

Uso de aguadas y abundancia relativa de *Tapirus bairdii*
en la región de Calakmul, Campeche, México

Pond use and relative abundance of *Tapirus bairdii* in the Calakmul region, Campeche, Mexico

Elisa Sandoval-Serés¹, Rafael Reyna-Hurtado^{*2}, Marcos Briceño-Méndez² y Ruth de la Cerda-Vega¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km 15.5 Carretera a Nogales Las Agujas, Zapopan 45110, Jalisco, México. E-mail: elisandoval4@hotmail.com (ESS), kokorohime_16@hotmail.com (RCV).

² El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Av. Rancho, Polígono 2ª Lerma 24500, Ciudad de Campeche, Campeche, México. E-mail: rreyna@ecosur.mx (RRH), mbriceno@ecosur.edu.mx (MBM).

*Corresponding author

Water holes formed by precipitation in Calakmul region southern Mexico are of high importance for the conservation of many endangered species, such is the case of the Central American Tapir (*Tapirus bairdii*). These water holes locally named "aguadas" are the only source of water for wildlife in the dry season. The purpose of this study was to estimate the relative abundance and the use of these "aguadas" by *Tapirus bairdii* in two sites with different conditions: the Calakmul Biosphere Reserve (RBC) a protected area, and the ejido Nuevo Becal (NB) a perturbed site where hunting and other non-timber resources extraction take place. It is expected that in RBC the relative abundance of tapirs and the use of the water holes are higher than in NB. Camera traps were set in nine water holes in NB and nine in RBC in 2014. In addition, in RBC six water holes were monitored since December 2012 until 2013. The relative abundance was calculated as the number of independent photographs divided by the sampling effort per 1,000 traps / night. For the use of water holes analysis, the variables evaluated were: latency (the lapse of time for the tapirs to return to a water hole) and the visit frequency per month. We compare the use of the water holes between seasons and between sites. Relative abundance of tapirs in 2014 was of 37.0 and 6.2 registers/1,000 camera-traps in NB and RBC, respectively (sampling effort: 2,268 days per site). The water holes in NB were significantly more visited than the ones in the RBC ($P < 0.05$). The latency time was of 9.6 days in NB, and 10.8 days in RBC during the dry season, and 39.0 days in NB and 38.5 days in RBC during the wet season. The water holes were visited 1.8 times in NB and 0.3 times in RBC per month in the dry season, and 0.37 times in NB and 0.16 times in RBC in the rainy season. The fact of finding a higher abundance of tapirs in a place where antropogenic perturbation exists and with a higher abundance of water, indicated that water bodies are one of the most important attribute for the conservation of tapirs' population in the region of Calakmul. Moreover, the high index of relative abundance found in an area where human perturbation exists, means that human activities in places where tapir is not hunted, does not have a significant detrimental effect in the tapir's populations. Therefore, the ejido NB is highlighted as a priority area for the conservation of the Centroamerican tapir in Mexico.

En la región de Calakmul en el sur de México, las aguadas (cuerpos de agua formados por la precipitación) son de gran importancia para la conservación de muchas especies que se encuentran en peligro de extinción, como el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*). Estos reservorios constituyen la única fuente de agua para la fauna silvestre durante la estación seca. Los objetivos de este estudio fueron: estimar la abundancia relativa del tapir y la intensidad de uso de las aguadas por *Tapirus bairdii* en en dos sitios contrastantes en cuanto a su disponibilidad de agua, la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC) y el Ejido Nuevo Becal (NB). Al ser un sitio protegido se espera que en la RBC exista una mayor abundancia relativa (AR) de tapires y que el uso de las aguadas sea mayor en la RBC que en el ejido NB. Durante 2014 se monitorearon nueve aguadas en NB y nueve en la RBC. Además, en la RBC se monitorearon seis aguadas con foto-trampeo desde diciembre 2012 y todo el 2013. La AR se calculó como el número de registros fotográficos independientes dividido por el esfuerzo de muestreo por 1,000 trampas/noche. Para el análisis del uso de aguadas se tomó en cuenta la latencia (tiempo que tardan los tapires en regresar a la aguada) y la frecuencia de visitas al mes. Comparamos el uso de aguadas entre temporadas y entre sitios. La abundancia relativa (AR) del tapir en el año 2014 fue de 37.0 y 6.2 registros / 1,000 trampas-noche (esfuerzo de muestreo: 2,268 días en cada sitio de estudio) en NB y RBC, respectivamente. Las aguadas en NB fueron significativamente más visitadas que las de la RBC ($P < 0.05$). La latencia fue de 9.6 y 10.8 días en época seca, y de 39.0 y 38.5 días en época de lluvia, en el ejido NB y en la RBC, respectivamente. Las aguadas fueron visitadas con mayor frecuencia en la época seca que en lluvias en ambos sitios. El hecho de encontrar mayor abundancia de tapires en el sitio donde existe perturbación humana, pero mayor abundancia de agua, señala que las aguadas son el factor fundamental que determina la presencia y abundancia de tapires para la región de Calakmul y el mantenimiento de poblaciones de tapires. Además, los índices de AR altos encontrados pudieran ser un indicio de que las actividades antropogénicas cotidianas (pero donde no existe presión significativa de caza para el tapir, como ocurre en el ejido NB), no están repercutiendo en las poblaciones de tapires. Se identifica al ejido NB como un sitio prioritario para la conservación del tapir centroamericano en México.

Key words: camera-traps; latency; relative abundance; visit frequency.

© 2016 Asociación Mexicana de Mastozoología, www.mastozoologiamexicana.org

Introducción

En la región de Calakmul, localizada en la Península de Yucatán en el estado de Campeche al sur de México. Las aguadas (cuerpos de agua formados por la precipitación que retienen el agua debido a las características edáficas calcáreas) son de gran importancia para la conservación de muchas especies de vida silvestre, entre las que se encuentran las que están en peligro de extinción, como el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) y para la población humana en la región durante la época seca (Reyna Hurtado *et al.* 2010). Es por ello que las aguadas han sido consideradas como una de las prioridades de conservación del ecosistema, lo que ocasionó que se iniciara su monitoreo en la región de Calakmul desde el año 2008 (Reyna Hurtado *et al.* 2010; Pérez-Cortez *et al.* 2012; Carrillo-Reyna *et al.* 2015).

