.1676/06-041.1>
- Lucas, T., Moorcroft, R., Freeman, R., Rowcliffe, J. M., & Jones, K. (2015). A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data. *Methods in Ecology and Evolution*. 6(5), 500-509. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12346>
- Martínez-Morales, M. A. (1999). Conservation status and habitat preferences of the Cozumel curassow. *The Condor*. 101(1), 14-20. <https://doi.org/10.2307/1370441>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – Maga. (2001). *Base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000*. <https://www.maga.gob.gt/download/basesdd-guate.pdf>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F., & Wibisono, H. T. (2003). Crouching tiger, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2), 131-139. <https://doi.org/10.1017/S1367943003003172>
- Palencia, P., Rowcliffe, J. M., Vicente, J., & Acevedo, P. (2021). Assessing the camera trap methodologies used to estimate density of unmarked populations. *Journal of Applied Ecology*. 58(8), 1583-1592. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13913>
- Peña, B. (2014). *Distribución y abundancia de crácidos en paisajes de la Reserva de la Biósfera Calakmul, Campeche*. [Tesis de Maestría]. El Colegio de la Frontera Sur. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1815/1/1000000053923_documento.pdf
- Prado, L. C., Costa, T., Lobo, L. W., Silveira, L. F., & Francisco, M. R. (2022). Population density estimates and key microhabitat parameters for two endangered tropical forest understory insectivorous passerines from the Pernambuco Endemism Center. *Avian Conservation and Ecology*. 17(2), 22. <https://doi.org/10.5751/ACE-02231-170222>
- R Core Team (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://R-project.org>
- Reid, F. (2009). *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. 2a. ed. Oxford University Press.
- Rivas, J. A. (1995). *Preferencias alimenticias del faisán o pajuil (Crax rubra rubra L.) en condiciones naturales*. [Tesis de Licenciatura]. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000027242>

- Rivas, J. A., Morales, J. E., & Flores, M. (2003). *El papel de los crácidos (Aves: Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas*. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25382.24640>
- Roncancio-D, N. J., Meneses-G, S., Vela-P, O., Guzmán-M, L. M., & Suárez-Ramírez, L. (2023). Population density of *Ortalis columbiana* (Cracidae) in a humid forest fragment in the Magdalena Valley, Colombia. *Boletín SAO*. 32, 1-8. <http://www.sao.org.co/boletinsao.html>
- Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvery, S., & Carbone, C. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*. 45(4), 1228-1236. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01473.x>
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2011). *Plan de desarrollo integral de la Franja Transversal del Norte*. Autor
- Setina, V., Lizcano, D. J., Brooks, D. M., & Silveira, L. F. (2012). Population density of the helmeted curassow (*Pauxi pauxi*) in Tamá National Park, Colombia. *The Wilson Journal of Ornithology*. 124(2), 316-320. <https://www.jstor.org/stable/41480748>
- 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. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2015.01.010>
- Thiollay, J. (2006). Large bird declines with increasing human pressure in savannah woodlands (Burkina Faso). *Biodiversity and Conservation*, 15(7), 2085-2108. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-6684-3>
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A., & Burnham, K. P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 5-14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x>
- Tobias, J. A., Sheard, C., Pigot, A. L., Devenish, A. J. M., Yang, J., Sayol, F., Neate-Clegg, M. H. C., Alioravainen, N., Weeks, T. L., Barber, R. A., Walkden, P. A., MacGregor, H. E. A., Jones, S. E. I., Vincent, C., Phillips, A. G., Marples, N. M., Montaña-Centellas, F. A., Leandro-Silva, V., Claramunt, S., ...Schleuning, M. (2022). AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, 25(3), 581-597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>
- Veach, V., Di Minin, E., Pouzols, F. M., & Moilanen, A. (2017). Species richness as criterion for global conservation area placement leads to large losses in coverage of biodiversity. *Diversity and Distributions*, 23(7), 715-726. <https://doi.org/10.1111/ddi.12571>
- World Bank & Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. (2000). *Ecosystems of Central America (GIS map files at: 1:250,000)*. World Bank, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, World Institute for Conservation and Environment, and the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. https://www.birdlist.org/cam/themes/ecosystems_map.htm

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/50/505106002/505106002.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Jorge Jiménez Barrios, Estefany J. Ordoñez-Sayle

Densidad poblacional de mancololas (Tinamidae) y crácidos (Cracidae) en el Parque Nacional Laguna Lachúa (Alta Verapaz, Guatemala)

Population density of tinamous and cracids (Tinamidae and Cracidae) at Laguna Lachúa National Park (Alta Verapaz, Guatemala)

Revista Científica (Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala)

vol. 32, núm. 2, 2025

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

cientifica.revista@usac.edu.gt

ISSN: 2070-8246

ISSN-E: 2224-5545

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v32i2.408>

Los autores/as que publiquen en esta revista aceptan las siguientes condiciones: Los autores/as conservan los derechos de autor y ceden a la revista el derecho de la primera publicación, con el trabajo registrado con la licencia de atribución de Creative Commons 4.0, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista. Los autores/as pueden realizar otros acuerdos contractuales independientes y adicionales para la distribución no exclusiva de la versión del artículo publicado en esta revista (p. ej., incluirlo en un repositorio institucional o publicarlo en un libro) siempre que indiquen claramente que el trabajo se publicó por primera vez en esta revista. Se permite y recomienda a los autores/as a compartir su trabajo en línea (por ejemplo: en repositorios institucionales o páginas web personales) antes y durante el proceso de envío del manuscrito, ya que puede conducir a intercambios productivos, a una mayor y más rápida citación del trabajo publicado.



CC BY 4.0 LEGAL CODE

Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.