



DENSIDAD POBLACIONAL E HISTORIA NATURAL DEL PAVO DE CACHO (*OREOPHISIS DERBIANUS*) EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, GUATEMALA

Juan M. Quiñónez-Guzmán¹ · Fernando González-García^{2,3} · Ana José Cobar-Carranza⁴ · Miguel Angel Martínez-Morales⁵

¹Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Segundo nivel Edificio T-10, Ciudad Universitaria, zona 12, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

²Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., Carretera antigua a Coatepec, No. 351, El Haya, 91070, Xalapa, Veracruz, México.

³Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n, San Vicente del Raspeig, Alicante, 03690, España.

⁴Fundación Defensores de la Naturaleza, 2ª Av. 14-08, zona 14, 01014, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

⁵Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

E-mail: Juan M. Quiñónez-Guzmán · juanmqg@gmail.com

Resumen · El Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) es una especie de crácido críticamente amenazada y endémica de México y Guatemala; sin embargo, su tamaño poblacional ha sido pobremente documentado en la mayor parte de su distribución. Se estimó su densidad poblacional en la Sierra de las Minas, Guatemala, mediante detecciones visuales y auditivas obtenidas durante el recorrido de trayectos lineales, con base en la teoría del muestreo de distancias. Tres trayectos (8 km de longitud total) fueron recorridos mensualmente para obtener un esfuerzo de muestreo de 72 km, de abril a diciembre de 2009. Los trayectos se ubicaron en el bosque nuboso y latifoliado de la zona núcleo "Las Cabañas" de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, en la localidad de Albores, departamento de El Progreso, Guatemala. La densidad poblacional estimada fue de $3,04 \pm 1,16$ (\pm EE) ind/km². Esta densidad fue comparada con otras estimaciones en diferentes áreas de la distribución de la especie en México y Guatemala. La distribución de las estimaciones de densidad parece ajustarse a un patrón biogeográfico en donde una mayor densidad poblacional se encuentra al centro de la distribución geográfica de la especie, disminuyendo hacia la periferia. Si este es el caso, esto podría tener importantes implicaciones en la definición de estrategias para la conservación de la especie. Sin embargo, factores de perturbación humana como la cacería y captura también podrían ser la causa de la diferencia en las densidades poblacionales entre los sitios comparados. La mayoría de las detecciones ocurrieron en junio, mientras que una hembra y sus dos pollos fueron observados en agosto. Se observó que el Pavo de Cacho utilizó 22 especies de plantas en el área de estudio para alimentarse, vocalizar o posarse, de las cuales tres (*Passiflora membranacea*, *Prunus barbata* y *Oreopanax hederaceum*) fueron nuevos registros en su dieta. Se reporta actividad de cacería en la zona núcleo del área protegida, lo que representa una amenaza para la viabilidad de esta población. Estudios sobre presión de cacería, requerimientos de hábitat, patrones de movimiento y variabilidad genética del Pavo de Cacho son clave para comprender a fondo su biología y establecer medidas de conservación adecuadas.

Abstract · Population density and natural history of the Horned Guan (*Oreophasis derbianus*) in the Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala

The Horned Guan (*Oreophasis derbianus*) is a critically endangered cracid species endemic to Mexico and Guatemala; nevertheless, its population size has been poorly documented throughout most of its distributional range. In the Sierra de las Minas, Guatemala, population density was estimated by visual and acoustic surveys in line transects, based on the distance sampling theory. Three transects (8 km total length) located in the cloud and mixed forest at "Las Cabañas" core area of the Sierra de las Minas Biosphere Reserve in the Albores locality, Department of El Progreso were monthly surveyed to total up 72 km of sampling effort from April to December 2009. Estimated population density was 3.04 ± 1.16 (\pm SE) ind/km², which was compared with other density estimates from different areas within the species distribution in Mexico and Guatemala. The distribution of density estimates seems to fit a biogeographic pattern where higher population densities are found at the center of the species distributional range tending to

Receipt 23 June 2016 · First decision 1 November 2016 · Acceptance 14 July 2017 · Online publication 20 July 2017

Communicated by Cintia Cornelius © The Neotropical Ornithological Society

decrease towards the periphery. If this is the case, it may have important implications in the definition of the species conservation strategies. Nevertheless, human impacts, such as hunting and poaching, could also be the cause of differences in population density among sites. Most of the detections occurred in June, and a female with two chicks was observed in August. The Horned Guan was observed to use 22 plant species in the study area for feeding, vocalizing, and perching, of which three (*Passiflora membranacea*, *Prunus barbata*, and *Oreopanax hederaceum*) were new records as food items. Hunting activity is reported within the core zone of the protected area, threatening the viability of this population. Research on hunting pressure, habitat requirements, movement patterns, and genetic variability are key to further understand the biology of the Horned Guan and to establish appropriate conservation measures.

Key words: Biogeographic pattern · Cracidae · Extinction risk · Horned Guan · Hunting pressure

INTRODUCCIÓN

El Pavo de Cacho o Pavón (*Oreophasis derbianus*), de la familia Cracidae, es un ave endémica de México y Guatemala. Se distribuye de manera discontinua desde la región de los Chimalapas en Oaxaca, México, hasta la Sierra de las Minas en Guatemala (Howell & Webb 1995, del Hoyo & Motis 2004). Habita el bosque nuboso latifoliado y mixto, entre los 1600 y 3350 m s.n.m. (González-García et al. 2006, Rivas & Cobar 2007). El Pavo de Cacho es una especie en peligro crítico de extinción (Brooks & Strahl 2000, Brooks & Strahl 2006) ya que se estima que su tamaño poblacional ha disminuido globalmente (Andrle 1967, González-García 1995, Delacour & Amadon 2004, del Hoyo & Motis 2004, BirdLife International 2016) debido a la degradación y pérdida de hábitat por causas antrópicas, así como por la cacería, tráfico ilegal de individuos, incendios forestales, ciclones tropicales, calentamiento global y la falta de sensibilidad social para su conservación (Silva & Strahl 1991, Peterson et al. 2001, del Hoyo & Motis 2004, González-García 2005a, Cobar 2006, Martínez-Morales et al. 2013). A pesar de esta situación poblacional, se carece de estimaciones robustas de su abundancia en la mayor parte de su distribución, lo que es fundamental subsanar si se pretende asociar espacial y temporalmente aquellos factores que puedan incidir en sus tamaños poblacionales.

