



Biogeografía

Densidad poblacional del tapir centroamericano (*Tapirella bairdii*) en bosque mesófilo de montaña en Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, México

Population density of Central American tapir (Tapirella bairdii) in cloud forest in Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, Mexico

Francisco Botello^{a,b}, Ana G. Romero-Calderón^{a,*}, Jhovani Sánchez-Hernández^a, Omar Hernández^a, Gerónimo López-Villegas^a y Víctor Sánchez-Cordero^b

^a Departamento de Monitoreo Biológico y Planeación de Conservación, Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., Calle Nueve Núm. 52 Int. 4, Colonia Espartaco, Delegación Coyoacán, 04870, Ciudad de México, México

^b Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-153, 04510, Ciudad de México, México

Recibido el 21 de marzo de 2016; aceptado el 15 de junio de 2017

Disponible en Internet el 14 de noviembre de 2017

Resumen

El tapir centroamericano (*Tapirella bairdii*) es el mamífero más grande del Neotrópico, y se considera como una especie indicadora de la calidad de hábitat en los bosques tropicales. Recientemente, se documentó la presencia, por primera vez, de una población residente de *T. bairdii* en la Sierra Mixe, Oaxaca. Aquí se estimó la densidad poblacional del tapir centroamericano en esta localidad usando el método de captura-recaptura por fototrampeo, y con 5 observadores independientes. Se estimaron 6 individuos del tapir centroamericano en un área de 18.75 km² y una densidad de 0.32 ind/km², que es una de las más elevadas reportadas para la familia Tapiridae. Estos resultados ubican a Totontepec como una zona de relevancia para la conservación de la especie.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Fototrapas; Captura-recaptura; Conservación; Sierra Madre de Oaxaca

Abstract

The Central American tapir (*Tapirella bairdii*) is the largest mammal in the Neotropics, and it is considered as an indicator species of habitat quality in tropical forests. The presence of a population of *T. bairdii* has been recently reported for the Sierra Mixe in the State of Oaxaca. Here we estimated the population density of the Central American tapir at this site using capture-recapture methods with camera traps and 5 independent observers. Six individuals were detected in an area of 18.75 km², and a population density of 0.32 ind/km² was estimated for this site. This is one of the highest population densities reported for the genus, highlighting Totontepec as an important area for the conservation of the species.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords: Photo-traps; Capture-recapture; Conservation; Sierra Madre of Oaxaca

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: anaromero@conbiodes.com (A.G. Romero-Calderón).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

El tapir centroamericano (*Tapirella bairdii*) es el mamífero más grande del Neotrópico, y se le considera una especie indicadora del estado de conservación de los bosques tropicales donde habita (Botello, Sánchez-Hernández, Hernández, Reyes-Chávez y Sánchez-Cordero, 2014). Está catalogado como especie en peligro de extinción en la NOM-ECOL-059-2010 (Semarnat, 2010) y en la categoría de amenazada en la IUCN Lista Roja de Especies Amenazadas (García et al., 2016). Las amenazas a las poblaciones son diversas, incluyendo la cacería, los incendios forestales, las sequías, las inundaciones y los huracanes. Sin embargo, la deforestación y fragmentación son las principales causas que ponen en peligro a las poblaciones de tapir (March y Naranjo, 2005; Naranjo, Amador-Alcalá, Falconi-Briones y Reyna-Hurtado, 2015).

