



Reporte técnico

Monitoreo del tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1867) en la Reserva de la Biosfera Maya - Temporada 2017 -

Instituciones implementadoras:

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas,
Fundación Defensores de la Naturaleza
Ministerio de Cultura y Deportes, Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural, Parque Nacional Tikal
Consejo Nacional de Áreas Protegidas - Región VIII

Con el cofinanciamiento de:

Programa mundial para la conservación de los tapires del Grupo de especialistas del tapir (TSG) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Fundación Segré
Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala



La realización de este estudio fue posible gracias al cofinanciamiento del Programa Mundial para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la Comisión para la Supervivencia de las Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN-SSC-TSG) - Fundación Segré (2015-2018) y de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI-USAC) (Año de ejecución 2017, proyecto 4.8.63.2.03), así como a las contribuciones de las instituciones implementadoras.

Guatemala, 2019

Universidad de San Carlos de Guatemala-Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia-Centro de Estudios Conservacionistas [CECON-USAC], Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN], Ministerio de Cultura y Deportes-Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural-Parque Nacional Tikal [MICUDE-DGPCyN-PANAT], y Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP].

ISBN: 978-9929-570-18-4

Cita sugerida:

CECON-USAC, FDN, MICUDE-DGPCyN-PANAT, y CONAP. (2019). *Monitoreo del tapir (Tapirus bairdii Gill, 1867) en la Reserva de la Biosfera Maya - Temporada 2017* (Reporte técnico). Guatemala: USAC-CECON, FDN, MICUDE-DGPCyN-PANAT, CONAP, DIGI-USAC, UICN-SSC-TSG, y Fundación Segré.

Participantes y colaboradores

Coordinación general: Manolo J. García (CECON-USAC) y Raquel Leonardo (FDN)

Personal y colaboradores USAC: Vivian González, Gerber Guzmán, Andrea Aguilera, Arturo Palacios, Byron Cruz, Carlos Tzul, Darwin Castillo, Elvis Solís, Erwin Mayen, Fredy Bedoya, Isidro Meléndrez, Jaime Gutiérrez, Jaury Morales, Juan P. Najarro, Marcial Hernández, Mario Chun, Marvin García, Marvin Ochaeta, Marvin Tobar, Miguel Hernández, Renán Soto, Saúl Castillo, Víctor H. Hernández, Luis F. Rodas, Juan J. Romero, Marvin Rosales, Lourdes Núñez, Pablo González, Gabriela Cajbon y Santiago Zetina

Personal y colaboradores de Fundación Defensores de la Naturaleza: Nery Jurado, César Contreras, Juan Zepeda, Juan J. García, Belarmino García, Gregorio López, Juan Zepeda, Juan J. García, Antonio Urizar, Manuel A. Soberano, José A. Pérez, César A. Cuyush, Gesler Cohouj, Moisés Choc Chablé, Alejandra López, Myrnamaría Galindo, Víctor Cohuoj, Daniel de J. Mijangos, Andrid Ramírez, Isabel Martínez y Adriana Rivera.

Personal Parque Nacional Tikal: Samuel Ortega, Regino Arévalo, Esdras García, Blas Ochaeta, Aquiles E. Hernández y Cristel Pineda.

Personal Consejo Nacional de Áreas Protegidas Región VIII: Julio Madrid y Miriam Quiñonez.

Grupo Técnico de Acompañamiento – Petén 2017

Julio Madrid - Departamento de Vida Silvestre CONAP Región VIII, Juan José Romero - CECON-USAC, Marta Pujol - Fundación ProPetén, Aquiles Estuardo Hernández Córdova - MICUDE-DGPCyN-PANAT, Francisco Asturias - Parque Nacional Mirador Río Azul CONAP Región VIII, Rony García - Wildlife Conservation Society (WCS), Fernando Martínez-Asociación para el Rescate de la Vida Silvestre (ARCAS) y Aderito Chayax (Asociación Bio-Itzá).

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 2. Antecedentes | 7 |
| 2.1 El tapir o danto | 7 |
| 2.2 El tapir en Guatemala | 8 |
| 2.3 El tapir en la Selva Maya de Guatemala | 9 |
| 2.4 El tapir en la Reserva de la Biosfera Maya | 10 |
| 3. Metodología | 13 |
| 3.1 Áreas de estudio | 13 |
| 3.2 Muestreo de la presencia de tapir | 16 |
| 3.2.1 Niveles, escalas y unidades de muestreo | 16 |
| 3.2.2 Trazado de unidades de muestreo | 16 |
| 3.2.3 Ubicación de sitios de muestreo en campo | 16 |
| 3.2.4 Registro de la presencia del tapir | 16 |
| 3.2.5 Estimación de la probabilidad de ocupación (ψ) | 16 |
| 3.2.6 Interpretación de la probabilidad de ocupación (ψ) | 17 |
| 3.2.7 Sitios de muestreo 2017 | 17 |
| 4. Resultados y discusión temporada 2017 | 19 |
| 5. Recomendaciones | 23 |
| 6. Referencias bibliográficas | 25 |
| Apéndices | 29 |

Acrónimos

| | |
|--------|---|
| ARCAS | Asociación de Rescate y Conservación de la Vida Silvestre |
| BPNDL | Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas |
| BPSMPZ | Biotopo Protegido San Miguel La Palotada - El Zotz |
| CECON | Centro de Estudios Conservacionistas |
| CONAP | Consejo Nacional de Áreas Protegidas |
| DGPCyN | Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural |
| DIGI | Dirección General de Investigación |
| FDN | Fundación Defensores de la Naturaleza |
| MICUDE | Ministerio de Cultura y Deportes |
| PANAT | Parque Nacional Tikal |
| PNMRA | Parque Nacional Mirador Río Azul |
| PNSL | Parque Nacional Sierra de Lacandón |
| PNYNN | Parque Nacional Yaxhá Nakum Naranjo |
| RBM | Reserva de la Biosfera Maya |
| TSG | Tapir Specialist Group (Grupo de Especialistas del Tapir) |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |
| USAC | Universidad de San Carlos de Guatemala |