El tapir centroamericano, tapir de Bairdi, o danta (*T. bairdii*) es una de las cuatro especies vivientes que conforman la Familia Tapiridae (Naranjo 2009). Su alimentación consiste en hojas, frutos, flores y corteza de cientos de especies de plantas (*e. g.* *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota*, *Cecropia obtusifolia* y *Gramia* sp.), por lo que es un importante dispersor y depredador de muchas de ellas (Pérez-Cortez y Matus-Pérez 2010). Habita en bosques extensos poco perturbados (más de 1,000 ha) y con cuerpos de agua permanentes, son solitarios y principalmente nocturnos (Naranjo 2009). Su ámbito hogareño se ha estimado entre 1 a 4 km² (Foerster y Vaughan 2002; Naranjo 2009) y su densidad poblacional ha sido estimada en 0.12 ind/km² en la Reserva del Triunfo, Chiapas, México (Carbajal-Borges *et al.* 2014). Con base en una extrapolación utilizando densidades obtenidas por distintos autores en diferentes áreas naturales de México, para Calakmul se predice una densidad de 0.10 ind/km² (Naranjo 2009). En el caso específico del tapir, se sabe que la presencia de agua en las aguadas es determinante para su presencia, abundancia y distribución (Reyna Hurtado *et al.* 2010; Pérez-Cortez *et al.* 2012).

Las características biológicas de *T. bairdii*, tales como su baja tasa reproductiva (una cría cada dos o cinco años en condiciones ideales, dado que su gestación dura 13 meses; Emmons y Feer 1997), y su baja densidad de población (menos de un individuo por kilómetro cuadrado; Naranjo 2009), favorecen que factores como la cacería sin control, la transmisión de enfermedades a través del contacto con el ganado y sobre todo la acelerada tasa de deforestación y fragmentación del hábitat afecten severamente a sus poblaciones (Castellanos *et al.* 2008; Naranjo 2009; Naranjo *et al.* 2013), colocándolo como en peligro de extinción en las listas rojas de la UICN (2015) desde el 2002, en el Apéndice I de CITES (2015), en especies prioritarias en la CONABIO (2015), y en peligro de extinción por la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010). Históricamente esta especie tenía una distribución continua, desde el sureste de México hasta el noroeste de Colombia. En México actualmente sobrevive solamente en grandes áreas boscosas del sureste en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz y ha sido extirpado de los estados de Yucatán y Tabasco (Lira-Torres *et al.* 2005; Naranjo 2009).

Se estima que sobreviven menos de 5,500 individuos adultos en estado silvestre de *T. bairdii* en el mundo (Castellanos *et al.* 2008). Una revisión reciente revela que el tamaño de la población estimada para México es de menos de 2,605 individuos distribuidos de manera aislada en reservas de los estados de Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca y Veracruz; donde con base en estimaciones de densidad y abundancia, las mayores poblaciones de tapires estarían en Calakmul-Balam-Ku-Balam Kin (Campeche), La Fraylescana y la Selva Lacandona (Chiapas), Uxpanapa (Veracruz), y Los Chimalapas (Oaxaca; Naranjo 2009; Naranjo *et al.* 2015). Para la región de Calakmul, las amenazas para la conservación del tapir son la sequía, la construcción de carreteras, la fragmentación del hábitat y en menor medida la cacería (Tobler *et al.* 2006; Naranjo 2009; Pérez-Cortez y Matus-Pérez 2010; Naranjo *et al.* 2015).

El uso de los recursos naturales disponibles en el ambiente (como es el caso del agua) es un aspecto importante en la ecología de las especies; ya que su abundancia y disponibilidad

determinan la presencia, el tamaño y la distribución de las poblaciones de algunas especies ([Mandujano y Gallina 1995](#); [Foerster y Vaughan 2002](#); [Reyna-Hurtado y Tanner 2007](#); [Pérez-Cortez et al. 2012](#); [Briceño-Méndez et al. 2014](#)). Los tapires no solamente utilizan los cuerpos de agua para beber, sino también para bañarse y refrescarse durante el día, así como para protegerse contra depredadores como el jaguar ([Naranjo 2009](#)).

En la región de Calakmul existe el área protegida de bosque tropical más grande de México: La Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC). Ésta Reserva no solamente protege la mayor extensión de bosque tropical caducifolio en el país, sino que también forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Asimismo, existen bosques comunales (ejidos) que conservan las partes contiguas a la RBC, como es el caso del ejido Nuevo Becal (NB). Estas áreas son igualmente importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que mantienen la conectividad entre las diferentes áreas naturales en la península de Yucatán ([Vester et al. 2007](#)). En este estudio comparamos el uso de aguadas y la abundancia relativa del tapir entre la RBC y el ejido NB.

Con el fin de proponer recomendaciones de conservación y de manejo se necesita obtener información del comportamiento de los tapires respecto al uso que hacen de las aguadas, generando a su vez información básica para avanzar en el conocimiento elemental de la especie. Los objetivos de este estudio fueron: 1) estimar la abundancia relativa de *T. bairdii* en el ejido NB y en la RBC a través del uso de aguadas y 2) evaluar la intensidad de uso de las aguadas por *T. bairdii* en el ejido NB y la RBC. Debido a que en el ejido NB existe perturbación humana incluida la cacería (aunque el tapir no es la especie preferida; [Reyna-Hurtado y Tanner 2007](#)), se espera que las abundancias relativas de tapires y que el uso de aguadas sea menor comparado con la RBC. Además, se presume que los tapires visitarán con mayor frecuencia las aguadas en época seca, debido a que hay menos disponibilidad de agua.