Los aspectos ecológicos y los principales indicadores poblacionales de *T. bairdii* en México son poco conocidos, siendo el estado de Chiapas el que cuenta con mayor información al respecto (Naranjo, Amador, Falconi y Reyna, 2013; Naranjo y Bodmer, 2002). De acuerdo con los últimos trabajos sobre la distribución del tapir, la especie está restringida a algunas áreas protegidas del sureste del país en los estados de Chiapas, Campeche y Quintana Roo, aunque también se ha observado en los estados de Veracruz y Oaxaca, y se ha sugerido su extirpación de los estados de Yucatán y Tabasco (Lira, Naranjo, Hilliar, Camacho y de Villa, 2006; March y Naranjo, 2005; Naranjo, 2009). Sin embargo, recientemente se documentó la presencia

de una población residente en la región Mixe, confirmando la ampliación de la distribución actual de la especie para la sierra Madre de Oaxaca (Botello et al., 2014). El presente estudio tuvo como objetivo estimar la densidad poblacional de la especie en Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, con la finalidad de iniciar la generación de información indispensable para proponer estrategias de conservación de *T. bairdii* en la sierra Mixe.

Materiales y métodos

Totontepec Villa de Morelos es un núcleo agrario homónimo al municipio en donde se encuentra. Está ubicado en la porción Este de la sierra Mixe (17°15' N, 96°02' O; 1,840 m snm) y forma parte de la región sierra Norte, dentro de la sierra Madre de Oaxaca (fig. 1). En el municipio la vegetación es predominantemente secundaria arbustiva de BMM (107.92 km²), seguida de vegetación secundaria arbórea de BMM (66.64 km²) y bosque mesófilo de montaña (BMM; 51.64 km²); en menor área está representada por bosque de pino-encino (13.02 km²), bosque de encino (12.11 km²), vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino (4.55 km²), vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino (0.02 km²) y pastizal inducido (2,227.17 m²) (Inegi, 2013).

Puesto que no existe ningún estudio de ámbito hogareño del tapir para la sierra Madre de Oaxaca que permitiera definir un diseño de muestreo específico para la región, se tomaron como referencia los registros de Botello et al. (2014), para establecer el sitio de estudio dentro del núcleo agrario de Totontepec Villa

