

Avances en el conocimiento del estado de conservación de los monos aulladores negros en el Estado de Campeche

*Pedro Américo D. Dias
Alejandro Coyohua Fuentes
Domingo Canales Espinosa
Ariadna Rangel Negrín*

Introducción

Una de las líneas de investigación que desarrollamos en nuestro grupo de trabajo es la ecología del comportamiento de los primates. La ecología del comportamiento es una disciplina relativamente joven, fundada en la década de los 70's del siglo pasado. Su objetivo es entender cómo se adaptan los individuos a los retos ecológicos en su ambiente, lo que finalmente, representa el escenario bajo el cual actúa la selección natural (Wesneat y Fox, 2010). Se ha hipotetizado que los retos que enfrentan los seres vivos en la actualidad en sus espacios naturales son más frecuentes e intensos que en cualquier otro momento de su historia evolutiva (Ceballos et al., 2015). Esta coyuntura resulta de la transformación de los paisajes naturales por parte del hombre: la pérdida, fragmentación y modificación del hábitat, en conjunto con la cacería, son procesos de perturbación antropogénica que obligan los animales a modificar su comportamiento y fisiología (Cowlshaw y Dunbar, 2003).

Desde la investigación científica se han realizado muchos esfuerzos para sistematizar y entender cómo afecta la perturbación antropogénica a las poblaciones animales, incluyendo a los primates (Dias et al., 2014), y en la actualidad está claro que el estudio de la ecología del comportamiento es de gran utilidad para la conservación de la biodiversidad (Berger-Tal et al., 2011). Sin embargo, a fin de conocer los efectos de la perturbación antropogénica sobre los primates, necesitamos empezar por evaluar diferentes aproximaciones al problema, como por ejemplo: ¿qué tipos de disturbio impactan sobre las tasas vitales de las poblaciones y su comportamiento? Una forma de responder estas interrogantes es enfocándose sobre las amenazas y sus consecuencias para los primates. Así, para entender esta problemá-

tica resultan particularmente útiles, los estudios que han intentado caracterizar las amenazas a las que se enfrentan los primates. Estos estudios han sido desarrollados tradicionalmente a nivel de especie, y han arrojado información con implicaciones directas para la conservación y manejo de poblaciones silvestres.

Desde el enfoque del estudio de las amenazas, resulta particularmente relevante la síntesis que propusieron Fischer y Lindenmayer (Fischer y Lindenmayer, 2007), quienes en su trabajo postulan un esquema con el que integran diferentes niveles de evaluación de las amenazas para una especie en particular (Figura 1).

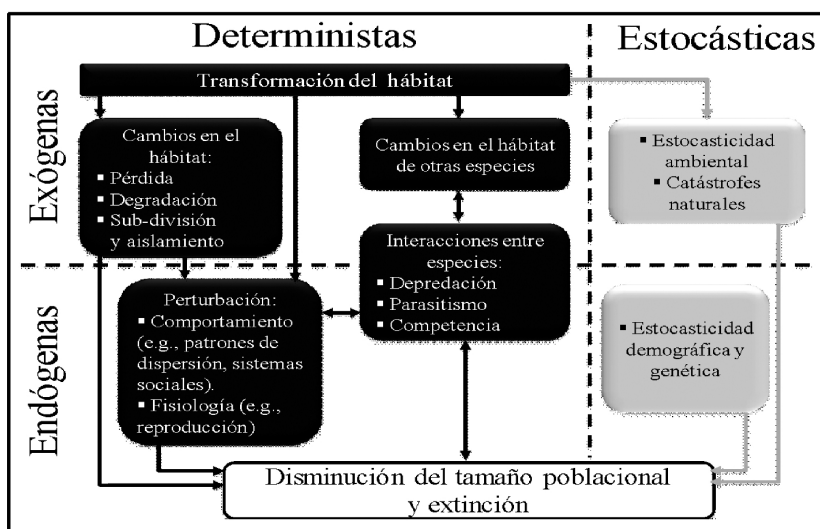


Fig. 1. Esquema conceptual propuesto por Fischer y Lindenmayer (2007) para el análisis de las amenazas para los organismos asociadas a la transformación de su hábitat.