A la fecha, se han realizado estimaciones de la densidad poblacional del Pavo de Cacho en otras tres localidades en toda su distribución, las cuales han sido obtenidas siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo estandarizado para el estudio poblacional del Pavo de Cacho propuesto por González-García et al. (2017). En el oeste de su distribución, en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (RBET) en Chiapas, México, se han estimado densidades que van desde los $3,99 \pm 1,36$ (\pm EE) a los $7,44 \pm 1,47$ ind/km² (González-García et al. 2017). En la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná (RBVT), también en Chiapas, en el centro-oeste de su distribución, se estimaron densidades de entre $2,20 \pm 0,98$ y $7,14 \pm 3,48$ ind/km² (González-García et al. 2017). Por otra parte, en el Parque Regional Municipal Chuwanimajuyu', Volcán San Pedro (VSP) en Sololá, Guatemala, en el centro de su distribución, se estimó una densidad de $31,40 \pm 10,22$ ind/km², aunque ésta podría ser una sobreestimación debido a los métodos de muestreo o por las

condiciones de conservación del hábitat (Rivas & Cobar 2008a, González-García et al. 2017).

La estimación de la densidad poblacional del Pavo de Cacho en la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas (RBSM), es decir, en el extremo este de su distribución, resulta relevante por dos razones: (1) nunca se ha estimado este parámetro poblacional y (2) su estimación permitiría explorar la presencia de un posible patrón en la distribución global de la densidad de la especie, con lo que se podrían generar nuevas hipótesis biogeográficas, así como incidir en la definición de estrategias de conservación de la especie.

La información sobre la historia natural del Pavo de Cacho también es fundamental para comprender sus requerimientos y establecer estrategias adecuadas para su manejo. La historia natural del Pavo de Cacho en Guatemala es poco conocida; sin embargo, algunas observaciones previas se han realizado en las siguientes localidades: Huehuetenango (Cobar 2006), Volcán Atitlán (Eisermann et al. 2007), Volcán San Pedro (Rivas & Cobar 2008a), Sierra de las Minas (Rivas & Cobar 2008b) y Volcán Tolimán (Méndez 2010).

El objetivo de este estudio fue estimar la densidad poblacional del Pavo de Cacho en Albores, zona núcleo de la RBSM, comparar la densidad estimada en este sitio con estimaciones en otras localidades, y documentar los hábitos alimentarios e información sobre la historia natural de la especie en la RBSM.

MÉTODOS

Sitio de estudio. La Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas (RBSM) está ubicada en el noreste de Guatemala entre los valles de los ríos Polochic y Motagua (FDN 2003); es parte de una cadena montañosa que incluye parcialmente cinco departamentos del país, y es una de las regiones con mayor cantidad de endemismos (Suchini et al. 2002). Es la segunda área natural protegida más grande de Guatemala con 242.642 ha, representando aproximadamente el 2,2% del territorio nacional (Suchini et al. 2002). Conserva bosque maduro constituido principalmente por bosque nuboso y latifoliado (aprox. 50% de la RBSM) (Land 1962). La zona núcleo de la RBSM es considerada como uno de los bosques prioritarios para la conservación del Pavo de Cacho en Guatemala (Rivas &

Cóbar 2008b). El bosque nuboso de la zona núcleo está dominado por lauráceas (*Persea* y *Phoebe*) y encinos (*Quercus sapotaefolia* y *Quercus* sp.) (FDN 2003). El sitio en donde se llevó a cabo este estudio se conoce localmente como “Las Cabañas”, en la localidad de Albores (15°05'05.2"N, 89°56'35.3"W), ubicada en la parte oriente de la zona núcleo de la RBSM, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso, Guatemala.

Muestreo. Se utilizó el método de trayecto en línea, basado en la teoría del muestreo de distancias (Buckland et al. 1993, 2004) para la estimación de la densidad poblacional del Pavo de Cacho, como lo proponen González-García et al. (2017). Los individuos o grupos de individuos fueron registrados a partir de detecciones visuales y auditivas. Se establecieron tres trayectos que en total sumaron 8 km de longitud: dos trayectos (llamados P y C) con una longitud de 3 km cada uno, y un tercer trayecto (llamado N) con 2 km de longitud. Los trayectos se ubicaron en un rango altitudinal de 2163 a 2783 m s.n.m. (Figura 1). De manera general, los sitios en donde fueron ubicados los tres trayectos presentaron características similares en cuanto a la estructura de la vegetación, compuesta por especies latifoliadas, principalmente encinos y lauráceas, y algunas coníferas. Los tres trayectos fueron recorridos durante nueve meses, de abril a diciembre de 2009 para obtener un esfuerzo de muestreo total de 72 km (8 km de trayectos al mes durante 9 meses). Cuando se recorrió el trayecto más de una vez al mes, esto se consideró como un remuestreo (*sensu* González-García et al. 2017). En total, se realizaron 74 recorridos (incluyendo remuestreos): 26 en el trayecto C, 28 en el trayecto P y 20 en el trayecto N. En algunos meses se realizó un menor número de recorridos por trayecto debido a condiciones climáticas poco propicias para el muestreo (ej., lluvia, viento, niebla); sin embargo, en todos los meses fueron recorridos los trayectos al menos una vez. Los trayectos fueron recorridos a una velocidad de 1 km/h, de 07:00 a 10:00 h y de 15:00 a 18:00 h. Al detectar un individuo se registró la fecha, hora, punto exacto de detección en el trayecto, altitud, número de individuos, sexo y edad (cuando fue posible), especie de árbol donde estaba posado, actividad conductual que realizaba y se midió la distancia perpendicular de detección del individuo o grupo de individuos al centro del trayecto con cinta métrica. Al detectar individuos, fueron registradas características de plumaje, cuerno y ubicación espacial para evitar la duplicación de registros en los recorridos de los trayectos. Se colectaron muestras de las plantas utilizadas por los individuos para su alimentación y como sitios de posa y vocalización. Los especímenes vegetales fueron depositados en el herbario BIGU de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El curador del herbario identificó taxonómicamente la mayor parte de los especímenes botánicos. Asimismo, se colectaron y analizaron cuatro excretas y las semillas recuperadas de dichas