Materiales y métodos

Área de estudio. El municipio de Calakmul se ubica en el sureste del estado de Campeche, México. Las elevaciones varían entre 100 y 380 m ([García-Gil 2003](#)). Predomina el clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano y con menos de 60 mm de precipitación en el mes más seco. La temperatura media anual es de 24.6 °C ([García et al. 1988](#)) y la precipitación anual varía de 500 a 2,500 mm. En esta región se encuentran numerosos cuerpos de agua llamados localmente “aguadas” que son reservorios importantes de agua debido a la ausencia de una red hidrológica superficial permanente ([García-Gil 2003](#)). Dentro del municipio de Calakmul se encuentran los dos sitios de estudio, la porción sur de la Reserva de la Biosfera de Calakmul y el ejido Nuevo Becal (Figura 1).

La Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC) fue establecida en 1989 y tiene una extensión de 7,231 km² ([Morales-Rosas y Rueda 2001](#); [CONANP 2015](#)) y se ubica en las coordenadas siguientes 18.321998 N, -89.860564 W. El ejido Nuevo Becal (NB) se ubica adyacente a la porción noreste de la RBC en las coordenadas 18.692099 N, -89.251191 W. El ejido tiene una extensión de 520 km² de los cuales 250 km² están destinados como área forestal permanente, donde solo se permite el aprovechamiento forestal y la cacería; se estima que aproximadamente 80 % del ejido aún conserva cobertura forestal en buen estado de conservación ([Reyna-Hurtado 2009](#)). La vegetación que existe en la RBC y en ejido NB incluye selvas medianas sub-perennifolias, selvas bajas inundables sub-perennifolias, selvas bajas secas y vegetación secundaria ([Pennington y Sarukhán 1998](#)). Se estima que en los ejidos que rodean a la RBC existe una mayor proporción de selvas medianas sub-perennifolia y altas que en la propia Reserva donde hay abundancia de selvas medianas y bajas sub-caducifolias ([Vester et al. 2007](#)).

Trabajo en campo. De febrero a diciembre de 2014 se monitorearon con foto-trampeo nueve cuerpos de agua (siete aguadas y dos corrientes de agua) en el ejido NB y nueve aguadas en la

RBC. Adicionalmente, de diciembre de 2012 a diciembre del 2013 se monitorearon seis aguadas en la RBC. Se utilizaron cámaras-trampa RECONYX (Hyperfire HC600 y HC800) Inc. Las aguadas monitoreadas en la RBC fueron: "Calakmul" (CA), "Aguadaverde" (AV), "Atrás Baños" (AB), Bonfil (BO), "Km46", "Ficus Grande" (FG), "Dos Aguadas" (DA), "Griselda" (GR), y "Km20"; y en ejido NB: "Zopilote Rey" (ZR), "Corriente Tres Reyes" (CTR), "el Naranjal" (NA), "Potrero Tres Reyes" (PTR), "Dos Lagartos" (DL), "el Tintal" (TI), "Lechugal" (LE), "Puerto Veracruz" (PV) y "Chumaquil" (CH). Las cámaras se colocaron al borde de la aguada a 50 cm del suelo en un árbol situado en el que se juzgó en ese momento el lugar con la mayor probabilidad de capturar fotográficamente el tapir. Cabe aclarar que debido a la disponibilidad limitada de cámaras y con el fin de que en todas las aguadas existiera el mismo esfuerzo de muestreo, solo se colocó una cámara trampa por aguada. Las aguadas monitoreadas tienen un diámetro de 5 a 400 m, y se localizan al menos a 1 km de distancia una de la otra. Sin embargo, observaciones preliminares de individuos y huellas en el sitio indican que los tapires utilizan caminos preestablecidos para entrar a las aguadas (N. Arias y R. Reyna-Hurtado pers. obs.) y la densidad de estos caminos no aumenta proporcionalmente con el tamaño de las aguadas, existiendo generalmente uno o dos caminos por aguada y fue en estos caminos preestablecidos donde se colocaron las cámaras. Debido a lo anterior, consideramos que nuestro sistema de muestreo es adecuado para diferentes tamaños de aguadas.

Trabajo de gabinete. Para estimar la abundancia relativa (AR) del tapir en el ejido NB y en la RBC se tomó en cuenta solamente el año 2014 (de febrero a diciembre), donde se realizó un esfuerzo de muestreo de 2,268 días por región (252 días por aguada: 9 aguadas en el ejido NB y 9 en la RBC). El criterio de registro fotográfico independiente (RF) fue de un registro por individuo fotografiado por aguada, cada 24 horas. Sin embargo, cuando en la misma aguada se fotografiaron individuos claramente diferentes en el mismo día (e. g. diferente sexo, edad, o cicatrices distintivas), cada individuo identificado se consideró como un registro por separado. El índice de abundancia de registros fotográficos o AR se calculó como el número de registros fotográficos independientes

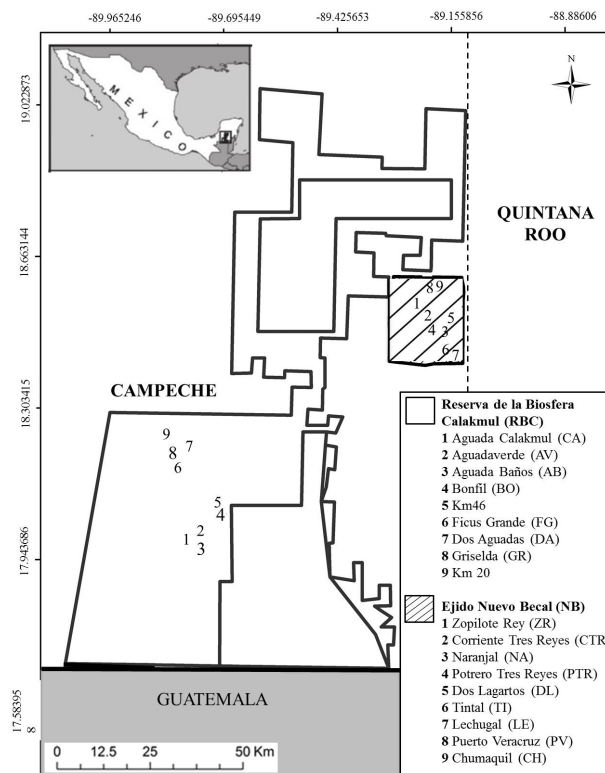


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Calakmul y del ejido Nuevo Becal, y localización de las aguadas monitoreadas en ambos sitios de estudio.

dividido por el esfuerzo de muestreo por 1,000 trampas/noche (Trolle et al. 2008). Además, se realizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney para comparar la AR de NB con la de la RBC.