Este esquema tiene como base elementos de la transformación del hábitat natural y como ésta produce cambios en la configuración del hábitat de la especie de interés e inclusive de otras especies, lo que involucra modificaciones en las interacciones entre especies. Estas son identificadas como “amenazas exógenas”, ya que actúan de manera independiente a la biología de los individuos. Por su parte, las “amenazas endógenas” tienen efectos directos sobre el comportamiento y la fisiología, repercutiendo además en las interacciones que los individuos tienen con los demás elementos del entorno. Es por ello que la conjunción de estas amenazas sobre los individuos y las poblaciones puede entonces conducir a una disminución del tamaño poblacional y la extinción de poblaciones. Este tipo de amenazas se consideran deterministas, ya que conducen de manera predecible a la disminución en el tamaño poblacional. Por otra parte, existen otros procesos denominados de

carácter estocástico, es decir, ocurren como resultado de fenómenos azarosos, y se clasifican en a) “amenazas estocásticas exógenas”, que se relacionan con la variación en las condiciones ambientales, como las fluctuaciones en el clima o las catástrofes naturales, como los huracanes o los incendios de origen natural, y b) “amenazas estocásticas endógenas” que son parte de la historia de vida de las especies, e incluyen la estocasticidad demográfica (e.g. variación entre años en el éxito reproductivo de los individuos), y la estocasticidad genética (e.g. deriva genética), teniendo estas amenazas endógenas mucho más impacto en poblaciones pequeñas. Es con base en lo anterior que este esquema permite clasificar las diferentes amenazas a las que se pueden enfrentar los primates silvestres, y por lo tanto, resulta muy útil para orientar investigaciones sobre conservación y manejo de poblaciones silvestres. En 2010 este esquema fue usado para analizar el conocimiento que se tenía en ese momento acerca del impacto de la perturbación ambiental sobre el género *Alouatta*, los monos aulladores (Arroyo-Rodríguez y Dias, 2010). En ese ejercicio fueron notorias varias lagunas en el conocimiento, y se recomendó la realización de un conjunto de investigaciones dirigidas a mejorar nuestro dominio de esta problemática.

En este sentido, en este capítulo presentaremos un nuevo ejercicio de aplicación del esquema de amenazas de Fischer y Lindenmayer (Fischer y Lindenmayer, 2007) a una especie en particular de primates mexicanos silvestres, los monos aulladores negros (*Alouatta pigra*), a fin de ilustrar cómo, desde la investigación científica básica que realizamos en nuestro grupo de trabajo, emerge conocimiento útil para la conservación y manejo de primates silvestres.

Impacto de la perturbación antropogénica sobre los monos aulladores negros

Los monos aulladores negros (*A. pigra*) son una de las dos especies de monos aulladores que viven en México, y tienen una distribución geográfica que incluye Tabasco, Chiapas, la Península de Yucatán, Belice y algunas partes de Guatemala. Es una de las especies de monos aulladores con distribución geográfica más restringida. En la actualidad está en peligro de extinción, principalmente a raíz de la pérdida de su hábitat y la cacería (Marsh et al., 2008).

Campeche es uno de los estados de la república donde viven estos primates. Campeche es un estado con una extensión de 57,924 km², de la cual aproximadamente un 60% corresponde a bosque tropical y aproximadamente un 40% de estos bosques están protegidos. Sin embargo, entre 1978 y

1992 la tasa de deforestación anual en este estado fue de 4.5%, y de 1991 a 2000 Campeche perdió 16% de su cubierta forestal con respecto a 1990. Actualmente, la cubierta forestal ha sido eliminada en un 20% y otro 40% presenta diferentes grados de fragmentación y deterioro. Por lo tanto, aunque este es un estado donde aún existe una extensión considerable de bosque tropical que constituye hábitat potencial para los monos aulladores negros, existe una tendencia clara hacia la transformación y pérdida de ese hábitat.