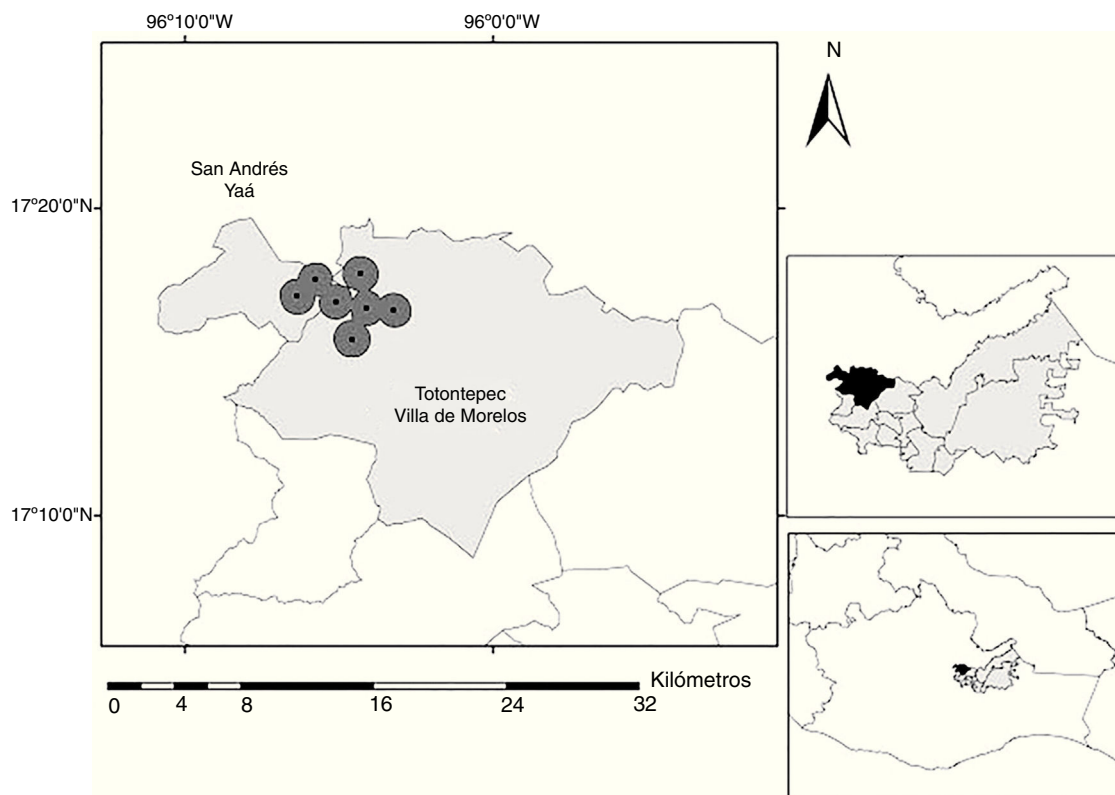


Figura 1. Área de estudio y estaciones de fototrampeo con buffer (área efectiva de muestreo).

de Morelos. Se definió una rejilla de aproximadamente 24 km² con tamaño de celda de 30 segundos (equivalentes a $\cong 1$ km²). Posteriormente, con la colaboración de un comité de monitoreo participativo (Botello et al., 2013, 2014), se seleccionaron de manera aleatoria 8 cuadrantes con vegetación natural remanente dentro de la rejilla.

En cada uno de los cuadrantes seleccionados se colocó una fototrampa Ltl Acorn de 12 megapíxeles, considerando el criterio de que la distancia mínima entre estaciones sería el ámbito hogareño de *T. bairdii* en zonas con relieve parecido al del presente estudio que va de 1.2–1.4 km² en promedio (Foerster y Vaughan, 2002; Noss et al., 2003). Las fototruampas fueron configuradas para estar activas de manera continua, desde diciembre de 2013 hasta noviembre de 2014. En virtud de que los análisis sobre abundancia poblacional del tapir requieren del supuesto de una población cerrada, estos fueron efectuados con base en los datos obtenidos del 15 de diciembre de 2013 al 28 de febrero de 2014; en este periodo se obtuvo el mayor número de registros, respecto a otros periodos similares consecutivos. Los registros se definieron como independientes mediante ciclos de 24 h de acuerdo con Foster y Harmsen (2012). De las 8 fototruampas, 7 cumplieron con el criterio de estar alejadas por más de 1.4 km entre sí (valor promedio superior del ámbito hogareño utilizado), por lo que solo se consideraron los registros obtenidos con esas fototruampas para el análisis.

La estimación de la abundancia poblacional mediante el método de captura-recaptura con fototrampeo se ha utilizado en diversas especies, particularmente con el jaguar (Silver et al., 2004). Sin embargo, los trabajos que incluyen este tipo de análisis con tapir son escasos, debido probablemente a la dificultad de distinguir entre individuos por la falta de algún patrón natural distintivo que facilite su identificación. No obstante, se han realizado análisis de abundancia y densidad en especies sin patrones individuales, como el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), puma (*Puma concolor*), goral de cola larga (*Naemorhedus caudatus*), elefante asiático (*Elephas maximus*) y tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) (Espinosa-Lucas, 2016; Goswami, Madhusudan y Karanth, 2007; Lara-Díaz, Coronel-Arellano, González-Bernal, Gutiérrez-González y López-González, 2011; Sosa-Nishizaki, Morales-Bojórquez, Nasby-Lucas, Oñate-González y Domeier, 2012; Trolle, Noss, Lima y Dalponte, 2006; Zaumyslova y Bondarchuk, 2015). También se han realizado con otras especies de tapir (*Acrocodia indica*, *Tapirus terrestris*, y *Tapirus pinchaque*), en donde la fotoidentificación individual mediante pequeñas marcas como cicatrices, coloración, y tamaño, entre otras características, han permitido realizar análisis con los cuales se ha reportado su abundancia (González-Maya, Schipper, Polidoro, Hoepker, Zárrate-Charry y Belant, 2012; Noss et al., 2003; Oliveira-Santos, Zucco, Antunes y Crawshaw, 2010; Rayan et al., 2012; Trolle, Noss, Passos-Cordeiro y Oliveira, 2008). De manera adicional para poder distinguir estas marcas con mayor certeza sería ideal contar con estaciones dobles de fototrampeo, como se realiza con el jaguar (Chávez, de la Torre, Bárcenas, Medellín, Zarza y Ceballos, 2013).