muestras fueron aisladas y cuando fue posible, identificadas.

Análisis de datos. La densidad (media \pm EE) fue estimada utilizando el programa DISTANCE 6 (Thomas et al. 2009). Los datos fueron colectados y analizados con base en el protocolo estandarizado para el estudio poblacional del Pavo de Cacho propuesto por González-García et al. (2017). A partir de los datos de distancia de detección y después de truncar el 5% de los datos de distancia más alejados, la función uniforme con ajuste polinomial de Hermite fue elegida, por ajustarse mejor a los datos, para describir la función de detección con base en la robustez del modelo, el criterio de forma, la eficiencia del estimador y el valor de AIC modificado para muestras pequeñas (ver detalles del análisis en el material suplementario) (Buckland et al. 1993, 2004, Thomas et al. 2009). La densidad poblacional estimada para la localidad de Albores fue utilizada para calcular el tamaño poblacional en las 34.135,51 ha de hábitat potencial disponible para el Pavo de Cacho en la RBSM, según el análisis de Rivas & Cóbar (2008b). Adicionalmente, se calculó un índice de abundancia relativa definido como n/L , en donde n = número de registros detectados y L = el total de kilómetros recorridos en los muestreos (Buckland et al. 1993); la estimación de éste índice se realizó a partir de los datos previamente truncados en Distance. El índice de abundancia es un parámetro relacionado con la densidad y que puede reflejar los cambios en el tamaño poblacional (Telleria 1986).

RESULTADOS

Densidad poblacional y abundancia relativa. A partir de la detección de 11 registros (14 individuos), se estimó una densidad poblacional de $3,04 \pm 1,16$ ind/km² (IC (95%) = 1,43–6,44 ind/km²). Con base en esta densidad, se estimó una población de 1.038 individuos (IC (95%) = 488–2.198 individuos) en toda el área potencial de distribución en la RBSM. El ancho efectivo de franja (ESW) fue de 29,70 m; la máxima distancia de detección fue de 39 m. El índice de abundancia relativa (n/L) para los trayectos muestreados fue de 0,14 registros/km (Tabla 1).

La mayoría de las detecciones se generaron en el trayecto (P), con 8 detecciones (11 individuos); mientras que en el trayecto C se obtuvieron 3 detecciones, y ninguna en el trayecto N. Al menos 5 individuos pudieron diferenciarse entre sí de los observados en el trayecto P: 1 macho adulto y 2 hembras adultas, una de las cuales fue observada acompañada de 2 pollos.

Historia natural. Además de los 14 individuos detectados en los 72 km de esfuerzo de muestreo, otros 9 individuos fueron observados fuera del período de muestreo para hacer un total de 23 individuos observados en las 373h de observación dentro del bosque.