Cabe destacar que Campeche es el estado con mayor número de avistamientos para esta especie, y en un ejercicio reciente de planeación para la conservación realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Asociación Mexicana de Primatología A.C. (AMP), en el que se definieron áreas prioritarias para la conservación de los primates mexicanos, Campeche fue el estado con mayor área propuesta para su conservación (Tobón et al., 2012).

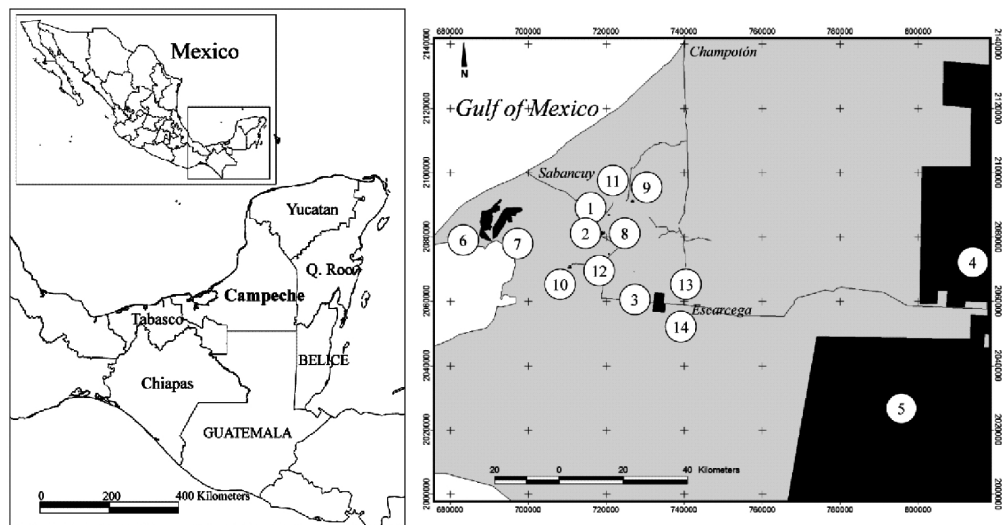


Fig. 2. Nuestro programa de investigación acerca de los efectos de la perturbación antropogénica sobre las poblaciones de monos aulladores negros fue realizado en el estado de Campeche (recuadro a la izquierda). Ahí, estudiamos 14 grupos de estos primates (números dentro de los círculos blancos en la figura a la derecha) que vivían en hábitats con características ecológicas muy variables.

En el año 2005, cuando empezamos un programa de investigación sobre los monos aulladores negros en Campeche, sabíamos que estaríamos trabajando con una especie de primate amenazada en una región de gran importancia dentro de su área de distribución potencial. Asimismo, en ese momento se contaba apenas con un par de esfuerzos de investigación acerca de las poblaciones de monos aulladores de Campeche. A lo largo de los

siguientes ocho años, realizamos un conjunto de actividades de campo dirigidas a generar conocimiento científico básico sobre estos primates. Muestreamos 14 grupos, viviendo en fragmentos de selva muy diversos (Figura 2). Por ejemplo, estudiamos grupos en grandes áreas naturales protegidas, como la Reserva de la Biósfera Calakmul (grupos 4 y 5 en la Figura 2), pero también grupos en pequeños fragmentos de bosque (e.g., grupos 1 y 2 en la Figura 2). Nuestra elección de los grupos a estudiar tuvo como objetivo maximizar el contraste entre diversos atributos de los fragmentos de selva, incluyendo tamaño y grado de presencia humana, entre otros.

A continuación, describiremos cómo las investigaciones efectuadas con estas poblaciones de monos aulladores negros nos permiten conocer mejor cuales son las amenazas a las que se enfrentan. Cabe mencionar que la información presentada aquí está publicada o en revisión en este momento, por lo que omitiremos detalles metodológicos que pueden ser consultados en las fuentes originales.