La identificación individual se realizó seleccionando los registros fotográficos no borrosos, con el individuo completo o parte del individuo. Las fotografías resultantes fueron analizadas buscándose características distintivas que fueran visibles, como cicatrices, marcas en la cara, costados u orejas, además de la condición corporal y la fecha y hora (González-Maya et al., 2012; Noss et al., 2003; Silver et al., 2004; Trolle et al., 2008) (fig. 2A–D). Debido a la dificultad que representa la identificación individual, y a la incertidumbre en la identificación de individuos que podría representar la colocación de una sola fototrampa por estación, se realizó un análisis ciego mediante la participación de 5 observadores independientes y que no mantuvieron ninguna comunicación respecto a la identificación de individuos (González-Maya et al., 2012; Lara-Díaz et al., 2011). Cada uno de los observadores realizó una matriz con las historias de captura-recaptura del periodo de tiempo seleccionado, para asegurar el cumplimiento de los supuestos generales de los modelos de población cerrada (Otis, Burnham, White y Anderson, 1978; Rayan et al., 2012), y con eventos cuyo intervalo fue de 10 días (eventos de captura). El intervalo fue definido después de hacer pruebas de diferentes intervalos de muestreo obteniendo la probabilidad de captura máxima, como lo indican González-Maya et al. (2012). El análisis probabilístico se realizó con el programa CAPTURE.

Para obtener la densidad poblacional es común utilizar el ámbito hogareño conocido para la especie o en su caso su distancia máxima de movimiento. Esta información para el tapir es muy limitada; recientemente se reportó para Calakmul un ámbito hogareño máximo de 39.9 km² para un individuo que fue monitoreado durante 4 años (Reyna-Hurtado, Sanvicente-López, Pérez-Flores, Carrillo-Reyna y Calmé, 2016). Esta información es el extremo más elevado para ámbito hogareño de la especie y fue obtenida en una zona seca; los autores mencionan que el individuo se mueve a través de esta área probablemente debido a la búsqueda de agua, como sucede con los pecaríes de labios blancos en esa zona. Por el contrario, nuestro sitio de estudio estuvo localizado en bosque mesófilo de montaña con alta disponibilidad de agua y con topografía abrupta, condiciones que podrían favorecer menor ámbito hogareño de los individuos que ahí habitan. En este sentido hay 2 estudios que reportan un ámbito comprendido entre 1.2 y 1.4 km², uno de ellos particularmente para una zona con topografía de relieves accidentados (Foerster y Vaughan, 2002; Noss et al., 2003). Considerando lo anterior seguimos la recomendación de Maffei y Noss (2008), quienes sugieren definir el área efectiva de muestreo utilizando para ello el valor de la distancia máxima de movimiento. Se utilizó el valor del promedio de la distancia máxima de movimiento reportado mediante fototrampeo en tipos de hábitat similares (Soisalo y Cavalcanti, 2006), que es de 1.03 en una zona de estudio con bosque húmedo tropical en el que se enmarca al bosque enano nublado y de 1.04 km en bosque húmedo de montaña con superficie rodeada de pendientes y terreno accidentado (González-Maya et al., 2012; Mejía-Correa, Díaz-Martínez y Molina, 2014). Basándonos en esta información se construyó un buffer de 1 km alrededor de cada estación de fototrampeo, resultando un área efectiva de muestreo (Maffei y Noss, 2008).



