

ARTÍCULO ORIGINAL

Patrones de actividad de la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*)

Activity patterns of West Mexican Chachalaca (*Ortalis poliocephala*)

Mario C. Lavariega¹  <https://orcid.org/0000-0003-2513-8244>
Alina Gabriela Monroy-Gamboa^{2*}  <https://orcid.org/0000-0002-3277-855X>
Eugenio Padilla-Gómez³  <https://orcid.org/0000-0001-7883-3166>
Ubaldo Olivera-Martínez⁴

Resumen

Los patrones de actividad de las poblaciones animales fluctúan a lo largo del año, como respuesta a la disponibilidad de recursos, cambios en el clima y actividad de depredadores. Estudiar los patrones de actividad de las especies es necesario no sólo para aumentar el conocimiento de su historia natural sino también para la planeación de muestreos acordes a los períodos de mayor actividad. Con la finalidad de reconocer los patrones de actividad de la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) en una selva seca del suroeste de México en dos temporadas, usamos la información recabada con cámaras-trampa durante los inviernos de 2011-2012 y 2012-2013 y las primaveras de 2012 y 2013. La actividad diaria de la chachalaca pálida fue bimodal con mayor actividad de 10:00 a 11:00 h y de las 18:00 a 20:00 h. Los patrones de actividad temporal presentaron similitud en dos de los cuatro períodos de muestreo ($P > 0.05$), lo que indica que los patrones de actividad se mantienen independientemente de la cantidad de horas luz. En contraste, la actividad de las chachalacas fue diferente en el invierno de 2012-2013 ($P < 0.05$), posiblemente como respuesta a la presencia de elementos exógenos no climáticos, como depredadores. Durante los diseños de muestreo para estudios poblacionales se deben considerar los patrones de actividad de las especies de crácidos para entender su biología y contribuir a las estrategias de manejo y conservación.

Palabras clave: cámaras-trampa, selva seca, Oaxaca, áreas protegidas, monitoreo participativo, México, ritmo circadiano.

Abstract

Animal activity patterns fluctuate throughout the year, in response to resource availability, climate changes, and predator activity. Studying species activity patterns is necessary not only to increase our knowledge of their natural history but also to plan research (or population sampling) according to the period of greatest activity. In order to recognize the activity patterns of the West Mexican Chachalaca (*Ortalis poliocephala*) in a dry forest in southwestern Mexico in two seasons, we use information collected through camera-traps during the winters of 2011-2012 and 2012-2013 and the spring of 2012 and 2013. The daily activity of the West Mexican Chachalaca was bimodal with greater activity between 10:00 to 11:00 h and 18:00 to 20:00 h. Patterns of temporal activity showed similarity in two of the four monitoring periods ($P > 0.05$), indicating that the activity patterns are maintained regardless of the number of light hours. In contrast, the activity of the Western Mexican Chachalaca was different in the winter of 2012-2013 ($P < 0.05$), possibly in response to the presence of non-climatic exogenous elements, such as predators. When developing study designs for population studies, the activity patterns of cracids species should be considered to understand their biology and to contribute to their conservation and management strategies.

Keywords: camera-traps, dry forest, Oaxaca, protected areas, participative monitoring, Mexico, circadian rhythm.

¹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Hornos 1003, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

² Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, C.P. 23096, La Paz, B.C.S., México.

³ Dirección Sierra Juárez-Mixteca, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Av. Independencia 709, Centro, C.P. 68100, Oaxaca de Juárez, México.

⁴ Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad de Santa Catarina Tonalá, Oficina de Bienes Comunales de Santa Catarina Tonalá, C.P. 69291, Oaxaca, México.

Correo de correspondencia: *beu_ribetzin@hotmail.com

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Recibido:

21 de febrero de 2019

Aceptado:

20 de junio de 2019

Editor asociado:

Fernando González García

Contribución de cada uno de los autores:

MCL: análisis de datos con Chronos-fit, estadísticos y redacción del manuscrito. AGM-G: redacción del manuscrito, análisis de datos y búsqueda de literatura. EP-G: coordinación de trabajo de campo, recolección y organización de los registros. UO-M: colocación de fototrampas en área de estudio.