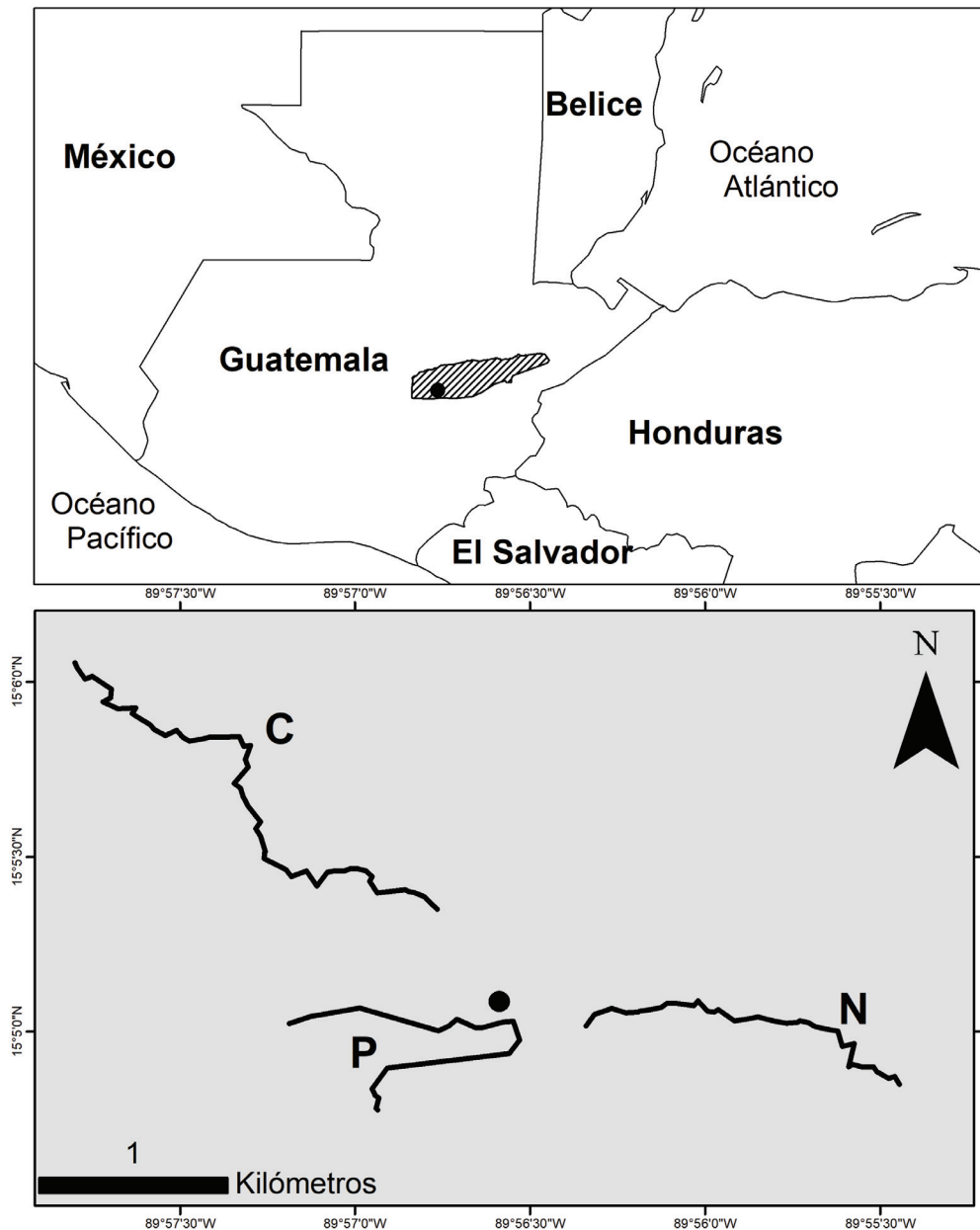


Figura 1. Ubicación de los tres trayectos (líneas negras) utilizados para la estimación de la densidad poblacional del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas (polígono achurado con líneas diagonales), en Albores, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala. El círculo negro define la ubicación de Las Cabañas. El fondo gris en la ubicación de los trayectos indica presencia de cobertura de bosque en toda el área.

Desde el punto de vista temporal, junio fue el mes con mayor número de individuos detectados con un total de 6, mientras que en diciembre no hubo ninguna detección.

De los 23 individuos detectados, 16 fueron individuos solitarios, en dos ocasiones se observaron parejas (28 de julio y 4 de noviembre) y una sola vez se encontró un grupo de tres individuos (12 de agosto) formado por una hembra y dos pollos. A la hembra se le estimó una edad de uno o dos años considerando el tamaño del cuerno, mientras que a los pollos se les estimó una edad de tres meses según las características del cuerno y el plumaje (Álvarez del Toro 1976, González-García 1986, Cornejo 2009). La mayoría de

las observaciones fueron entre las 06:00 y 09:59 h (14 individuos) con una disminución hacia el medio día entre las 10:00 y 14:00 h (4 individuos), y un leve incremento de observaciones por la tarde entre las 14:00 y 18:00 h (5 individuos).

El Pavo de Cacho usó un total de 23 especies de plantas de 12 familias para alimentarse, defecar, vocalizar y posarse. En su dieta, incluyó 12 especies de plantas pertenecientes al menos a siete familias. Consumió los frutos de seis especies de árboles (*Oreopanax hederaceum*, Araliaceae; *Miconia glaberrima*, Melastomataceae; *Styrax* sp., Styracaceae; *Oreopanax* sp., Araliaceae; *Prunus barbata*, Rosaceae; y *Symplocos hartwegii*, Symplocaceae), las hojas

Tabla 1. Comparación de las estimaciones de densidad poblacional e índice de abundancia relativa del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en cuatro sitios a lo largo de su distribución geográfica. Para los cuatro sitios, las estimaciones fueron obtenidas siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo estandarizado para el estudio de la especie (González-García et al. 2017). ^aGonzález-García et al. (2017); ^bRivas & Cobar (2008a); ^cnúmero de registros después del proceso de truncado correspondiente.

Sitio/País	Densidad ± EE (ind/km ²)	Esfuerzo de muestreo (km) (L)	Número de registros (n) ^c	Índice de abundancia n/L (reg/km)
Albores (RBSM)/Guatemala	3,04 ± 1,16	72	10	0,14
San Pedro (VSP)/Guatemala ^{a,b}	31,40 ± 10,22	30	39	1,30
Tacaná (RBVT)/México ^a	2,20 ± 0,98 a 7,14 ± 3,48	186	30	0,16
El Triunfo (RBET)/México ^a	3,99 ± 1,36 a 7,44 ± 1,47	1.055,7	163	0,15

y tallos de una enredadera (*Passiflora membranacea*, Passifloraceae) y cinco especies, aún no identificadas, que fueron detectadas mediante semillas aisladas de las excretas colectadas en el campo. Asimismo, utilizó dos especies de árboles en donde se observó defecando (*Persea* sp., Lauraceae; y *Parathesis* sp., Primulaceae), tres especies de árboles para realizar vocalizaciones de alarma (*Persea* sp., *Quercus acatenanguensis*, Fagaceae; y *Pinus ayacahuite*, Pinaceae); en una ocasión se escuchó la vocalización de cortejo de un macho emitida desde un árbol de encino o roble (*Quercus sapotifolia*, Fagaceae). Otras cinco especies de árboles fueron utilizadas como sitios para posarse (*Parathesis* sp., *Quercus* sp., Fagaceae; *Q. benthamiae*, Fagaceae; *Abies guatemalensis*, Pinaceae; y *Drymis granadensis*, Winteraceae).