Se ha demostrado que el uso de cámaras trampa permite estimar el tiempo y la frecuencia de visita de algunas especies en un lugar en específico (Claridge et al. 2004). Respecto al estudio del uso de las aguadas por *T. bairdii*, este es el primer trabajo que analiza el uso de éstos cuerpos de agua tomando en cuenta las siguientes variables: 1) la latencia, definida como el tiempo que tardan los tapires en regresar a las aguadas; 2) la frecuencia de visita, que se define como el número promedio de veces que los tapires visitan la aguada en un mes. Para analizar la latencia en la RBC se tomaron en cuenta todos los datos desde diciembre 2012 hasta diciembre 2014. Sin embargo, para analizar la frecuencia de visita y estimar la AR solo se tomaron en cuenta los meses del año 2014. Es importante mencionar que la determinación del uso de los cuerpos de agua por los tapires, sólo se basó en el sitio específico de la estación de foto-trampeo de cada aguada, y no en el monitoreo completo de la aguada en toda su extensión, esto debido a que sólo se colocó una cámara trampa por aguada, existiendo la posibilidad de ignorar otros individuos que pueden haber visitado la aguada en su otro extremo. Consideramos que esta probabilidad es similar en todas las aguadas debido al comportamiento observado de los tapires de visitar las aguadas a través de caminos específicos (N. Arias y R. Reyna-Hurtado obs. pers.).

Se obtuvo el promedio de latencia y frecuencia de visita por tapires en las aguadas de la RBC y el ejido NB. Además, se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis seguidas por una prueba *post-hoc* usando el Método de Dunn para comparar la latencia y frecuencia de visita entre las aguadas de cada sitio. Cabe mencionar que para los análisis de la latencia solo se compararon aquellas aguadas con más de dos registros independientes. También se realizaron pruebas no paramétricas de Mann-Whitney para comparar la latencia y frecuencia de visita entre temporadas – lluvias (junio a noviembre) y secas (diciembre a mayo) y entre sitios (la RBC y ejido NB).

Resultados

Abundancia relativa. La AR estimada en todas las aguadas evaluadas fue mayor en el ejido Nuevo Becal que en la RBC. En las aguadas del ejido NB se estimó un índice de 37 registros independientes por 1,000 días cámara-trampa (total de 2,268 días / trampa) contra 6.2 registros independientes por 1,000 días-cámara trampa (total de 2,268 días/trampa) en la RBC. Estos resultados fueron estadísticamente distintos ($T = 113.500, P = 0.014, g. l. = 8$).

Uso de aguadas: Latencia. Los tapires visitaron los cuerpos de agua en NB cada 9.60 (± 18.49) días en la época seca, mientras que en la época lluviosa la visita de los tapires a las aguadas fue de cada 39.25 (± 53.52) días. En las aguadas de la RBC, los tapires regresaron cada 10.86 (± 14.47) días en seca y cada 38.56 (± 54.2) días en lluvia (Tabla 1).

En la RBC no hubo diferencias significativas en el uso de aguadas. Es decir, todas las aguadas fueron visitadas con la misma frecuencia y con periodos de ausencia similares (latencia: $H = 1.83$; frecuencia: $H = 11.6$, los dos factores con una $P > 0.05$); e indistintamente utilizadas entre temporadas (latencia: $T = 256$; frecuencia: $T = 1,741$, los dos factores con una $P > 0.05$).

En la comparación entre aguadas en NB, se encontró que sí hubo diferencias significativas entre las latencias de las aguadas ($H = 30.88; P < 0.001$); siendo la aguada

“NA” el cuerpo de agua en donde los tapires tardaron significativamente ($P < 0.05$) menos tiempo en regresar (latencia promedio de dos días; Figura 2). Respecto a la comparación entre temporadas, en NB los tapires tardaron significativamente menos tiempo en regresar a las aguadas en época de secas que en lluvias ($T = 1109$; $P = 0.002$; Tabla 1). Al comparar el uso de aguadas entre la RBC y el ejido NB, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas respecto a la latencia ($T = 3,074$; $P > 0.05$).

Frecuencia de visita. Los tapires visitaron las aguadas del ejido NB 1.8 (± 3.22) veces al mes en secas y 0.37 (± 0.90) veces en lluvias; y visitaron las aguadas en la RBC 0.3 (± 0.68) veces y 0.17 (± 0.50) veces al mes en secas y lluvias respectivamente (Tabla 1). En la comparación de la frecuencia de visita entre las aguadas sí hubo diferencias significativas ($H = 20.85$; $P < 0.05$); la aguada “NA” fue la más visitada (3.8 veces al mes en promedio), pero no fue estadísticamente distinta a las demás, en cambio la aguada “TI” (visitada 2.5 veces al mes) fue estadísticamente diferente a las aguadas menos visitadas que fueron “CH” y “DL” (0.1 y 0.2 veces al mes, respectivamente; $P < 0.05$; Tabla 2). Respecto a la comparación entre temporadas, tuvieron significativamente una mayor frecuencia de visita en los meses de la época de secas que en los meses de lluvia ($T = 2365$; $P < 0.001$; Tabla 1).