Cómo citar este documento:

Lavariega, M.C., A.G. Monroy-Gamboa, E. Padilla-Gómez, U. Olivera-Martínez. 2019. Patrones de actividad de la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*). *Huitzil* 20(2): e-536. doi: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.2.455>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

Introducción

La mayoría de los animales realizan diferentes actividades en su vida diaria, tales como los movimientos para alimentarse, descansar, buscar pareja o anidar; estas actividades pueden ocurrir en diferentes horarios del día o noche. Un patrón de actividad se puede referir a las horas continuas en las que un individuo realiza el mayor número de movimientos (Maffei et al. 2002, Monroy-Vilchis et al. 2011). Los patrones de actividad de las poblaciones animales cambian a lo largo del año, como respuesta a la disponibilidad de recursos (e.g. alimento, refugio, pareja), cambios en el clima y actividad de depredadores (Gwinner 2003, Kumar et al. 2010, Bloch et al. 2013, Malik et al. 2014). La fisiología y conducta de los animales, como lo es la actividad, son el producto de ciclos circadianos generados por elementos endógenos que son entrenados por factores externos, principalmente los ciclos de luz y oscuridad a lo largo del día (fotoperiodo). Estos ciclos llevan a una sincronización interna y finalmente a una ritmidad coordinada de los procesos biológicos del animal que reflejan el ciclo ambiental de luz y oscuridad. Estos procesos ayudan a ajustar y preparar a los organismos a las diferentes condiciones ambientales que se van presentando a lo largo de su vida (Edery 2000, Davidson y Menaker 2003, Gwinner 2003, Brandstätter 2002, Roenneberg y Merrow 2005, Kumar et al. 2010, Bloch et al. 2013). En las aves el estudio de sus ritmos circadianos se ha estudiado ampliamente en condiciones controladas de laboratorio, mientras que en vida silvestre son pocos los estudios, a pesar de que muchas especies encaran amenazas para su conservación, como los crácidos. Los crácidos son una de las familias de aves más amenazadas en América, debido principalmente a la sobre cacería y la pérdida de su hábitat (Brooks y Strahl 2000). En México, la chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) es una especie endémica de la vertiente occidental que habita en ambientes áridos y semiáridos, en selva seca, bosques de encino y bosques de encino-pino, desde el nivel del mar hasta los 2400 msnm (Howell y Webb 1995, BirdLife International 2016). En la Lista Roja de la IUCN se encuentra bajo la categoría de “preocupación menor” (BirdLife International 2016); es una especie común en México (Pinilla-Buitrago et al. 2014) por lo que en el ámbito nacional no está catalogada bajo riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat 2010).

La chachalaca pálida tiene hábitos terrestres, es gregaria y llega a formar grupos de hasta 35 individuos; además es una importante dispersora de semillas, por lo que puede ser considerada una especie indicadora de la calidad de los eco-

sistemas que habita (González-García et al. 2001). Recientemente, se ha registrado un incremento en la temperatura, lo cual podría provocar la disminución del 5 al 38% de su hábitat (Peterson et al. 2001). Ante esta situación es relevante generar información sobre los movimientos, ámbito hogareño, territorialidad y patrones de actividad de esta especie que coadyuven a su conservación y manejo (González-García et al. 2001, Rodríguez-Flores y Arizmendi 2014).

El fototrampeo es un método con nuevas posibilidades para el estudio de la historia natural de los crácidos (O'Brien y Kinnaird 2008), como por ejemplo la documentación de su presencia (Bolaños et al. 2010, Srbek-Araujo et al. 2012, Blake et al. 2013), la descripción de sus patrones de actividad (Hernández-SaintMartín et al. 2013, Lafleur et al. 2014), uso de hábitat (Michalski et al. 2015) y la ocupación del territorio (Blake et al. 2017, Pardo et al. 2017, Pérez-Irineo y Santos-Moreno 2018). Aunque existen otras técnicas para el estudio de los crácidos en vida silvestre (e.g. transectos, puntos de conteo), el fototrampeo tiene la ventaja de ser un método no invasivo, pues no influye en los individuos, ya que evita la presencia de un observador, además es posible obtener información sobre su conducta, distribución y patrones de actividad (O'Brien y Kinnaird 2008).

Estudios realizados mediante fototrampeo han encontrado que especies como la chachalaca oriental (*Ortalis vetula*), el hocofaisán (*Crax rubra*) y el muitú (*C. fasciolata*) tienen patrones de actividad diurna bimodal, que comienzan su actividad entre las 6:00 y 7:00 h, con picos de actividad entre las 10:00 y 11:00 h y posteriormente alrededor de las 18:00 h (Srbek-Araujo et al. 2012, Hernández-SaintMartín et al. 2013, Fernández-Duque et al. 2013). Hasta ahora, las variaciones de estos patrones de actividad no se han comparado entre temporadas, lo que es necesario para entender los ciclos circadianos de la especie y así establecer rigurosos diseños de muestreo poblacionales que contribuyan al conocimiento de la abundancia con fines de manejo y conservación (Wolmann 2005).

En el presente estudio describimos los patrones de actividad de la chachalaca pálida en vida silvestre en el sur de México y los comparamos en dos temporadas: invierno (diciembre a marzo) y primavera (abril a junio). Consideramos que los patrones de actividad no serían diferentes entre temporadas debido a que los ritmos circadianos tienen un componente fuertemente endógeno, es decir, son regulados principalmente por procesos fisiológicos (Gwinner 2003, Roenneberg y Merrow 2005, Kumar et al. 2010).