Figura 2. Identificación individual mediante características corporales y cicatriz; captura-recaptura de *Tapirella bairdii*; A) y C) corresponden a un mismo individuo, nótese tamaño, tonalidad y la notoria cresta frontal; B) y D) corresponden a un segundo individuo, nótese su tonalidad y la cicatriz en costado izquierdo.

de 18.75 km². Consecuentemente, los datos probabilísticos obtenidos mediante CAPTURE se relacionaron con el área efectiva de muestreo para determinar la densidad poblacional (fig. 1).

Resultados

El esfuerzo de captura acumulado durante el periodo de estudio utilizado para definir la densidad poblacional del tapir (diciembre de 2013 a febrero de 2014) fue de 592 días/trampa, con lo cual se obtuvieron 162 registros fotográficos, de los cuales 43 se consideraron como registros independientes. Los observadores identificaron 10, 7, 14, 6 y 7 individuos, respectivamente, con una media de 9 y un error estándar (EE) de 3.27. Con la intención de disminuir la incertidumbre, se hicieron los análisis para estimar la abundancia eliminando los datos del observador más alejado de la moda; es decir, no se consideraron los datos aportados por el observador que identificó 14 individuos (con respecto a la moda de 7 individuos) (Díaz, 2002). Una vez realizado esto, la media fue de 7.5 con un error estándar de 1.3.

Con las matrices de los 4 observadores restantes, se realizaron los análisis estadísticos con el programa CAPTURE. Se obtuvo que el modelo de heterogeneidad ($M_h = 1.00$) fue el más parsimonioso. El promedio del número de animales capturados $M(t+1)$ fue 5.5, mientras que el promedio de probabilidad de captura por ocasión de muestreo ($p\text{-hat}$) fue de 0.17. El promedio estimado de tamaño de población (N) correspondió a 6.3, y el promedio del error estándar fue 2.4. Por último, el porcentaje promedio de la probabilidad de capturar un tapir en el área de muestreo (M_{t+1}/N) fue del 90% (tabla 1). Con base en la información anterior y su relación con el área efectiva de muestreo

Tabla 1

Estimación de la abundancia poblacional del tapir centroamericano, *Tapirella bairdii*, en Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, México.

Observador	Individuos identificados	$M(t+1)$	$p\text{-hat}$	N	EE	(M_{t+1}/N)
1	10	6	0.17	6	2.34	100%
2	7	6	0.14	8	3.28	75%
3	6	5	0.18	5	2.44	100%
4	7	5	0.19	6	1.39	83%
5 ^a	14	9	0.05	21	7.43	43%
Promedio	8	5.5	0.17	6.3	2.4	90%

^a El observador se excluyó del análisis debido a que se alejaba demasiado de la moda y tenía un elevado error estándar.

calculada en 18.75 km², la densidad poblacional resultante en BMM de Totontepec Villa de Morelos fue de 0.32 ind/km².

Discusión

Este estudio de densidad poblacional utilizó la técnica de captura-recaptura por fototrampeo que, anteriormente, solo había sido empleada para *T. bairdii* por González-Maya et al. (2012) en Costa Rica y por Mejía-Correa et al. (2014) en Colombia. Estos análisis pueden presentar problemas relacionados con la existencia de fotos borrosas, ausencia de marcas visibles con las que sea posible distinguir entre individuos distintos, y el efecto de la luz y sombra en las fotografías, que dificultan la comparación entre individuos, lo cual también se ha discutido para el caso del tapir brasileño (*T. terrestris*) y el tapir malayo (*A. indica*) (González-Maya et al., 2012; Noss et al., 2003; Rayan et al., 2012). Sin embargo, la metodología es cada vez más