DISCUSIÓN

Densidad poblacional y abundancia relativa. La densidad poblacional del Pavo de Cacho estimada en este estudio es baja si se compara con las densidades estimadas en la RBET y la RBVT en México, y aún menor que la densidad estimada para el VSP en Guatemala. Esto también coincide con el índice de abundancia relativa estimado y comparado entre los cuatro sitios.

Si bien la densidad estimada para el Pavo de Cacho en la RBSM está basada en un número limitado de registros, lo que se ve reflejado en la amplitud del intervalo de confianza de la estimación de la densidad (IC (95%) = 1.43–6.44 ind/km²), el método empleado es uno de los más robustos desarrollados a la fecha para estimar la abundancia de poblaciones biológicas (Buckland et al. 1993, 2004). Además, se ha reportado que, para el Pavo de Cacho, los tres principales supuestos de la teoría de muestreo de distancias pueden ser cumplidos debido a sus patrones de conducta (González-García 2012, González-García et al 2017): (1) todos los individuos sobre el sendero son detectados, (2) los individuos son detectados en su posición original y (3) las distancias perpendiculares de detección pueden ser medidas con precisión (Buckland et al. 1993, 2004). Por otro lado, reportar estimaciones absolutas de abundancias poblacionales tiene un mayor valor de información que las abundancias rela-

tivas; en consecuencia, permiten hacer comparaciones poblacionales válidas o al menos más robustas. Asimismo, las estimaciones absolutas son de más utilidad en la definición del estado poblacional de especies, particularmente de las especies en riesgo, lo que hace más factible definir estrategias de conservación adecuadas.

La diferencia en las densidades estimadas en los cuatro sitios parecería ajustarse a un posible patrón biogeográfico. El área del VSP, con mayor densidad, está ubicada en el centro-sur de la distribución de la especie, mientras que la RBET (y en parte la RBVT), con densidades de intermedias a bajas, se ubica cerca del extremo oeste; por su parte, Albores, con una baja densidad, se ubica en el extremo este de la distribución. Algunos autores han sugerido que, en áreas periféricas del ámbito de distribución de las especies, las densidades tienden a ser más bajas que en las áreas centrales; esto se ha observado en aves, plantas, escarabajos, crustáceos y otros microorganismos (Andrewartha & Birch 1954, Emlen 1973, Hengeveld & Haec 1982, Brown 1984, Brown et al. 1995, Brown & Lomolino 1998, Mehlman 1997, Williams et al. 2003). Este posible patrón de distribución de la densidad no había sido reportado en crácidos y, en el caso particular del Pavo de Cacho, propone interesantes preguntas: (1) ¿Son similares las densidades poblacionales en áreas cercanas entre sí?, (2) ¿Cuáles son los factores principales que inciden en la reproducción y supervivencia de los individuos?, (3) ¿Cuáles son los factores bióticos y abióticos determinantes en la abundancia de la especie?, (4) ¿Inciden los mismos factores a lo largo de su distribución?, (5) ¿Cuáles son las implicaciones genéticas que tienen la variabilidad en la abundancia y el aislamiento en sus poblaciones?

Pese al posible patrón geográfico en la distribución de la densidad del Pavo de Cacho, se considera que esta interpretación debe manejarse de manera cautelosa y no puede ser concluyente, por lo que se requiere más investigación. Otra posible explicación de las diferencias en las densidades poblacionales en los cuatro sitios puede deberse a factores ecológicos o antrópicos, como la cacería. Los crácidos son una importante fuente de alimento para indígenas y campesinos en el Neotrópico, ya que constituyen la mayor parte de la biomasa aviar colectada por

cazadores (Silva & Strahl 1991, Brooks & Strahl 2006, Baur 2008, López et al. 2014). Aunque en algunos casos la cacería moderada puede no afectar las densidades poblacionales en crácidos, en general, tiene efectos negativos (Kattan et al. 2016). Según Thiollay (2005), quien evaluó el impacto de la cacería en un bosque en la Guyana Francesa, encontró que la abundancia de las aves de caza fue mayor en los sitios sin cacería. Además, encontró que un crácido, el Pavón Guayanés (*Crax alector*), fue una de las especies más cazadas, ya que produce una señal de alerta antes de volar, vuela ruidosamente por cortas distancias y percha en árboles, conducta que la hace ser la más vulnerable a la cacería en esa zona. Este comportamiento es similar al del Pavo de Cacho que, sumado a su baja fecundidad, hace a esta especie muy vulnerable a la cacería (González-García 1995). Otro aspecto importante es que, generalmente, la cacería se realiza sin consideración del estado reproductivo, número de individuos, edad o sexo, lo cual agudiza los efectos adversos sobre las poblaciones silvestres (Baur 2008, Baur et al. 2012).

En el caso de la RBSM, Morales et al. (2005) reportaron que la localidad de Albores es en donde hay mayor número de animales cazados en comparación con otras dos localidades. La actividad de cacería es alta en Albores y es más intensa en los meses de septiembre a noviembre; además, reportan al Pavo de Cacho como una de las especies cinegéticas (Morales et al. 2005). Esta actividad de cacería reportada coincide con la observación de personas portando escopeta, así como rastros de cacería (restos de Mono Aullador *Allouata pigra*) durante el desarrollo de este estudio.