Métodos

Área de estudio

El Área de Protección de Flora y Fauna “Boquerón de Tonalá” ([APFF-BT], 17°37'45"-17°43'46" N y 97°55'18"-97°59'50" O), posee una extensión de 3,912.12 ha y se encuentra en el municipio de Santo Domingo Tonalá, en la región Mixteca, Oaxaca, México (Figura 1). El área de estudio presenta fragmentos de selva seca, matorral xerófilo y bosque de encino en diferentes grados de perturbación, otatales (*Otatea sp.*), vegetación secundaria con abundancia de especies de la familia Anacardiaceae y Fabaceae y vegetación de galería a lo largo del río Mixteco. En la selva seca las especies del género *Bursera* son las más dominantes, seguidas por otras especies como el coco de cerro (*Cyrtocarpa procera*), el tetlate (*Actinocheita filicina*), el cacalosúchil (*Plumeria rubra*) y la vara de cruz (*Randia thurberi*); también hay especies del género *Mammillaria*. El bosque de encino se caracteriza por la presencia de el aguatile (*Quercus acutifolia*), el encino prieto (*Q. glaucoidea*), el encino amarillo (*Q. liebmannii*) acompañados por el tehuizote (*Dasylirion serratifolium*), la bacanora (*Agave angustifolia*), el maguey jabalí (*A. convallis*) y el maguey (*A. petrophila*). En el matorral xerófilo predominan el tetecho de Mezcala (*Neobuxbaumia mezcalensis*), el maguey rabo de león (*A. kerchovei*), la bacanora, el maguey tobala (*A. potatorum*) y el rabo de iguana (*Fouquieria ochoterenae*; Conanp 2013).

Colecta de datos

Los registros de la chachalaca pálida se obtuvieron de cámaras-trampa a través de proyectos de monitoreo comunitario (Padilla-Gómez et al. 2015, 2018). Los monitoreos los realizamos por medio de dos comités de monitores integrados por seis personas cada uno y con apoyo técnico de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). En el área de estudio establecimos cinco estaciones de fototrampeo, en tres de ellas colocamos una cámara-trampa y en dos colocamos dos cámaras-trampa, en este caso una frente a otra (es decir, se usaron un total de siete cámaras-trampa). Las cámaras-trampa que usamos fueron de la marca Bushnell modelo 14 MP Trophy Cam HD. La distancia entre cada una de las estaciones de fototrampeo fue de aproximadamente 3 km (Figura 1). Programamos las cámaras-trampa para tomar una fotografía cada 10 s por un periodo promedio de 64 días. De cada estación de fototrampeo se registraron las coordenadas geográficas con un sistema de posicionamiento global. Las cámaras-trampa se revisaron cada mes con el fin de descargar las fotografías, verificar su funcionamiento y para cambiar las baterías. Para cada fotografía obtenida, en una base de datos, registramos las coordenadas geográficas de la cámara-trampa, la especie fotografiada, hora, día, mes y año del evento. Las chachalacas fueron identificadas como chachalacas pálidas por presentar el vientre blanquecino y la punta de la cola ante crema (Howell y Webb 1995). En todas las fotografías, la chachalaca pálida se