utilizada para especies que, como el tapir, no cuentan con patrones distintivos de pelaje para cada individuo (Espinosa-Lucas, 2016; Goswami et al., 2007; Lara-Díaz et al., 2011; Oliveira-Santos et al., 2010; Sosa-Nishizaki et al., 2012; Zaumyslova y Bondarchuk, 2015). Consideramos que este método combinado con otras técnicas podría aumentar su eficiencia y disminuir la incertidumbre, por ejemplo mediante la captura, marcaje y liberación de individuos que permitan hacer un seguimiento más fiable de los mismos y, como lo sugieren Karanth, Kumar, Goswami, Nichols y Hedges (2012), con el uso de otros análisis que brinden una mayor certidumbre sobre los resultados, como estudios de captura-recaptura con ADN. De acuerdo con nuestros resultados, es importante también considerar la experiencia de los observadores, ya que el observador menos experimentado registró 14 individuos, lo que sugiere que no se identificaron correctamente los individuos.

De acuerdo con Maffei y Noss (2008), para evitar la sobrestimación de la abundancia poblacional y por lo tanto de la densidad, el área efectiva de muestreo debe representar al menos 4 veces el promedio del ámbito hogareño estimado para la especie, con estudios de radiotelemetría con duración de al menos un año, u 8 veces para estudios de radiotelemetría con temporalidad de 2-3 meses. Nuestro análisis cumple con este supuesto; tomando en cuenta un ámbito hogareño promedio de 1.2 a 1.4 km² nuestra área de muestreo es de 13 a 15 veces mayor. Con esta información los análisis realizados consideran una densidad superior a la reportada para Chiapas, en donde se han estimado valores de 0.07 ind/km² (Lira-Torres, Piñera, Andrade y Aldán, 2004), 0.12 ind/km² (Carbajal-Borges, Godínez-Gómez y Mendoza, 2014) y poco menor de 0.2 ind/km² (Bolaños y Naranjo, 2001).

Los datos anteriores sobre densidad pueden ser comparables, pero debe considerarse que existen diferencias en la técnica de muestreo para la estimación de la densidad poblacional. Por ejemplo, Lira-Torres et al. (2004) emplearon el conteo de huellas, excretas y observaciones directas del tapir en senderos abiertos y cerrados al ecoturismo dentro de una Reserva de la Biosfera. Bolaños y Naranjo (2001) reportaron la estimación de la densidad poblacional mediante transectos lineales, con observaciones directas e indirectas de tapir; en tanto, Carbajal-Borges et al. (2014) estimaron la densidad mediante el modelo de encuentros aleatorios, cuyos supuestos no son equivalentes a los utilizados en nuestro estudio. Respecto a otros estudios para la especie, en Costa Rica, González-Maya et al. (2012) reportaron una densidad de 2.79 ind/km², en un área efectiva de muestreo de 7.16 km². Para otras especies de tapir, tanto Noss et al. (2003) como Rayan et al. (2012) reportaron densidades más bajas en áreas efectivas de muestreo mayores que las de este estudio, que variaron de 0.20 a 0.29 ind/km², y de 0.07 a 0.1 ind/km², respectivamente. Cabe mencionar que estas diferencias pueden estar en función del método utilizado para realizar los cálculos, o de factores relacionados como la selección del tamaño del área efectiva de muestreo, o, por otro lado, pueden deberse a características naturales del área de estudio como la topografía y el tipo de vegetación.

Considerando lo anterior, este trabajo pone en evidencia que el núcleo agrario de Totontepec Villa de Morelos es una zona

sumamente importante para la conservación de la especie y se brinda información que puede contribuir para desarrollar acciones de manejo del tapir a nivel local.

Agradecimientos

Se agradece a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio; Proyecto LE005), a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp; PROCER/DRFSIPS/04/2014; PROCER/RFSIPS/24/2015; PROCER/CCER/RFSIPS/15/2016), y al Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca-Corredor Biológico Oaxaca (IEEDS-CBO; CBO/CONV2014/02; CBO/CONTPSTP/03/2015) por su apoyo; al comité de monitoreo participativo, a las autoridades comunales y a la asamblea del núcleo agrario de Totontepec Villa de Morelos, por su colaboración, activa participación y disposición para realizar el presente trabajo. También agradecemos la valiosa colaboración de los observadores que hicieron posible el presente análisis y a 2 revisores que brindaron recomendaciones valiosas para la presente publicación.