En cuanto a la RBET, también se reporta cacería de autoconsumo, realizada prácticamente por todas las comunidades asentadas dentro de la reserva (SEMARNAT, 2000). Las alteraciones del hábitat, la caza y el comercio ilegal han sido identificadas entre las principales amenazas para el Pavo de Cacho en la RBET (González-García et al. 2006). Sin embargo, las estimaciones de la densidad poblacional del Pavo de Cacho en la RBET han sido generadas en la zona núcleo I, en donde desde hace varios lustros no ocurre la cacería (González-García et al. 2017). En la RBET se reconoce a la destrucción y transformación del hábitat, además de la cacería para autoconsumo, cacería ilegal y tráfico de especies como las principales amenazas que pueden estar afectando a la fauna del lugar (SEMARNAT 2013), lo cual también podría estar afectando la abundancia del Pavo de Cacho en el sitio. En el VSP de acuerdo con el plan de manejo del área, la cacería fue importante en otra época, pero actualmente, por el incentivo turístico, se considera nula o muy baja (Asociación Patronato Vivamos Mejor et al. 2003), lo cual podría explicar la mayor densidad poblacional del Pavo de Cacho. Es importante realizar investigaciones sobre presión de cacería y captura de individuos en los sitios en los que se distribuye el Pavo de Cacho para evaluar el potencial impacto de estas actividades en sus poblaciones.

Historia natural. La mayoría de las observaciones del Pavo de Cacho se realizaron en uno de los tres trayectos, lo cual podría deberse a una mayor cantidad o calidad de recursos disponibles allí. La ausencia del Pavo de Cacho en uno de los trayectos podría deberse a la presión por cacería (en este trayecto fueron observadas dos personas portando una escopeta), aunque en el trayecto P también se observó evidencia de cacería (restos de Mono Aullador), o bien podría deberse a factores vinculados a la calidad del hábitat.

La época de reproducción del Pavo de Cacho es similar a la reportada de octubre–noviembre a mayo–junio en la RBET (González-García et al. 2006, 2017), lo cual es apoyado por la observación de un macho realizando vocalizaciones de cortejo el 23 de abril y el hallazgo de una hembra con dos pollos el 12 de agosto. Junio fue el mes con más avistamientos, lo cual podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de alimento (frutos). En la RBET, los meses con mayor número de detecciones han sido de marzo a mayo (Abundis 2006) y de febrero a abril (González-García 2005b, González-García et al. 2017); mientras que, en el VSP, la mayoría de las detecciones fueron en mayo (Rivas & Cobar 2008a). La observación de individuos en septiembre y octubre en la RBSM sugiere que el Pavo de Cacho es un residente permanente y probablemente no realiza movimientos altitudinales, como se hipotetiza en otros sitios (Gómez de Silva et al. 1999, González-García et al. 2006, Rivas & Cobar 2008a). Sin embargo, las fluctuaciones temporales en la abundancia del Pavo de Cacho podrían sugerir movimientos locales de individuos. No obstante, el ámbito altitudinal muestreado fue relativamente estrecho (2163–2783 m s.n.m.), y no se realizaron muestreos de enero a marzo, cuando es el pico del periodo reproductivo de la especie (González-García et al. 2006). Asimismo, son necesarios estudios sobre la fenología de las plantas de las que se alimenta y sobre movimientos de los individuos en el bosque para conocer con detalle la dinámica espacial y temporal del Pavo de Cacho.

La mayoría de los individuos fueron detectados principalmente por la mañana, lo cual sugiere mayor actividad en ese periodo. El patrón de detección de los individuos a lo largo de las horas del día es similar a lo observado en la RBET (Abundis 2006, González-García et al. 2017) y en el VSP (Rivas & Cobar 2008a).

En la RBSM, el Pavo de Cacho se alimentó principalmente de frutos, lo cual coincide con lo reportado en la RBET. Se le considera un frugívoro altamente especializado (González-García 2005b). *Passiflora membranaceae*, *Prunus barbata* y *Oreopanax hederaceum* son nuevos registros en su dieta. *Passiflora membranaceae* fue reportada como alimento del Pavo de Cacho en el departamento de Huehuetenango, en Guatemala, según encuestas realizadas a pobladores comunitarios; sin embargo, su consumo no había sido corroborado (Cobar 2006). Con respecto a *Prunus*, había sido reportado el consumo de *P. brachybothrya* y *P. tetradenia* en la RBET, pero es la

primera vez que se reporta el consumo de *P. barbata* en la dieta del Pavo de Cacho. Del género *Oreopanax* estaba reportado el consumo de *O. xalapensis* para los volcanes Atitlán y San Pedro (Montes 2005, Rivas & Cobar 2008a); *O. echinops* para el VSP (Rivas-Romero & Soto-Shoender 2015), y de *O. capitatus* para la RBET (González-García 2005b), pero es la primera vez que se reporta el consumo de *O. hederaceum* en la RBSM. Una observación importante fue el consumo de frutos de *Miconia glaberrima* por un par de pollos de Pavo de Cacho. El uso de *Quercus sapotifolia* como sitio de posa para emitir vocalizaciones de cortejo coincide con las observaciones realizadas en la RBET, en donde se reportó que los machos utilizan encinos (*Quercus sp.*) como uno de los principales árboles de posa para emitir sus vocalizaciones de cortejo (González-García 2005b).

Consideraciones finales. La población de Pavo de Cacho en la RBSM, debido a su bajo número, es vulnerable al proceso de extinción local y probablemente no puede soportar presiones fuertes como la cacería, por lo que es necesario tomar medidas de protección en el área para controlarla. Es fundamental realizar estudios de las variables (bióticas y abióticas) que inciden en la abundancia del Pavo de Cacho en sus distintas áreas de distribución para, eventualmente, identificar potenciales amenazas a sus poblaciones y poder definir estrategias de manejo del hábitat para su conservación.