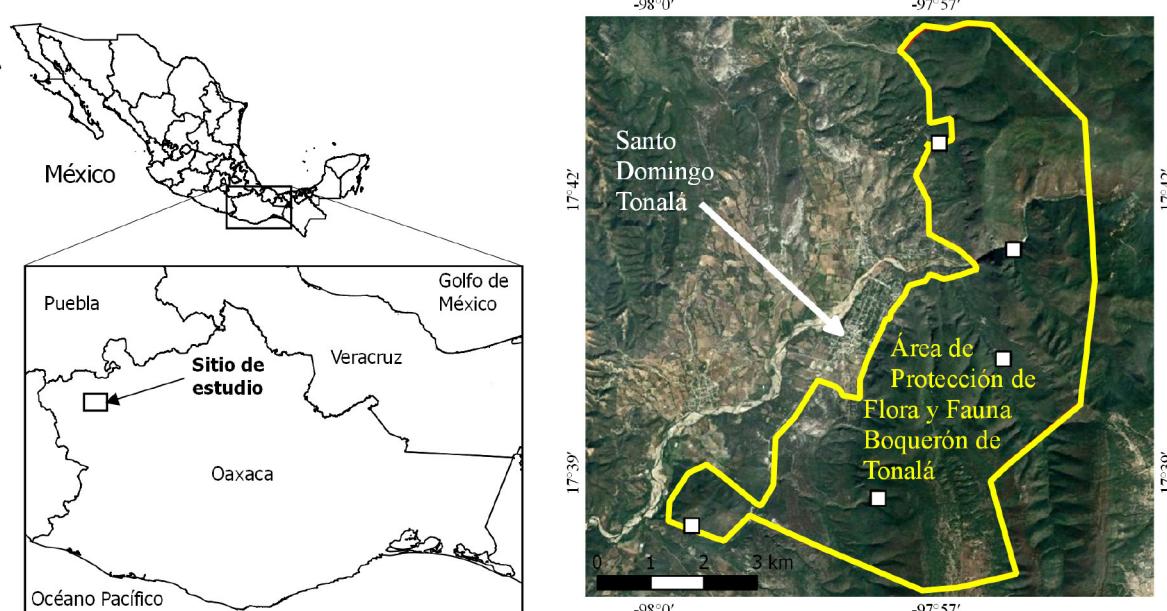


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las siete cámaras-trampa, en cinco estaciones de fototrampeo (cuadros blancos) para el estudio de los patrones de actividad de *Ortalis poliocephala* en la región de la Mixteca, Oaxaca, México (Fuente Google Earth®).

observó en actividad locomotora (i.e. caminando). Finalmente, en una plataforma de acceso abierto, compilamos, organizamos y cargamos los datos obtenidos (<http://dsjm-conanp-monitoreo.org>; Padilla-Gómez et al. 2018). Consideramos dos temporadas: invierno (diciembre de 2011 a marzo de 2012 y diciembre de 2012 a marzo de 2013) y primavera (abril a junio de 2012 y abril a junio de 2013).

Análisis de datos

Los datos de actividad de la chachalaca pálida correspondientes a cuatro períodos de muestreo y dos temporadas (invierno 2011-2012, primavera 2012, invierno 2012-2013 y primavera 2013) los agrupamos en intervalos de 30 min. Esta información la exportamos al programa computacional Chronos-Fit para realizar un análisis de ritmo (Zuther et al. 2009). Chronos-Fit realiza el análisis de ritmo mediante una combinación de un análisis de Fourier parcial y una técnica de regresión por pasos. Es un análisis parcial porque cada armónico es separado y se verifica su ajuste mediante una prueba de F, con un valor

de significancia (α) de 0.05. De esta forma, sólo los armónicos significativos se incluyen en el modelo si los mejoran significativamente (Zuther et al. 2009). Además, aplicamos una prueba de Wald para evaluar las diferencias entre patrones de actividad en las temporadas, por medio de una chi-cuadrada con $gl = 1$ (Rowcliffe 2015). Este análisis lo realizamos con el paquete Activity del programa R (Team R Development Core 2012). Finalmente, el inicio de la actividad de la chachalaca pálida en cada temporada de muestreo la comparamos con la hora del amanecer, la cual calculamos en <https://www.timeanddate.com> (tuvimos cuidado con los cambios de horario).

Resultados

Con un esfuerzo de muestreo total de 1,280 cámara-trampa/día aplicado para los cuatro períodos de muestreo, obtuvimos 226 registros fotográficos de la chachalaca pálida (Figura 2): 93 registros en el invierno 2011-2012, 74 en la primavera 2012, 32 en el invierno 2012-2013 y 57 en la primavera 2013. Encontramos que la chachalaca pálida mostró un patrón de



Figura 2. Fotocaptura de *Ortalis poliocephala* en la región de la Mixteca, Oaxaca, México. Fotografía depositada en la Plataforma de Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad (PMCB:4312).

actividad diurno bimodal: inicia su actividad en las primeras horas del amanecer, entre las 05:56 y 06:54 h, hasta alcanzar un primer pico alrededor de las 10:00 h, entonces la actividad disminuye hacia las 14:00 h, y reinicia alrededor de las 15:00 h, con un segundo pico alrededor de las 18:00 h. No obtuvimos registros después de las 20:00 h. Las fotografías registradas en la mañana representaron el 69.9% de los registros, mientras que el restante 30.1% fueron por la tarde.

En ambos inviernos, la actividad de la chachalaca pálida comenzó más tarde que en las primaveras, debido a que en invierno amanece más tarde que en primavera, pero en todos los períodos de muestreo la actividad finalizó al mismo tiempo, antes de las 20:00 h (Figura 3). Los patrones de actividad del invierno 2011-2012 y de la primavera 2012 fueron similares (prueba de Wald = 1.234, $P = 0.27$), así como en ambas primaveras (prueba de Wald = 0.181, $P = 0.67$). En su lugar, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) cuando los períodos de muestreo se compararon entre el invierno 2012-2013 (Figura 3; Cuadro 1).