Por último, al comparar el uso de aguadas entre la RBC y el ejido NB en la frecuencia de visita, sí hubo diferencias significativas entre sitios ($T = 7326$; $P = 0.001$), siendo más visitadas las aguadas de NB que las aguadas de la RBC (Figura 3). Es importante mencionar que algunas aguadas fueron visitadas de manera diferente entre temporadas. Por ejemplo, en la RBC la aguada “DA” fue visitada solamente en lluvias, mientras que la aguada “Km46” fue visitada solo en secas; en cuanto a las aguadas de NB se pudo observar que la aguada “NA” tuvo una frecuencia de visita muy alta en la época de secas pero no fue visitada en lluvias; sin embargo, la “TI” fue una aguada muy visitada tanto en época lluviosa como en secas (Tabla 2).

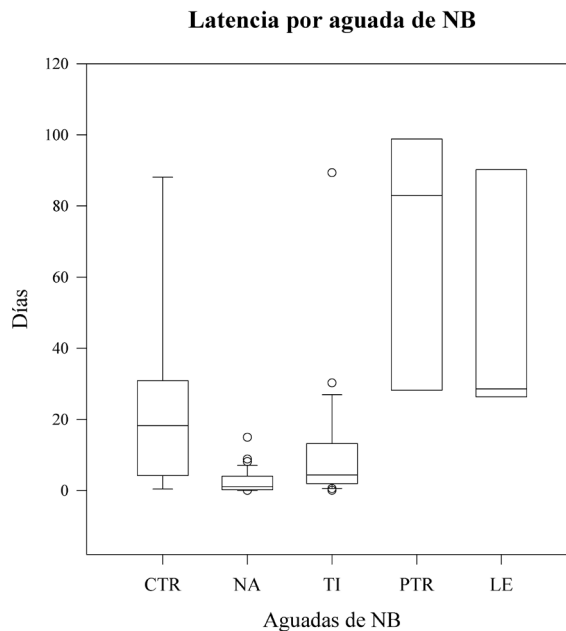


Figura 2. Latencia por aguada en el ejido Nuevo Becal. Las aguadas analizadas estadísticamente fueron: la Corriente Tres Reyes = CTR, el Naranjal = NA, el Tintal = TI, el Potrero Tres Reyes = PTR, y el Lechugal = LE. Solamente el Naranjal fue la aguada estadísticamente diferente a las demás, siendo ésta donde los tapires tardaban menos días en regresar ($P < 0.05$). En la figura se muestra la posición de la mediana (línea central al interior del cuadro) y la distribución alrededor de la misma (con el 50 % de los datos representados dentro del cuadro y el resto en la línea vertical). Los círculos representan los puntos externos (“outliers”).

Tabla 1. Uso de las aguadas por *Tapirus bairdii* en el ejido Nuevo Becal (NB) y en la Reserva de la Biósfera Calakmul (RBC). En la tabla se muestra el promedio y la desviación estándar de la latencia y frecuencia de visita por los tapires en las aguadas de NB y RBC en dos épocas distintas: lluviosa y seca. * Indica que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).

Uso de las aguadas por <i>Tapirus bairdii</i>	Latencia (días)	Frecuencia de visita al mes
Ejido Nuevo Becal		
Seca	9.60 (\pm 18.49)* $P = 0.002$	1.8 (\pm 3.22)* $P < 0.001$
Lluviosa	39.25 (\pm 53.52)*	0.37 (\pm 0.90)*
Reserva de la Biósfera Calakmul		
Seca	10.86 (\pm 14.47) $P = 0.169$	0.31 (\pm 0.68) $P = 0.178$
Lluviosa	38.56 (\pm 54.2)	0.17 (\pm 0.50)

Discusión

Abundancia relativa. Contrario a lo esperado la AR del tapir en el año 2014 fue mucho mayor en el ejido NB que en la RBC. Estos resultados obtenidos con fototrampeo coinciden con los resultados obtenidos con transectos de rastros y huellas en el estudio de [Reyna-Hurtado y Tanner 2007](#). Además, la AR de tapires en NB (37 registros independientes / 1,000 trampas-noche), el cual es un sitio donde existe aprovechamiento forestal, no solo resultó ser mucho mayor a la RBC, sino también fue mayor a la de otras áreas naturales protegidas de México como son: la Reserva de la Biósfera de El Triunfo, Chiapas (13 registros / 1,000 trampas-noche; [Carbajal-Borges et al. 2014](#)) y los Chimalapas, Oaxaca (8.23 registros / 1,000 trampas-noche; [Lira-Torres y Briones-Salas 2012](#); [Lira-Torres et al. 2014](#)). Cabe aclarar que en este estudio se utilizaron las aguadas para estimar la AR del tapir, mientras que en los otros estudios la AR no se estimó utilizando cuerpos de agua, lo cual quizás pueda explicar las diferencias.

En general, se ha encontrado una menor abundancia relativa de tapires en sectores con un mayor impacto humano, como senderos ecoturísticos o áreas de cultivo ([Tobler et al. 2006](#)). Sin embargo, los tapires no evitan completamente las áreas con actividades antropogénicas, ya que también pueden hacer uso de caminos y cultivos o zonas de vegetación secundaria ([Tobler 2002](#); [Lira-Torres et al. 2004](#); [Reyna-Hurtado y Tanner 2005](#); [Tobler et al. 2006](#)). Esto puede deberse a que aunque exista aprovechamiento forestal, los tapires pueden retraerse por un tiempo en áreas no perturbadas, y posteriormente, pasado el disturbio regresar al área donde hubo el aprovechamiento forestal ([Tobler et al. 2006](#)). Se piensa que el tapir puede habitar zonas perturbadas, mientras no sea una presa preferida de cacería, y existan selvas en

Tabla 2. Frecuencia de visita promedio al mes en el año 2014. Las aguadas monitoreadas en Nuevo Becal (NB) fueron: "Zopilote Rey" (ZR), "Corriente Tres Reyes" (CTR), "el Naranja" (NA), "Potrero Tres Reyes" (PTR), "Dos Lagartos" (DL), "el Tintal" (TI), "Lechugal" (LE), "Puerto Veracruz" (PV), y "Chumaquil" (CH); y en la Reserva de la Biósfera Calakmul (RBC): "Calakmul" (CA), "Aguadaverde" (AV), "Atrás Baños" (AB), Bonfil (BO), "Km46", "Ficus Grande" (FG), "Dos Aguadas" (DA), "Griselda" (GR) y "Km20".