Amenazas deterministas para la persistencia de los monos aulladores negros en Campeche

Empecemos por el efecto que tiene la perturbación antropogénica sobre los cambios en el hábitat. En este sentido, es importante tener en cuenta dos escalas de medición. La primera es la de diferencias entre fragmentos de selva. Para un mono aullador, hábitat inevitablemente significa un ambiente boscoso. Estos son primates arborícolas, y requieren de árboles para vivir. En esta escala se pueden medir numerosas variables que incluyen la superficie del fragmento, así como aspectos relacionados con la estructura y composición de la vegetación. Pero es importante también tener en cuenta las diferencias entre los paisajes. Cada fragmento corresponde a una porción de un paisaje, y aunque los monos aulladores son primates arborícolas, ante los efectos de la perturbación del hábitat pueden bajar al suelo para moverse entre fragmentos. En esta escala de paisaje se caracterizan el número de fragmentos, conectividad, o cantidad de hábitat (Rangel-Negrín et al., 2014; Dias et al., 2015). Bajo las condiciones de distribución de las selvas en el estado de Campeche algunos paisajes estuvieron compuestos por casi una totalidad de hábitat, mientras que otros por el contrario apenas tuvieron hábitat idóneo para los monos aulladores. Por ejemplo, en paisajes con mayor cantidad de hábitat, los fragmentos tuvieron mayor superficie; los fragmentos mayores tuvieron árboles mayores, lo que representa más comida potencial para los primates; paisajes con más hábitat tuvieron menos fragmentos, o en otras palabras, estuvieron menos fragmentados. Estas son en-

tonces evidencias de pérdida, degradación y sub-división del hábitat causadas por la transformación antropogénica de los paisajes y de los fragmentos.

Avanzando en el esquema, veamos ahora cómo la transformación del hábitat se asocia a cambios en el hábitat de otras especies, lo que se relaciona también con alteraciones en las interacciones entre especies. En este sentido, analizamos la variación en la cantidad de mamíferos observados en cinco fragmentos con características muy variables (Rangel-Negrín et al., 2014). Vimos que tanto a escala de paisaje como a escala de fragmento existió variación en los mamíferos que se pudieron encontrar. Los paisajes más fragmentados tuvieron menos especies de mamíferos en total, así como de herbívoros y omnívoros. En fragmentos más pequeños hubo igualmente menos especies, mostrando además algunos gremios una tendencia a la disminución. Estas son evidencias directas de cómo la transformación del hábitat impacta a diversos grupos de animales (Rangel-Negrín et al., 2014).

Asimismo, encontramos diversas evidencias de que los cambios en el hábitat se asocian a amenazas endógenas de diferente tipo. Por ejemplo, a nivel conductual, observamos que la probabilidad de que los individuos se movieran entre grupos estuvo asociada a la cantidad de hábitat en el paisaje (Dias et al., 2015). Como vimos antes, paisajes con más hábitat están asociados a menor fragmentación y a fragmentos con mayor superficie, por lo que este resultado indica que los individuos se pueden dispersar mejor cuándo la transformación del hábitat es menor, ya sea dentro de fragmentos con mayor superficie, o entre fragmentos en paisajes menos fragmentados. A otro nivel de perturbación endógena, encontramos cambios en la reproducción. Por un lado, la supervivencia de las crías estuvo asociada a la calidad de la vegetación, sobreviviendo más crías donde la vegetación estaba más conservada (Dias et al., 2015). Por otra parte, encontramos una interacción interesante entre la inversión maternal, la determinación del sexo de las crías, la calidad de los fragmentos y la supervivencia de las crías. Como se comentó, la calidad de la vegetación de los fragmentos está asociada a la supervivencia de las crías, de tal manera que en los fragmentos de mayor calidad las crías sobreviven más. La supervivencia de las crías está asociada a la probabilidad de que una hembra esté lactando al momento de una nueva concepción; cuándo la cría sobrevive, la lactancia dura más, y es más probable por lo tanto que la hembra esté lactando cuando concibe. Cuándo es así, normalmente su siguiente cría es una hembra. Cuándo no es así, normalmente su siguiente cría es un macho (Dias et al., 2017). Entonces, estamos asistiendo a una influencia indirecta de la calidad del hábitat sobre la determinación del

sexo de las crías. Por otra parte, hemos reportado antes que la mortalidad de las crías macho es muy alta [alrededor del 50% (Dias et al., 2015)]. De este modo, esta interacción conduce entonces a la interrogante de qué pasará a largo plazo con el recambio de individuos en poblaciones que viven en los fragmentos de baja calidad.