Discusión

En este estudio presentamos el patrón de actividad de la chachalaca pálida, el cual se ajustó al patrón diurno observado en otros crácidos, como el pavón piquirrojo (*Crax blumenbachii*),

el muitú, la chachalaca charata (*O. canicollis*) y la chachalaca oriental, con un pico de actividad en las primeras horas del día que disminuye al mediodía, reinicia por la tarde y alcanza un segundo pico antes del anochecer (Srbek-Araujo *et al.* 2012, Hernández-SaintMartín *et al.* 2013, Fernández-Duque *et al.* 2013, Schaaf *et al.* 2014, Pérez-Irineo y Santos-Moreno 2018). Sin embargo, no todas las especies de esta familia de aves comparten el patrón antes descrito, por ejemplo la sira (*Pauxi koepckeae*) en los Andes peruanos, la cual concentra la mayor parte de su actividad locomotora entre las 10:00 y 18:00 h (Beirne *et al.* 2017), o el pavón pico de ají (*Mitu tuberosum*) y la pava amazónica (*Penelope jacquacu*), en Río Xeruã, Amazonas, Brasil, que presentan un patrón unimodal, la primera especie por la mañana y la segunda al mediodía (Sæbø 2016). El desajuste al patrón de actividad bimodal en estas especies puede deberse al ambiente en donde viven, caracterizado por bosques montanos y bosques tropicales, respectivamente (Sæbø 2016, Beirne *et al.* 2017). En estos tipos de bosques, la radiación solar en el sotobosque es escasa, lo que permite el forrajeo a lo largo del día. A nivel de género, encontramos que los patrones de actividad de la chachalaca oriental en el norte de México (Hernández-SaintMartín *et al.* 2013), de la chachalaca charata en el norte de Argentina (Schaaf *et al.* 2014) y de la chachalaca pálida en este estudio fueron similares. Esto sugiere un conservadurismo de este rasgo conductual en estos organismos debido a que están relacionados evolutivamente

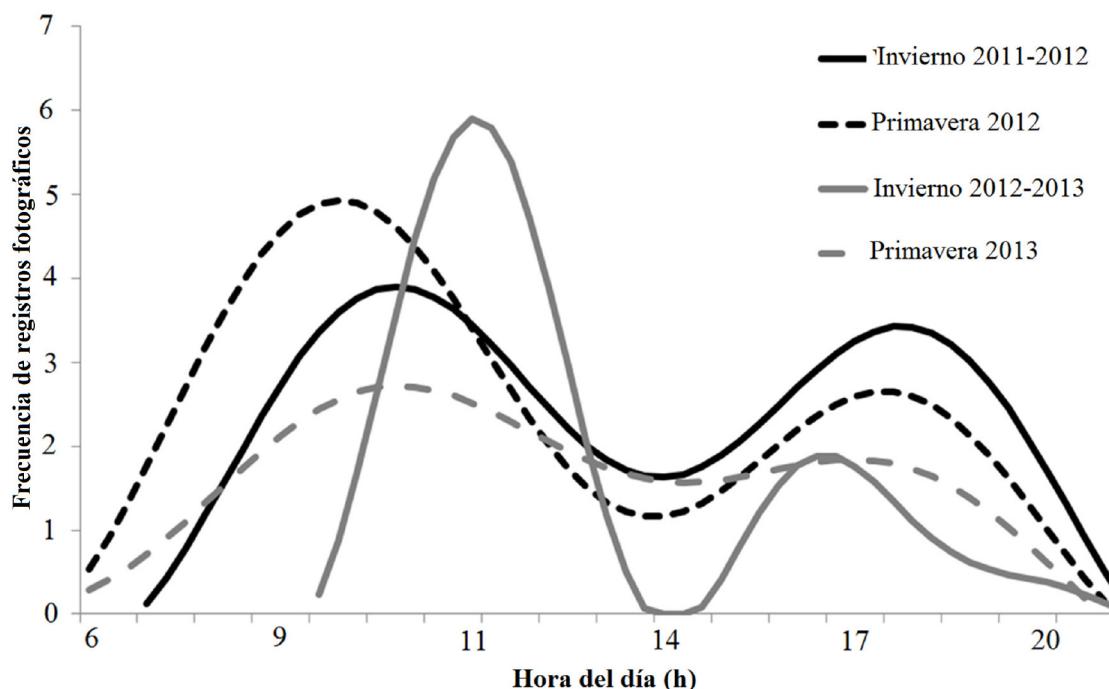


Figura 3. Frecuencia de individuos activos de *Ortalis poliocephala* por hora del día en dos temporadas (invierno y primavera) 2012 y 2013 en la región de la Mixteca, Oaxaca, México (significancia del periodograma $P = 0.05$).

Cuadro 1. Prueba de Wald para diferencias estadísticas entre las estimaciones en los patrones de actividad de chachalacas pálidas activas en dos temporadas (invierno y primavera) en la región de la Mixteca, Oaxaca, México.