Aguadas de NB	Frecuencia de visitas al mes	Aguadas de RBC	Frecuencia de visitas al mes
ZR	0.3	CA	0.1
CTR	0.9	AV	0.5
NA	3.8	AB	0.1
PTR	0.5	BO	0.2
DL	0.2	Km46	0.3
TI	2.5	FG	0.0
LE	0.5	DA	0.7
PV	0.3	GR	0.1
CH	0.1	Km20	0.0

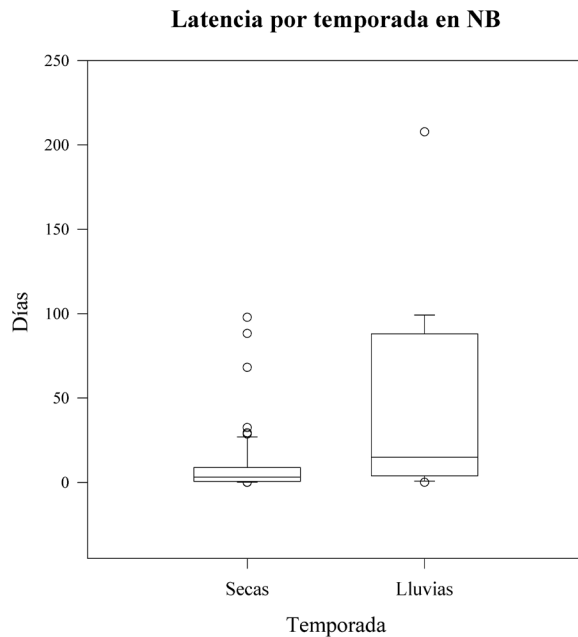


Figura 3. Frecuencia de visita de aguadas en la Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC) y del ejido Nuevo Becal (NB). Hubo significativamente una mayor frecuencia de visita por los tapires en las aguadas del ejido Nuevo Becal que en las aguadas de la Reserva ($P < 0.05$). En la figura se muestra la posición de la mediana (línea central al interior del cuadro) y la distribución alrededor de la misma (con el 50 % de los datos representados dentro del cuadro y el resto en la línea vertical). Los círculos representan los puntos externos ("outliers").

buen estado de conservación adyacentes a las zonas de cultivo o de aprovechamiento forestal selectivo (Foerster y Vaughan 2002; Tobler *et al.* 2006; Reyna-Hurtado y Tanner 2007; Carrillo-Reyna *et al.* 2015).

Por otro lado, en este estudio los resultados de la AR de tapires en la RBC (6.2 individuos / 1,000 trampas-noche) son menores a lo encontrado por otros autores en la misma reserva, donde Carrillo-Reyna *et al.* 2015 encontró 17 registros / 1,000 trampas-noche, y Pérez-Cortez *et al.* 2012 encontraron 38 registros / 1,000 trampas-noche. Esta discrepancia puede ser debida a que su muestreo se basó solamente en los meses de marzo a julio, que comprende la época seca principalmente.

Uso de aguadas. Los patrones de actividad, el desplazamiento y el uso del hábitat en varios mamíferos son influenciados por la variación espacial y temporal de la disponibilidad del agua (Rautenstrauch y Krausman 1989; Mandujano y Gallina 1995, Morgart *et al.* 2005; Marshal *et al.* 2006; Briceño-Méndez *et al.* 2014). A veces, es posible encontrar que distintas poblaciones de ungulados tienen patrones generales de uso del agua (Pérez-Cortez *et al.* 2012, Marshal *et al.* 2006, Larsen *et al.* 2012).

La importancia del agua como recurso para la selección del hábitat ha sido documentada anteriormente en ungulados (Reyna-Hurtado y Tanner 2005; Reyna-Hurtado y Tanner 2007; Simpson *et al.* 2011; Pérez-Cortez *et al.* 2012; Briceño-Méndez *et al.* 2014). En la RBC no se detectaron diferencias significativas en la preferencia de aguadas por los tapires, mientras que en el ejido NB un par de aguadas sobresalieron en cuanto a su uso por parte de los tapires.

La preferencia del uso de aguadas en NB, puede ser explicada por diversas características propias de las aguadas como: su tamaño, su vegetación circundante, su ubicación y su proximidad a otros cuerpos de agua; también ésta preferencia podría deberse a la influencia de los seres humanos en las mismas, o a factores ecológicos como interacciones con otras especies. Se sabe que aquellos cuerpos de agua que tienen

más antigüedad y que son permanentes, tienden a ser más utilizados que aquellos más recientes y temporales (Marshall et al. 2006; Mckee 2012), esto ocurre principalmente para los animales que son adultos (Marshall et al. 2006), como los aquí estudiados. Además, la disponibilidad del agua está influenciada por el tipo de vegetación que rodea el cuerpo de agua (Larsen et al. 2012). Específicamente algunas de las razones para explicar la preferencia del uso de las aguadas NA y TI por los tapires son principalmente, que se encuentran en selvas bajas inundables, uno de los tipos de vegetación preferido por los tapires (Reyna-Hurtado y Tanner 2005), y además son cuerpos de agua permanentes. Para poder responder qué factores específicos determinan la preferencia de los tapires por ciertas aguadas se necesitarían más estudios al respecto.