Aún en el ámbito de las amenazas endógenas, hemos documentado cambios fisiológicos en los monos aulladores negros en función de características de su hábitat. En particular, a través de la medición de glucocorticoides fecales, encontramos evidencia de que los individuos están menos estresados cuando viven en Áreas Naturales Protegidas (Rangel-Negrín et al., 2014). Este es un resultado que destaca la importancia de proteger el hábitat de estos primates.

Amenazas estocásticas para la persistencia de los monos aulladores negros en Campeche

Por otra parte, analizamos del efecto de amenazas estocásticas, en particular de la estocasticidad ambiental y de las catástrofes naturales, sobre las poblaciones de monos aulladores negros. Primero, se ha reportado que los huracanes impactan negativamente a las poblaciones de esta especie en Belice (Pavelka et al., 2007), por lo que es relevante analizar su efecto potencial sobre las poblaciones de monos aulladores negros de Campeche. Segundo, quisimos modelar el efecto de la perturbación antropogénica, un tipo de estocasticidad ambiental que enfrentan los monos aulladores negros. Para esto, realizamos un Análisis de Viabilidad Poblacional, que representa un ejercicio de modelaje demográfico que intenta predecir la probabilidad de persistencia de una población en el futuro. Para este modelaje, usamos los datos que colectamos a lo largo de siete años de monitoreo demográfico (2006-2012), así como datos de la literatura acerca de la frecuencia e intensidad de los huracanes en Campeche, y calculamos el riesgo de extinción para nuestras poblaciones (Dias et al., 2015). En la Figura 3 mostramos un ejemplo del tipo de resultados que obtuvimos, aquí resumidos por calidad del hábitat.

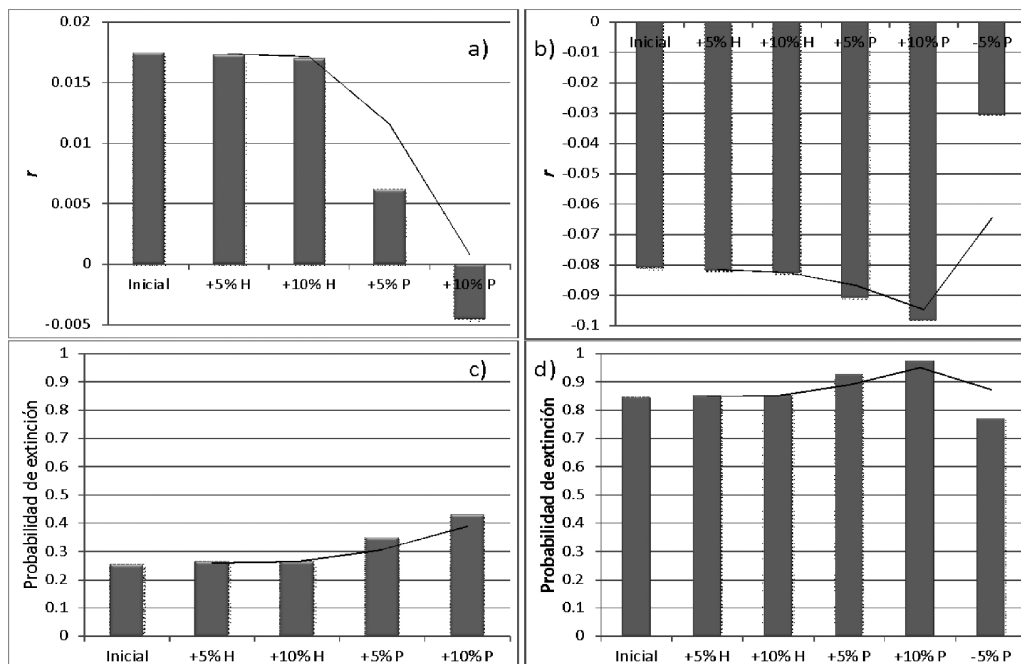


Fig. 3. Resultados del Análisis de Viabilidad Poblacional modelado para las poblaciones de monos aulladores negros en Campeche. Se muestran los resultados para hábitat de baja y alta calidad para dos parámetros poblacionales: crecimiento poblacional (a y b) y probabilidades de extinción (c y d).