Periodos de muestreo	Diferencia	Error estándar	Prueba de Wald	P
Invierno 2011-2012-primavera 2012	0.028	0.025	1.234	0.266
Invierno 2012-2013-primavera 2013	-0.052	0.024	4.599	0.032
Invierno 2011-2012-invierno 2012-2013	0.091	0.023	16.108	0.000
Primavera 2012-primavera 2013	0.011	0.026	0.181	0.670

(Blomberg *et al.* 2003). Futuros estudios con el uso de metaanálisis podrán ahondar en las variables ecológicas y relaciones filogenéticas que determinan los patrones de actividad dentro de la familia de los crácidos.

Encontramos que el patrón de actividad general de la chachalaca pálida fue similar tanto entre años como entre temporadas: bimodal, con un pico principal antes del mediodía y un pico secundario en la tarde. Con respecto a los períodos de muestreo encontramos que no hubo diferencia significativa entre el invierno 2011-2012 y la primavera 2012, así como entre las primaveras de 2012 y 2013, de la forma en como fue esperado, dado que las aves tienen un fuerte componente endógeno en la regulación de sus ritmos circadianos (Gwinner 2003, Roenneberg y Merrow 2005, Kumar *et al.* 2010). Sin embargo, al comparar los períodos de muestreo con el invierno 2012-2013, encontramos que éste fue diferente del resto de períodos. Consideramos que la diferencia en este periodo pudo deberse a algún elemento exógeno no climático, como la presencia de depredadores, lo que influyó en el cambio notable del patrón de actividad observado en este periodo de muestreo.

Notablemente, observamos un retraso en el inicio de la actividad de la chachalaca pálida entre las temporadas, ya que su actividad comenzó antes en las primaveras que en los inviernos, lo que concuerda con la hora del amanecer, que en las primaveras fue entre las 05:56 y 06:23 h, mientras que en los inviernos fue entre las 06:34 y 06:54 h (<https://www.timeanddate.com>). Lo anterior indica que, al menos para nuestra área de estudio, la chachalaca pálida tiene un patrón circadiano sincronizado con la cantidad de luz del sol, es decir, se trata de una especie fotoperiódica que regula sus ciclos circadianos en respuesta a cambios temporales. Ésta es una estrategia observada en otras especies de aves (Singh *et al.* 2002). Este ajuste de la actividad, por parte de las especies, al tiempo local con respecto a los ciclos ambientales es una de las características de los ciclos circadianos (Aschoff 1981). Por otra parte, observamos una disminución de la actividad alrededor de las 14:00 h, posiblemente por ser horas de alta radiación solar. Al respecto, Fernández-Duque *et al.*

(2013) reportaron un mayor número de registros fotográficos del mutitú en Argentina cuando la temperatura era muy baja (<11°C) o moderada (11–20°C), lo cual apoya la idea de que la chachalaca pálida evita las horas en que la temperatura es alta.

Estudios de actividad multianuales continuos con cámara-trampa, entre otras técnicas, permitirán relacionar a escala local los cambios climáticos globales y otras perturbaciones humanas con cambios en la actividad de las especies (Dominoni *et al.* 2013). Finalmente, conocer los patrones de actividad de especies bajo esquemas de conservación o aprovechamiento, como la chachalaca pálida, es imprescindible para lograr estimaciones poblacionales adecuadas para un manejo apropiado. Al identificar las horas de mayor actividad de las especies focales se pueden planear muestreos poblacionales apropiados a cada temporada. Por ejemplo, los muestreos para estudios poblacionales de la chachalaca pálida deben iniciarse una o dos horas después del amanecer, cuando se muestra la actividad máxima, pero, durante la primavera, deben comenzar antes que en el invierno.

Los estudios con cámaras-trampa son útiles para aportar conocimiento de la historia natural de las aves, tales como sus patrones de actividad y los ajustes que realizan para acomodarse a los cambios naturales a lo largo del año o a condiciones de perturbación. En particular, en este estudio reportamos por primera vez el patrón de actividad de la chachalaca pálida, el cual fue bimodal, y muestra similitud con el de otros crácidos en México.

Agradecimientos

A los Comités de Monitoreo Comunitario de Santo Domingo Tonalá, Oaxaca y a J. Santiago-Velasco. A la Oficina Sierra Juárez-Mixteca de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, al Proyecto Mixteca, FNAM, UNEP, WWF, y a P. Palacios por su apoyo. AGMG agradece al Conacyt por la beca otorgada para realizar su estancia postdoctoral en el CIBNOR-La Paz. A