AGRADECIMIENTOS

A Defensores de la Naturaleza (GUA) y al fondo Embajadores de las Nubes (MEX) por el apoyo financiero y logístico. A Javier Rivas de la Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, por la determinación de semillas y valiosos aportes a este trabajo. A Mario Veliz y al personal del herbario BIGU/USAC por la determinación de especímenes vegetales. A Juan Cornejo, coordinador Embajadores de las Nubes, por sus aportes en la determinación de edades de los individuos de Pavo de Cacho. A la oficina Defensores de la Naturaleza en San Agustín Acaaguastlán, El Progreso, especialmente a Israel Alvizures. A los auxiliares en el campo F. Capulramos, E. Hernández, P. de León, P. Ramos, L. Vargas, C. Morales, M. Ramos, G. Ramos, P. Rodríguez, T. Rodríguez y Octavio, por su trabajo, tiempo y sonrisas compartidas en el campo. Agradecemos al editor asociado y a los dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios.

REFERENCIAS

Abundis, A (2006) *Propuesta de protocolo para el monitoreo de la población de Pavón (Oreopanax derbianus) en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas*. Tesis de M. Sc., Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.

Álvarez del Toro, M (1976) Datos biológicos del Pavón *Oreopanax derbianus* G.R. Gray. *Revista Universidad Autónoma de Chiapas* 1: 43–54.

Andrewartha, HG & LC Birch (1954) *The distribution and abundance of animals*. Univ. Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Andrle, RF (1967) The Horned Guan in México and Guatemala. *The Condor* 69: 93–109.

Asociación Patronato Vivamos Mejor, Municipalidad de San Pedro La Laguna & The Nature Conservancy TNC (2003) *Plan de Manejo 2003–2007: Parque Regional Municipal Chuwanimajuyu', San Pedro La Laguna, Guatemala*. USAID, San Pedro La Laguna, Sololá, Guatemala.

Baur, EH (2008) *Structure of a lowland Neotropical galliform bird guild*. M.Sc. thesis, Univ. of Florida, Gainesville, Florida, USA.

Baur, EH, RB McNab, LE Williams Jr, VH Ramos, J Radachowsky & MR Guariguata (2012) Multiple forest use through commercial sport hunting: Lessons from a community-based model from the Petén, Guatemala. *Forest Ecology and Management* 268: 112–120.

BirdLife International (2016) *Species factsheet: Oreopanax derbianus*. Disponible en www.birdlife.org (Consultado en julio de 2016).

Brooks, DM & SD Strahl (2000) *Curassows, guans and chachalacas: status survey and conservation action plan for cracids 2000–2004*. IUCN, Gland, Switzerland.

Brooks, DM & SD Strahl (2006) Extintos en estado silvestre y críticamente amenazados. Pp 30 en Brooks, DM (ed). *Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. Miscellaneous Publications of The Houston Museum of Natural Science, Number 6. Houston, Texas, USA.

Brown, JH (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist* 124: 255–279.

Brown, JH & MV Lomolino (1998) *Biogeography*. 2nd ed. Ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.

Brown, JH, DW Mehlman & GC Stevens (1995) Spatial variation in abundance. *Ecology* 76: 2028–2043.

Buckland, ST, DR Anderson, KP Burnham & JL Laake (1993) *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London, London, UK.

Buckland, ST, DR Anderson, KP Burnham, JL Laake, DL Borchers & L Thomas (2004) *Advanced Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations*. Oxford Univ. Press, New York, New York, USA.

Cóbar, AJ (2006) *Distribución actual y selección de sitios para el estudio y la conservación de Pavo de Cacho (Oreopanax derbianus G. R. Gray, 1844) en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, Guatemala*. Tesis de lic., Univ. de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Cornejo, J (2009) Breeding program for Horned Guan *Oreopanax derbianus* at African Safari, Mexico. *International Zoo Yearbook* 43: 136–148.

del Hoyo, J & A Motis (2004) Updated chapter. Pp 322–476 en Delacour, J & D Amadon (eds). *Curassows and related birds*. 2nd ed. Lynx Edicions, Barcelona, España & The National Museum of Natural History, New York, New York, USA.

Delacour, J & D Amadon (2004) *Curassows and related birds*. 2nd ed. Lynx Edicions, Barcelona, España & The National Museum of Natural History, New York, New York, USA.

Eisermann, K, A Burge & G López (2007) Registros de anidamiento del Pavo de Cacho (*Oreopanax derbianus*) en el Volcán Atitlán, Guatemala. *Boletín de Grupo Especialistas en Crácidos* 23: 13–24.

Emlen, JM (1973) *Ecology: an evolutionary approach*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA.

FDN (2003) *Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. III Plan Maestro 2003–2008*. Fundación Defensores de las Natu-