En hábitat de alta calidad, un aumento en la frecuencia de huracanes no tendrá un efecto importante sobre la tasa de crecimiento poblacional (r), mientras que la perturbación antropogénica sí. Se puede apreciar como el crecimiento poblacional se vuelve negativo con un 10% de aumento en la perturbación (Figura 3a). En el caso de hábitat de baja calidad, de igual manera la variación en la frecuencia de huracanes tiene un efecto marginal, mientras que el aumento en la perturbación ambiental provoca disminución en crecimiento poblacional (Figura 3b). Cuando modelamos un escenario que de manera hipotética elimina la perturbación antropogénica, vemos como el crecimiento poblacional aumenta considerablemente, aunque de todas maneras sigue siendo negativo, indicando que para estas poblaciones las amenazas deterministas son suficientes para predecir crecimiento negativo. En el caso de las probabilidades de extinción, vemos que estas apenas varían con cambios en huracanes en ambos tipos de hábitat, pero aumentan en función de aumentos en la perturbación ambiental (Figura 3c y d).

Conclusiones y reflexiones

Con esta información terminamos el análisis de las amenazas a las que se enfrentan los monos aulladores negros en el estado de Campeche de acuerdo

al esquema de Fischer y Lindenmayer (Fischer y Lindenmayer, 2007). Consideramos que este análisis es suficiente para defender el argumento de que las amenazas a las que se enfrentan los monos aulladores negros en Campeche están conduciendo actualmente a la disminución del tamaño poblacional y aumento de la probabilidad de extinción de las poblaciones. Para concluir, nos gustaría enfatizar algunos aspectos importantes que emergen de este análisis.

En primer lugar, nuestras investigaciones indican que la perturbación antropogénica es una amenaza notable para la persistencia de los monos aulladores negros en Campeche. La perturbación antropogénica genera amenazas endógenas y exógenas para los primates, lo que podrá comprometer negativamente su supervivencia. Nuestra investigación nos permitió documentar evidencia directa de extinciones locales (el fragmento de uno de los grupos de estudio fue talado, conduciendo a la desaparición de esa población), y de manera indirecta, el Análisis de Viabilidad Poblacional predice que ocho de las 11 poblaciones estudiadas se extinguirán en los próximos 100 años. Las tres poblaciones que probablemente no se extinguirán tienen en común que viven en fragmentos con una superficie superior a 800 ha, un tamaño poblacional mayor a 100 individuos y son áreas protegidas. Esta información es importante para reflexionar acerca de la inversión de recursos en la conservación, porque sabemos que estos son sumamente limitados. Desde nuestra óptica, pensamos que es importante dirigirlos a acciones que pueden impactar sobre las amenazas que tienen un efecto negativo demostrado sobre los primates, así como dirigirlos hacia aquellos fragmentos y poblaciones con mayor probabilidad de persistencia en el futuro (i.e., aquellos que no se extinguirán con base en el Análisis de Viabilidad Poblacional). Finalmente, nunca hay que perder de vista que, aunque nos concentremos en el estudio de una especie en particular, como en el presente ejercicio, lo que necesitamos conservar son procesos ecológicos, y esos en la actualidad siguen estando bien representados en fragmentos con gran superficie.

Agradecimientos

Más de 50 personas estuvieron involucradas en las actividades de campo que condujeron a los resultados que sintetizamos en este capítulo. A todas ellas nuestro agradecimiento. Agradecemos igualmente a personas e instituciones que autorizaron y facilitaron nuestro trabajo, entre las que destacamos: Comisarios Ejidales de Abelardo Domínguez, Calax, Chekubul, Conhuas, Nvo. Ontario, Plan de Ayala; Candelario Hernández Perera, Igor, Carmén Gómez y Ricardo Valencia; Ayuntamiento de Calakmul; Ing. A.