H. Perdomo, dos revisores anónimos y editores por la revisión y valiosos comentarios al presente manuscrito.

Literatura citada

- Aschoff, J. (ed.). 1981. *Biological Rhythms*. Springer US. E.U.A.
- Beirne, C., R. Pillco-Huarcaya, S.J. Serrano-Rojas, A. Whitworth. 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. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr00802>.
- BirdLife International. 2016. *Ortalis poliocephala*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016:e.T22678325A92767963. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22678325A92767963.en> (consultado el 21 de febrero de 2018).
- Blake, J.G., D. Mosquera, J. Salvador. 2013. Use of mineral licks by mammals and birds in hunted and non-hunted areas of Yasuní National Park, Ecuador. *Animal Conservation* 16(4):430-437. DOI: <https://doi.org/10.1111/acv.12012>.
- Blake, J.G., D. Mosquera, B.A. Loiselle, K. Swing, D. Romo. 2017. Long-term variation in abundance of terrestrial mammals and birds in eastern Ecuador as measured by photographic rates and occupancy estimates. *Journal of Mammalogy* 98(4):1168-1178. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx046>.
- Blomberg, S., T. Jr. Garland, A. Ives. 2003. Testing for phylogenetic signal in comparative data: Behavioral traits are more labile. *Evolution* 57:717-745. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2003.tb00285.x>.
- Bloch, G., B.M. Barnes, M.P. Gerkema, B. Helm. 2013. Animal activity around the clock with no overt circadian rhythms: patterns, mechanisms and adaptive value. *Proceedings of Royal Society* 280(1765):20130019. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0019>.
- Bolaños, R., V. Sánchez-Cordero, M.A. Gurrola-Hidalgo, J.A. Iglesias-Hernández, G.E. Magaña-Cota, F.J. Botello-López. 2010. First record of the crested guan (*Penelope purpurascens*) in the state of Guanajuato, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)* 26(1):237-241. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2010.261693>.
- Brandstätter, R. 2002. The circadian pacemaking system of birds. Pp. 144-163. En J. Aschoff (ed.). *Biological Rhythms*. Springer. Berlin, Alemania.
- Brooks, D.M., S.D. Strahl (comps.). 2000. *Curassows, guans and Chachalacas. Status Survey and Conservation Action Plan for Cracids 2000-2004*. IUCN/SSC Cracid Specialist Group. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2013. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y fauna Boquerón de Tonalá*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- Davidson, A.J., M. Menaker. 2003. Birds of feather clock together-sometimes: social synchronization of circadian rhythms. *Current Opinion in Neurobiology* 13(6):765-769. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2003.10.011>.
- Dominoni, D.M., W. Goymann, B. Helm, J. Partecke. 2013. Urban-like night illumination reduces melatonin release in European blackbirds (*Turdus merula*): implications of city life for biological time-keeping of songbirds. *Frontiers in Zoology* 10:60. DOI: <https://doi.org/10.1186/1742-9994-10-60>.
- Edery, I. 2000. Circadian rhythms in a nutshell. *Physiological genomics* 3(2):59-74. DOI: <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.2000.3.2.59>.
- Fernández-Duque, F., M. Huck, V. Dávalos, E. Fernández-Duque. 2013. Estudio preliminar sobre la ecología, el comportamiento y la demografía del mutú (*Crax fasciolata*) en la selva en galería del Riacho Pilagá, Formosa, Argentina. *Hornero* 28(2):65-74.
- González-García, F., D.M. Brooks, S.D. Strahl. 2001. Historia natural y estado de conservación de los Crácidos en México y Centroamérica. Pp. 1-50. En D.M. Brooks, F. González-García (eds.). *Cracid ecology and conservation in the new millennium*. Miscellaneous Publications of Houston Museum of Natural Science 2. Houston, TX, EUA.
- Gwinner, E. 2003. Circannual rhythms in birds. *Current opinion in Neurobiology* 13(6):770-778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conb.2003.10.010>.
- Hernández-SaintMartín, A.D., O.C. Rosas-Rosas, J. Palacio-Núñez, L.A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, A.L. Hoogesteijn. 2013. Activity patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosí, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 29(3):520-533.
- Howell, S.N.G., S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and North Central America*. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- Kumar, V., J.C. Wingfield, A. Dawson, M. Ramenofsky, S. Rani, P. Bartell. 2010. Biological clocks and regulation of seasonal reproduction and migration in birds. *Physiological*