Los estudios que involucran el uso de cuerpos de agua por las poblaciones animales, deben considerar que la demanda de agua fisiológica cambia entre temporadas (Larsen et al. 2012). En la época lluviosa los cuerpos de agua pueden no ser un factor tan influyente y relevante en el comportamiento de los animales, pero en la época seca generalmente sí lo es (Mandujano y Gallina 1995, Marshall et al. 2006). En la región de Calakmul se encontró, justo como se esperaba, que los tapires hacen un mayor uso de las aguadas en la estación seca. Esto se debe básicamente a que en época de secas existe menos precipitación, por lo tanto existe una mayor escasez de agua en el ambiente (Reyna Hurtado et al. 2010) y la necesidad de los tapires para encontrar agua es mayor.

Es interesante observar que la comparación de dos sitios distintos en la región de Calakmul, demuestra que en general existe el mismo comportamiento del uso de aguadas por los tapires entre ambos sitios (RBC y NB), a pesar de que la RBC es menos húmeda y tiene una menor AR de tapires que el ejido NB. Esto quiere decir que los tapires tienen el mismo comportamiento de uso y visita de cuerpos de agua en la región de Calakmul, sin importar diferencias ambientales y ecológicas del lugar.

Perspectivas de conservación. Las problemas de conservación, específicamente para el tapir, en la RBC son la reducción del tamaño del ecosistema debido a la constante pérdida del hábitat y la pérdida de la conectividad entre áreas naturales (Vester et al. 2007; Naranjo 2009). Es por ello que uno de los aspectos importantes para la conservación del tapir es que se conserve un bosque continuo entre las áreas naturales protegidas, como la RBC, con sus ejidos contiguos, como es NB.

Los mecanismos que influyen en la dinámica de las poblaciones densodependientes están fuertemente ligados a la disponibilidad de los recursos (como es el agua) en el ecosistema. Es por ello cualquier estrategia de conservación del tapir debe incluir la protección de cuerpos de agua (Foerster y Vaughan 2002; Naranjo 2009), como son las aguadas de la región de Calakmul (Reyna-Hurtado y Tanner 2007; Reyna Hurtado et al. 2010; Pérez-Cortez et al. 2012; Carrillo-Reyna et al. 2015).

Específicamente para la región de Calakmul, se debe de dar prioridad en la conservación de las aguadas el NA y el TI en el ejido NB, y en las aguadas de AV y DA en la RBC, ya que éstas fueron las más visitadas en época seca y lluviosa, respectivamente. Es importante promover la conservación de las aguadas a través de programas de manejo y ecoturismo que involucren la participación y protección de parte de los habitantes locales. Mientras exista el agua como recurso y se asegure libre acceso a la fauna, la población de tapires se conservará en las zonas ejidales.

El hecho de encontrar mayor abundancia de tapires en el sitio donde existe perturbación humana pero mayor abundancia de agua, señala que las aguadas

pueden ser el factor fundamental para el mantenimiento de poblaciones de tapires en la región de Calakmul, además los índices de AR altos encontrados pudieran ser un indicio de que las actividades humanas cotidianas en el ejido, que incluyen cacería, si bien no de tapires, no están repercutiendo en sus poblaciones. En este sentido se identifica a NB como un sitio prioritario para la conservación del tapir centroamericano en México y como un ejemplo de la importancia de los bosques comunitarios en la conservación de especies en peligro de extinción.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche y autoridades del ejido Nuevo Becal por la disposición para el desarrollo de este trabajo. A El Colegio de la Frontera Sur por apoyo logístico, financiero y de gabinete. A la Universidad McGill (Montreal, Canadá) por apoyo en equipo fotográfico. A los colaboradores en el trabajo de campo: N. Arias-Domínguez, R. Escalante, G. Castillo-Vela, W. Martínez, J. F. Moreira, y N. Carrillo-Reyna. A C. Chapman por apoyo con equipo y asesoría académica. A CONACyT proyecto 182336 Ciencia Básica 2012 apoyado a RRH por su apoyo financiero para trabajo de campo. Agradecemos a dos revisores anónimos y a C. Lorenzo por su gran ayuda en la revisión de este manuscrito.

Literatura citada

- BRICEÑO-MÉNDEZ, M. A., R. REYNA-HURTADO, S. CALME, Y G. GARCÍA-GIL.** 2014. Preferencias de hábitat y abundancia relativa de *Tayassu pecari* en un área con cacería en la región de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:242–250.
- CARBAJAL-BORGES, J. P., O. GODÍNEZ-GÓMEZ, Y E. MENDOZA.** 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.
- CARRILLO-REYNA, N. L., R. REYNA-HURTADO, Y B. SCHMOOK.** 2015. Abundancia relativa y selección de hábitat de *Tapirus bairdii* en las reservas de Calakmul y Balam Ku, Campeche. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86:202–207.
- CASTELLANOS, A., C. FOERSTER, D. J. LIZCANO, E. NARANJO, E. CRUZ-ALDAN, I. LIRA-TORRES, R. SAMUDIO, S. MATOLA, J. SCHIPPER Y J. GONZALEZ-MAYA.** 2008. *Tapirus bairdii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T21471A9284327. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T21471A9284327.en>. Downloaded on 24 January 2016.
- CITES (CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES).** 2015. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/index.shtml> Fecha de consulta: 31 de marzo de 2015.
- CLARIDGE, A. W., G. MIFSUD, J. DAWSON, Y M. J. SAXON.** 2004. Use of infrared digital cameras to investigate the behavior of cryptic species. *Wildlife Research* 31:645–650.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD).** 2015. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/> Fecha de consulta: 20 Junio de 2015.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).** 2015. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <http://www.conanp.gob.mx/> Fecha de consulta: 20 Junio de 2015.
- EMMONS, L. H., Y E. FEER.** 1997. Neotropical rainforest mammals: A field guide. 2nd edition. University of Chicago Press. Chicago, EE. UU.
- FOERSTER, C. R., Y C. VAUGHAN.** 2002. Home Range, Habitat Use, and Activity of Baird's Tapir in Costa Rica. *Biotropica* 34:423–437.