Referencias

- Bolaños, J. E. y Naranjo, E. (2001). Abundancia densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5, 45–57.
- Botello, F., Villaseñor, E., Guevara, L., Méndez, A., Cortez, A., Iglesias, J., et al. (2013). Registros notables del zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 713–717.
- Botello, F., Sánchez-Hernández, J., Hernández, O., Reyes-Chávez, D. y Sánchez-Cordero, V. (2014). Registros notables del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en la sierra Mixe, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 995–999.
- Carbajal-Borges, J. P., Godínez-Gómez, O. y Mendoza, E. (2014). Density, abundance and activity patterns of the endangered *Tapirus bairdii* in one of its last strongholds in southern Mexico. *Tropical Conservation Science*, 7, 100–114.
- Chávez, C., de la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H. y Ceballos, G. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso*. México, D.F.: Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Díaz, A. C. (2002). *Fundamentos de química analítica. Equilibrio iónico y análisis químico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Espinosa-Lucas D.A. (2016). *Distribución local y estado de conservación del puma (Puma concolor) en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Tesis de maestría)*. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Foerster, C. R. y Vaughan, C. (2002). Home range, habitat use, and activity of Baird's tapir in Costa Rica. *Biotropica*, 34, 423–437.
- Foster, R. J. y Harmsen, B. J. (2012). A critique of density estimation from camera-trap data. *The Journal of Wildlife Management*, 76, 224–236.
- García, M., Jordan, C., O'Farril, G., Poot, C., Meyer, N., Estrada, N., et al. (2016). *Tapirus bairdii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T21471A45173340 [consultado 31 Oct 2016]. Disponible en: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T21471A45173340>
- González-Maya, J. F., Schipper, J., Polidoro, B., Hoepker, A., Zárrate-Charry, D. y Belant, J. L. (2012). Baird's tapir density in high elevation forests of the Talamanca region of Costa Rica. *Integrative Zoology*, 7, 381–388.
- Goswami, V. R., Madhusudan, M. D. y Karanth, K. U. (2007). Application of photographic capture-recapture modelling to estimate demographic parameters for male Asian elephants. *Animal Conservation*, 10, 391–399.

- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V [consultado 19 Dic 2016]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usuarios/>
- Karanth, K. U., Kumar, N. S., Goswami, V. R., Nichols, J. D. y Hedges, S. (2012). Estimating abundance and other demographic parameters in elephant populations using capture-recapture sampling: field practices. En S. Hedges (Ed.), *Monitoring elephant populations and assessing threats: a manual for researchers, managers and conservationists* (pp. 112–135). India: Universities Press.
- Lara-Díaz, N. E., Coronel-Arellano, H., González-Bernal, A., Gutiérrez-González, C. y López-González, C. A. (2011). Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en sierra de San Luis, Sonora, México. *Therya*, 2, 125–137.
- Lira-Torres, I., Piñera, E. J., Andrade, N. y Aldán, E. C. (2004). Ecología de *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae) en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Polígono I), Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20, 1–21.
- Lira, T. I., Naranjo, E., Hilliar, D., Camacho, E. M. y de Villa, A. (2006). Status and conservation of Baird's Tapir in Oaxaca, México. *Tapir Conservation*, 15, 21–28.
- March, I. y Naranjo, E. (2005). *Tapirus bairdii* (Gill, 1885). En G. Ceballos y G. Oliva (Eds.), *Los mamíferos silvestres de México* (pp. 496–497). México, D.F.: Conabio, Fondo de Cultura Económica.
- Maffei, L. y Noss, A. J. (2008). How small is too small? Camera trap survey areas and density estimates for ocelots in the Bolivian Chaco. *Biotropica*, 40, 71–75.
- Mejía-Correa, S., Díaz-Martínez, A. y Molina, R. (2014). Densidad y hábitos alimentarios de la danta *Tapirus bairdii* en el Parque Nacional Natural Los Katios, Colombia. *Tapir Conservation*, 23, 16–23.
- Naranjo, E. J. y Bodmer, R. E. (2002). Population ecology and conservation of Baird's tapir (*Tapirus bairdii*) in the Lacandon Forest, Mexico. *Tapir Conservation*, 11, 25–33.
- Naranjo, E. (2009). Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2, 140–158.
- Naranjo, E., Amador, S.A., Falconi F.F.A. y Reyna, R.A. (2013). *Conocimiento integral del tapir (Tapirus bairdii) y el pecarí de labios blancos (Tayassu pecari) en México*. Informe final SNIB-Conabio proyecto No. HK014. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad San Cristóbal de las Casas [consultado 05 Nov 2015]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfHK014.pdf>
- Naranjo, E., Amador-Alcalá, S. A., Falconi-Briones, F. A. y Reyna-Hurtado, R. (2015). Distribución, abundancia y amenazas a las poblaciones de tapir (*Tapirus bairdii*) y pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en México. *Therya*, 6, 227–249.
- Noss, A. J., Cuéllar, R. L., Barrientos, J., Maffei, L., Cuéllar, E., Arizpe, R., et al. (2003). A camera trapping and radio telemetry study of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in Bolivian dry forests. *Tapir Conservation*, 12, 24–32.
- Oliveira-Santos, L. G. R., Zucco, C. A., Antunes, P. C. y Crawshaw, P. G. (2010). Is it possible to individually identify mammals with no natural markings using camera-traps? A controlled case-study with lowland tapirs. *Mammalian Biology*, 75, 375–378.
- Otis, D., Burnham, K., White, G. y Anderson, D. (1978). Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs*, 62, 3–135.
- Rayan, D. M., Mohamad, S. W., Dorward, L., Aziz, S. A., Clements, G. R., Christopher, W. C., et al. (2012). Estimating the population density of the Asian tapir (*Tapirus indicus*) in a selectively logged forest in Peninsular Malaysia. *Integrative Zoology*, 7, 373–380.
- Reyna-Hurtado, R., Sanvicente-López, M., Pérez-Flores, J., Carrillo-Reyna, N. y Calmé, S. (2016). Insights into the multiannual home range of a Baird's tapir (*Tapirus bairdii*) in the Maya Forest. *Therya*, 7, 271–276.
- Semarnat (Secretaría del 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. 30 de Dic de 2010, Segunda Sección, México [consultado 30 Sep 2015]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091
- Silver, S. C., Ostro, L. E., Marsh, L. K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., ... y Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38, 1–7.
- Soisalo, M. K. y Cavalcanti, S. M. (2006). Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation*, 129, 487–496.
- Sosa-Nishizaki, O., Morales-Bojórquez, E., Nasby-Lucas, N., Oñate-González, E. C. y Domeier, M. L. (2012). Problems with photo identification as a method of estimating abundance of white sharks, *Carcharodon carcharias*: an example from Guadalupe Island, Mexico. En M. L. Domeier (Ed.), *Global perspectives on the biology and life history of the white shark* (pp. 393–404). Boca Raton: CRC Press.
- Trolle, M., Noss, A. J., Lima, E. S. y Dalponte, J. C. (2006). Camera-trap studies of maned wolf density in the Cerrado and the Pantanal of Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1197–1204.
- Trolle, M., Noss, A. J., Passos-Cordeiro, J. L. y Oliveira, L. F. (2008). Brazilian tapir density in the Pantanal: a comparison of systematic camera trapping and line transect surveys. *Biotropica*, 40, 211–217.
- Zaumyslova, O. Y. y Bondarchuk, S. N. (2015). The use of camera traps for monitoring the population of long-tailed gorals. *Achievements in the Life Sciences*, 9, 15–21.