- and *Biochemical Zoology* 83(5):827-835. DOI: <https://doi.org/10.1086/652243>.
- Lafleur, L., L. Pardo, R.M. Spínola, J. Saénz, M.V. Cove. 2014. Notes on plumage patterns and activity of the Great Curassow (*Crax rubra*) in northeastern Costa Rica. *Bulletin of the Cracid Group* 36:17-19.
- Maffei, L., E. Cuéllar, J. Noss. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11:55-65.
- Malik, S., G. Yadav, S. Rani, V. Kumar. 2014. Light wavelength dependent circadian and seasonal responses in black-headed bunting. *Indian Journal of Experimental Biology* 52:448e459.
- Michalski L.J., D. Norris, T.G. de Oliveira, F. Michalski. 2015. Ecological Relationships of MesoScale Distribution in 25 Neotropical Vertebrate Species. *PLoS ONE* 10(5):e0126114. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126114>.
- Monroy-Vilchis, O., M. M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz, V. Urios. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)* 59:373-383. DOI: <https://doi.org/10.15517/RBT.V59I1.3206>.
- O'Brien, T.G., M.F. Kinnaird. 2008. A picture is worth a thousand words: the application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conservation International* 18:S144-S162. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270908000348>.
- Padilla-Gómez, E., P.A. García-Santiago, M.J. Mariche-Zárate, M. Lavariega-Nolasco, J. Santiago-Velasco, R.O. Méndez-Méndez, A.A. Hernández-Mazas, M. Flores-Rosales, V.A. Miguel-Bautista. 2015. *Diseño e implementación de un sistema piloto para el monitoreo comunitario de la biodiversidad en las Áreas Naturales Protegidas de la Región Mixteca, Oaxaca*. Acuerdo OP51, Proyecto GEF-Mixteca, World Wildlife Fund, Oaxaca, México. Disponible en: <http://dsjm-conanp-monitoreo.org/> (consultado el 14 de agosto de 2017).
- Padilla-Gómez, E., M.C. Lavariega, P.A. García-Santiago, J. Santiago-Velasco, R.O. Méndez-Méndez. 2018. An open-access platform for camera-trapping data. *Biodiversity Informatics* 13:1-10. DOI: <https://doi.org/10.17161/bi.v13i0.6975>.
- Pardo, L.E., L. Lafleur, R.M. Spínola, J. Saenz, M. Cove. 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. DOI: <https://doi.org/10.1080/23766808.2017.1346548>.
- Pérez-Irineo, G., A. Santos-Moreno. 2018. Occupancy, relative abundance, and activity patterns of great curassow (*Crax rubra*) in southeastern Mexico. *Ornitología Neotropical* 28:313-320.
- Peterson, A.T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R.W. Buddemeier, A.G. Navarro-Sigüenza. 2001. Effects of global climate change on geographic distribution of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144:21-30. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00345-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00345-3).
- Pinilla-Buitrago, G., M.A. Martínez-Morales, F. González-García, P.L. Enríquez, J.L. Rangel-Salazar, C.A. Guichard, A.G. Navarro-Sigüenza, T.C. Monterrubio-Rico, G. Escalona-Segura. 2014. CracidMex I: a comprehensive database of global occurrences of cracids (Aves, Galliformes) with distribution in Mexico. *ZooKeys* 420:87-115. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.420.7050>.
- Roenneberg, T., M. Merrow. 2005. Circadian clocks-the fall and rise of physiology. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 6(12):965. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrm1766>.
- Rowcliffe, M. 2015. Package "activity"- *Animal Activity Statistics*.
- Rodríguez-Flores, C.I., M.C. Arizmendi. 2014. West Mexican Chachalaca (*Ortalis poliocephala*). Version 1.0. En T.S. Schulenberg (ed.). *Tropical birds Online*. Cornell Lab Ornithology. Ithaca, New York, EUA. Disponible en: <https://doi.org/10.2173/nb.wemcha1.01> (consultado el 23 de julio de 2016).
- Sæbø, J.S. 2016. *Spatial and temporal distributions and interactions in a neotropical ground-dwelling animal community*. Master's Thesis, Norwegian University of Life Sciences. Akershus, Noruega.
- Schaaf, A.A., A. Luczywo, A. Díaz, G. Peralta, S. Peluc. 2014. Descripción de nido, huevos, comportamiento de incubación y pichones de la charata (*Ortalis canicollis*) en el Bosque Chaqueño Serrano de Córdoba, Argentina. *Bulletin of the Cracid group. Galliformes Specialist Group (GSG IUCN-SSC/WPA)* 36:8-16.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 2454:77.
- Singh, S., M. Misra, S. Rani, V. Kumar. 2002. The photoperiodic entrainment and induction of the circadian clock regulating seasonal responses in the migratory black-headed bunting (*Emberiza melanocephala*). *Chronobiology International* 19:865-881. DOI: <https://doi.org/10.1081/CBI-120014570>.

Srbek-Araujo, A.C., L.F. Silveira, A.G. Chiarello. 2012. The Red-billed Curassow (*Crax blumenbachii*): social organization, and daily activity patterns. *The Wilson Journal of Ornithology* 124(2):321-327. doi: <https://doi.org/10.1676/11-054.1>.

Team R Development Core. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. 2.15.0 ed. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponible en:

<https://www.r-project.org/> (consultado el 14 de octubre de 2017).

Woltmann, S. 2005. Patterns of daily temporal variation in detectability of forest birds in Bolivia. *Ornitología Neotropical* 16:337-346.

Zuther, P., S. Gorbey, B. Lemmer. 2009. *Chronos-Fit*. Disponible en: <http://www.ma.uni-heidelberg.de/inst/phar/lehre/chrono.html> (consultado el 6 de mayo de 2017).



Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C.