Sánchez Martínez, El Tormento, INIFAP; Lic. C. Vidal y Lic. L. Álvarez, INAH Campeche; Biól. F. Durand Siller, Reserva de la Biósfera Calakmul, CONANP; Ing. V. Olvera, El Álamo. Asimismo agradecemos al Dr. Francisco García Orduña la invitación a preparar este capítulo; y a un árbitro anónimo por la revisión detallada del manuscrito. Pedro Dias y Ariadna Rangel agradecen a Mariana y Fernando por ser una fuente constante de inspiración para estudiar el comportamiento de los primates.

Referencias

1. Arroyo-Rodríguez V., & Dias P.A.D. 2010. Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *American Journal of Primatology* 72:1–16.
2. Berger-Tal O, Polak T, Oron A, Lubin Y, Kotler B.P., & Saltz D. 2011. Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology* 22:236–239.
3. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky A.D, García A, Pringle RM, & Palmer T.M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1:e1400253
4. Cowlshaw G, & Dunbar R.I.M. 2000. *Primate Conservation Biology*. The University of Chicago Press, Chicago (Estados Unidos de Norte América).
5. Dias P.A.D., Rangel-Negrín A., & Canales-Espinosa D. 2011. *La Conservación de los Primates en México*. Colección la Ciencia en Veracruz, Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología, Xalapa (México).
6. Dias P.A.D., Coyohua-Fuentes A., Canales-Espinosa D., & Rangel-Negrín A. 2015. Group structure and dynamics in black howler monkeys: a 7-year perspective. *International Journal of Primatology* 36:311–331.
7. Dias P.A.D, Coyohua-Fuentes A, Canales-Espinosa D., & Rangel-Negrín A. 2015. The influence of stochastic events on the extinction risk of black howler monkey (*Alouatta pigra*) populations in Campeche, Mexico. *Neotropical Primates* 22:69–80.
8. Dias PAD., Coyohua-Fuentes A., Canales-Espinosa D., & Rangel-Negrín A. 2017. Maternal condition determines infant sex in black howler monkeys (*Alouatta pigra*). En Urbani B, Kowalewski, M, Teixeira da Cunha RG, Torre S, Cortés-Ortiz L, eds. *La Primatología en Latinoamérica 2*. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (Venezuela).
9. Fischer J., & Lindenmayer D.B. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16:265–280.
10. Marsh L.K., Cuarón A.D., Cortés-Ortiz L., Shedden A., Rodríguez-Luna E., & de Grammont PC. 2008. *Alouatta pigra*. IUCN 2015 Red List of Threatened Species. Versión 2015.2. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> (Consultado a 24 de Agosto de 2015).
11. Pavelka M.S.M., McGoogan K.C., & Steffens T.S. 2007. Population size and characteristics of *Alouatta pigra* before and after a major hurricane. *International Journal of Primatology* 28:919–929.
12. Rangel-Negrín A., Coyohua-Fuentes A., Canales-Espinosa D., & Dias P.A.D. 2014. Mammal assemblages in forest fragments and landscapes occupied by black howler monkeys. *Primates* 55:345–352.
13. Rangel-Negrín A., Coyohua-Fuentes A, Chavira R, Canales-Espinosa D., & Dias P.A.D. 2014. Primates living outside protected habitats are more stressed: the case of black howler monkeys in the Yucatán Peninsula. *PLoS ONE* 9(11): e112329.

14. Tobón W., Urquiza T., Ramos-Fernández G., Calixto E., Alarcón J., Kolb M., & Koleff P. 2012. Prioridades para la conservación de los primates en México. CONABIO-AMP-CONANP.
15. Wesneat D, & Fox C.W. 2010. Evolutionary Behavioral Ecology. Oxford University Press, Oxford (Reino Unido).