- GARCÍA, E.** 1988. Adaptación del sistema climatológico de Köppen a la República Mexicana. D. F. México.
- GARCÍA-GIL, G.** 2003. Colonización humana reciente y formación del paisaje agrario en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- LARSEN, R. T., J. A. BISSONETTE, J. T. FLINDERS, Y J. C. WHITING.** 2012. Framework for understanding the influences of wildlife water developments in the western United States. *California Fish and Game* 98:148–163.
- LIRA-TORRES, I., E. J. NARANJO-PIÑERA, D. M. GÜIRIS-ANDRADE, Y E. CRUZ-ALDÁN.** 2004. Ecología de *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae) en la Reserva de la Biosfera el Triunfo (polígono I), Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:1–21.
- LIRA-TORRES, I., E. J. NARANJO-PIÑERA, M: A. REYES-CHARGOY.** 2005. Ampliación del área de distribución de *Tapirus bairdii*, Gill 1865. Perissodactyla, Tapiridae, en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21:107-110.
- LIRA-TORRES, I., Y M. BRIONES-SALAS.** 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 28:566–585.
- LIRA-TORRES, I, M. BRIONES-SALAS Y G. SANCHEZ-ROJAS.** 2014. Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62:1407–1419.
- MANDUJANO, S., Y S. GALLINA.** 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical* 4: 107-118.
- MARSHAL, J. P., V. C. BLEICH, P. R. KRAUSMAN, M. L. REED, Y N. G. ANDREW.** 2006. Factors affecting habitat use and distribution of mule deer in an arid environment. *Wildlife Society Bulletin* 34:609–619.
- MCKEE, C. J.** 2012. Spatial patterns and population performance of mule deer: Responses to water provisioning in Mojave National Preserve, California. M. S. thesis. University of Nevada-Reno. Reno, EE.UU.
- MORALES-ROSAS, J., Y S. M. RUEDA.** 2001. Fuentes de impacto, Necesidades de Investigación Científica y Monitoreo en Calakmul, Campeche. Pronatura Península de Yuca-tan, AC and The Nature Conservancy, Merida, Mexico.
- MORGART, J. R., J. J. HERVERT, P. R. KRAUSMAN, J. L. BRIGHT, Y R. S. HENRY.** 2005. Sonoran pronghorn use of anthropogenic and natural water sources. *Wildlife Society Bulletin* 33:51–60.
- NARANJO, E. J.** 2009. Ecology and Conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2:140–158.
- NARANJO, E. J., S. A. AMADOR, F. A. FALCONI, Y R. REYNA-HURTADO.** 2013. Conocimiento integral del tapir (*Tapirus bairdii*) y el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en México. Reporte para Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- NARANJO, E. J., S. A. AMADOR-ALCALÁ, F. A. FALCONI-BRIONES, Y R. REYNA-HURTADO.** 2015. Distribución , abundancia y amenazas a las poblaciones de tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) y pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en México. *Therya* 6:227–249.
- PENNINGTON, T., Y J. SARUKHÁN.** 1998. Árboles Tropicales de México. UNAM-Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- PÉREZ-CORTEZ, S., Y E. S. MATUS-PÉREZ.** 2010. El tapir *Tapirus bairdii* en la región sureste del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an Ka'ax, Quintana Roo, México. *Therya* 1:137–144.
- PÉREZ-CORTEZ, S., P. L. ENRÍQUEZ, D. E. SIMA-PANTI, R. REYNA-HURTADO, Y E. J. NARANJO.** 2012. Influencia de la disponibilidad de agua en la presencia y abundancia de *Tapirus bairdii*

- en la selva de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:753–761.
- RAUTENSTRAUCH, K., y P. KRAUSMANN.** 1989. Influence of water availability on rainfall and movements of desert mule deer. *Journal of Mammalogy* 70:197–201.
- REYNA-HURTADO, R.** 2009. Conservation status of the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) outside the Calakmul Biosphere Reserve in Campeche, Mexico: a synthesis. *Tropical Conservation Science* 2:159–172.
- REYNA-HURTADO R., y G. W. TANNER.** 2005. Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul. *Biotropica* 37:676–685.
- REYNA-HURTADO R., y G. W. TANNER.** 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation* 16:743–756.
- REYNA-HURTADO R. Á., G. O'FARRILL, D. SIMA, M. ANDRADE, A. PADILLA, y L. SOSA.** 2010. Las aguadas de Calakmul. *CONABIO/Biodiversitas* 93:1–5.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-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 diciembre 2010.
- SIMPSON, N. O., K. M. STEWART, y V. C. BLEICH.** 2011. What have we learned about water developments for wildlife? Not enough! *California Fish and Game* 97:190–209.
- TOBLER, M. W.** 2002. Habitat Use and Diet of Baird's Tapirs (*Tapirus bairdii*) in a Montane Cloud Forest of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Biotropica* 34:468–474.
- TOBLER, M. W., E. J. NARANJO, y I. LIRA-TORRES.** 2006. Habitat Preference, Feeding Habits and Conservation of Baird's Tapir in Neotropical Montane Oak Forests. Pp. 347–359 en *Ecological Studies* (Kappelle, M., ed.). Vol. 185. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, Alemania.
- TROLLE, M., A. J. NOSS, L. J. CORDEIRO, y L. F. OLIVEIRA.** 2008. Brazilian Tapir Density in the Pantanal: A Comparison of Systematic Camera-Trapping and Line-Transect Surveys. *Biotropica* 40:211–217.
- UICN (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA).** Disponible en: www.iucnredlists.org. Fecha de consulta: 10 de junio de 2015.
- VESTER, H. F. M., D. LAWRENCE, J. R. EASTMAN, B. L. TURNER, S. CALMÉ, R. DICKSON, C. POZO, y F. SANGERMANO.** 2007. Land change in the southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: Effects on habitat and biodiversity. *Ecological Applications* 17:989–1003.

Submitted: October 20, 2015

Reviewed: December 10, 2015

Accepted: January 11, 2016

Associated editor: Consuelo Lorenzo