- raleza, Guatemala. Disponible en <http://conap.gob.gt:7777/Conap/portal/educacion-y-fomento/plan-maestro-de-reserva-de-biosfera-sierra-de-las-minas.pdf/view>. (Consultado en febrero de 2010).
- Gómez de Silva H, F González-García & MP Casillas-Trejo (1999) Birds of the upper cloud Forest of El Triunfo, Chiapas, México. *Ornitología Neotropical* 10: 1–26.
- González-García, F (1986) *Description and development of Horned Guan's chicks Oreophasis derbianus under captive conditions*. XIX Congressus Internationalis Ornithologicus, National Museum of Natural Sciences, Ottawa, Canada.
- González-García, F (1995) Reproductive biology and vocalizations of the Horned Guan *Oreophasis derbianus* in Mexico. *The Condor* 97: 415–426.
- González-García, F (2005a) Distribución, densidad y estado poblacional del Pavón (*Oreophasis derbianus*) en México. Pp 14–17 en Rivas, JA & E Secaira (eds). *Memorias del II Simposium Internacional sobre Oreophasis derbianus*. The Nature Conservancy & Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- González-García, F (2005b) *Dieta y comportamiento de forrajeo del Pavón Oreophasis derbianus en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas*. Tesis de M. Sc., Univ. Nacional Autónoma de México, D.F., México, México.
- González-García, F, JA Rivas & AJ Cobar (2006) Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*). Pp. 40–45 en Cancino, L & DM Brooks (eds). *Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. Miscellaneous publications of The Houston Museum of Natural Science, Number 6. Houston, Texas, USA.
- González-García, F, MA Martínez-Morales, A Abundis Santamaría, JA Rivas-Romero, JM Quiñónez-Guzmán, J Rodríguez Acosta, JL Rangel-Salazar & CA Guichard Romero (2017) Protocolo estandarizado para el seguimiento poblacional del Pavón, *Oreophasis derbianus*: propuesta de métodos de campo y analíticos. *Huitzil* 18: 185–201.
- Hengeveld, R & J Haeck (1982) The distribution of abundance. I. Measurements. *Journal of Biogeography* 9: 303–316.
- Howell, SN & S Webb (1995) *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford Univ. Press, New York, New York, USA.
- Kattan, GH, MC Muñoz & DW Kikuchi (2016) Population densities of curassows, guans, and chachalacas (Cracidae): Effects of body size, habitat, season, and hunting. *The Condor* 118: 24–32.
- Land, HC (1962) A collection of birds from the Sierra de las Minas, Guatemala. *The Wilson Bulletin* 74: 267–283.
- López, RR, NJ Silvy, MJ Peterson, EH Baur, F González-García & DM Brooks (2014) Chachalacas, hocofoaisanes y pavas. Pp 121–145 en Valdez, R & A Ortega (eds). *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México*. Colegio de Postgraduados, Univ. Autónoma de Chapingo, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Texcoco, México, México.
- Martínez-Morales, MA, F González García, PL Enríquez, JL Rangel Salazar, DA Navarrete Gutiérrez, CA Guichard Romero, A Tobón Sampedro & GE Pinilla Buitrago (2013) *Modelos de distribución actual y futura de los crácidos presentes en México*. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JM024. El Colegio de la Frontera Sur, unidad Campeche, Campeche, México.
- Mehlman, DW (1997) Change in avian abundance across the geographic range in response to environmental change. *Ecological Applications* 7: 614–624.
- Méndez, O (2010) *Datos biológicos del Pavo de Cacho (Oreophasis derbianus) en el Volcán Tolimán, Sololá, Guatemala*. Tesis de lic., Univ. del Valle de Guatemala, Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Montes, L (2005) *Vegetación asociada a las aves (Pavo de Cacho Oreophasis derbianus) en la Reserva Los Tarrales, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala*. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Morales, J, AJ Cobar, FJ Ramírez, AA Morales, JF Moreira, RS Leonardo & MA González (2005) *Programa piloto de conservación y manejo de especies cinegéticas en tres comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM)*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Peterson, TA, V Sánchez-Cordero, J Soberón, J Bartley, R Budde-meier & A Navarro-Siguenza (2001) Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144: 21–30.
- Rivas-Romero, JA & JR Soto-Shoender (2015) Filling in the gaps: evaluating the use of camera traps in the canopy to examine frugivore visits to *Oreopanax echinops* in the highlands of Guatemala. *The Southwestern Naturalist* 60: 366–370.
- Rivas, JA & AJ Cobar (2007) Distribución y conservación del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en Guatemala. Pp 10–16 en Cornejo, J & E Secaira (eds). *Memorias del III Simposium Internacional sobre Oreophasis derbianus*. Africam Safari, Puebla, Puebla, México & The Nature Conservancy, Veracruz, México.
- Rivas, JA & AJ Cobar (2008a) *Densidad poblacional y fenología de las plantas alimenticias del Pavo de Cacho (Oreophasis derbianus G.R. Gray 1844) en el parque regional municipal Chuwanimajuyu', Sololá*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Guatemala, Univ. San Carlos de Guatemala, Guatemala & Embajadores de las Nubes, Puebla, México.
- Rivas, JA & AJ Cobar (2008b) Estudio preliminar sobre la distribución del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. *Revista Yu'am* 1: 12–18.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México) (2000) *Programa de manejo de la área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera El Triunfo*. Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección, 15 de septiembre de 2000, D.F., México, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2013) *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, D.F., México, México.
- Silva, JL & SD Strahl (1991) Human impact on populations of chachalacas, guans, and curassows (Galliformes: Cracidae) in Venezuela. Pp 37–52 en Robinson, JG & KH Redford (eds). *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Univ. of Chicago, Chicago, Illinois, USA.
- Suchini, AE, AC Rosales, GM Cazali, E de Poll, NA Castillo, ME Flores & AL Higueros (2002) *Endemismo florístico en el norte de Biosfera Sierra de las Minas*. Centro de Estudios Conservacionistas, Univ. San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Tellería, JL (1986) *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Editorial Raíces, Madrid, España.
- Thiollay, JM (2005) Effects of hunting on Guianan forest game birds. *Biodiversity and Conservation* 14: 1121–1135.
- Thomas, L, JL Laake, E Rexstad, S Strindberg, FCC Marques, ST Buckland, DL Borchers, DR Anderson, KP Burnham, ML Burt, SL Hedley, JH Pollard, JRB Bishop & TA Marques (2009) *Distance 6.0. Release 2*. Research Unit for Wildlife Population Assessment, Univ. of St. Andrews, Scotland, UK. Disponible en <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/> (Consultado en febrero de 2016).
- Williams, CK, AR Ives & D Applegate (2003) Population dynamics across geographical ranges: time-series analyses of three small game species. *Ecology* 84: 2654–2667.