1. Introducción

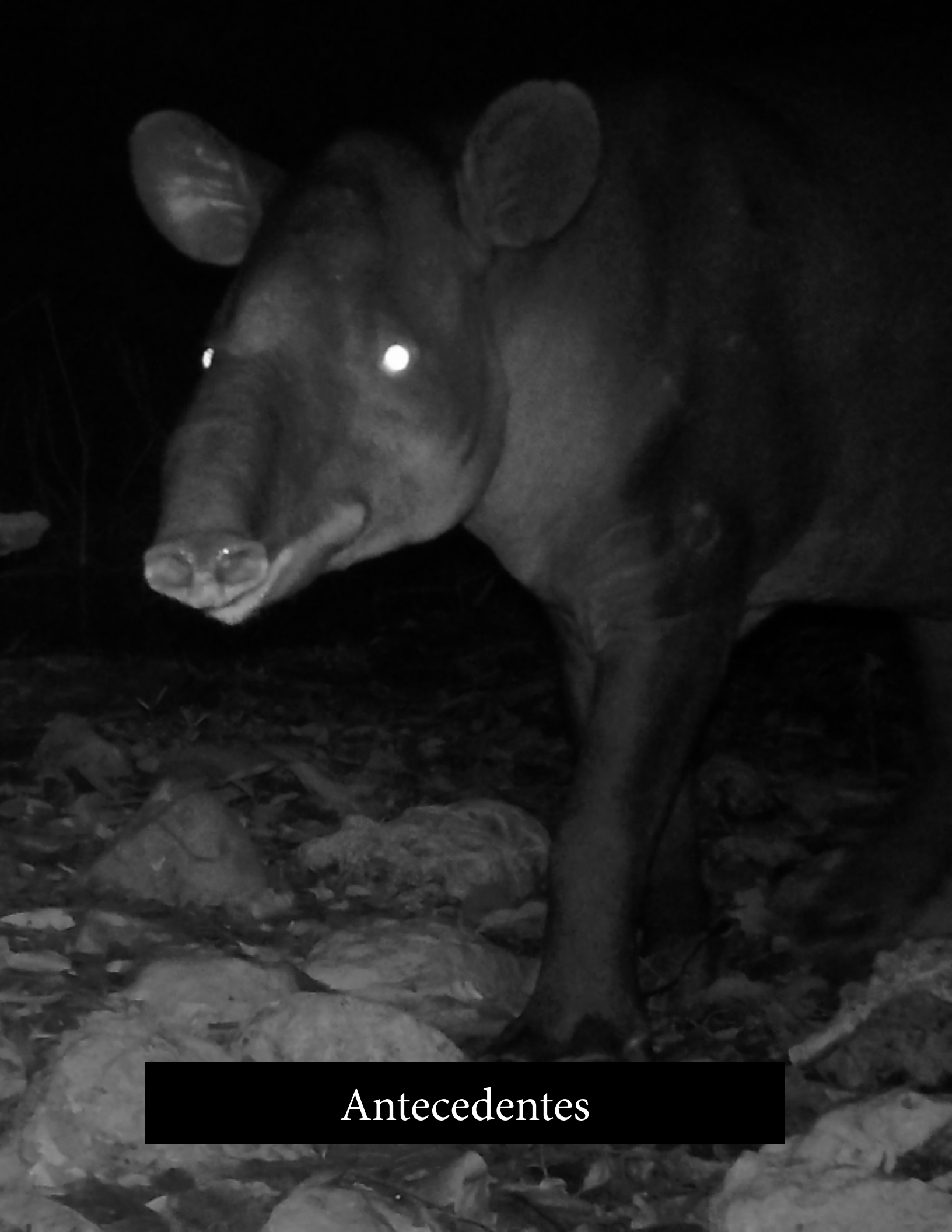
El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), conocido localmente como danto, es el mamífero terrestre de mayor talla en la región mesoamericana, encontrándose amenazado en todo su rango de distribución (García et al., 2016). Entre los principales remanentes de hábitat para esta especie en la actualidad, se encuentra la región denominada Selva Maya, la cual abarca territorios de Guatemala, México y Belice (García et al., 2016; Schank et al., 2015). En Guatemala se ha identificado que la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) contiene dos de los principales remanentes de hábitat para esta especie en el país, los cuales podrían contener aproximadamente el 80% de su población silvestre (García & Leonardo, 2016; García, Leonardo, Castillo, Gómez, & García, 2010; García, Leonardo, García, & Gómez, 2009).

En la más reciente actualización del Plan Maestro de la RBM, el tapir fue seleccionado como un nuevo Elemento Natural de Conservación, por ser considerado un buen indicador de la integridad ecológica de los ecosistemas que habita (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2015). Debido a lo cual, esta especie adquiere relevancia para la conservación y manejo de la diversidad biológica en esta reserva, siendo necesario conocer el estado de sus poblaciones a través del tiempo.

En respuesta a la necesidad de monitorear el estado de las poblaciones silvestres del tapir, en el año 2015, se planteó un protocolo base para su monitoreo en la RBM por el Programa para la Conservación del Tapir en Guatemala del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) y la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN). En el año 2016 se implementó un estudio piloto en tres zonas núcleo, cuyos resultados permitieron el enriquecimiento y mejora del protocolo base.

Durante el desarrollo e implementación del estudio piloto, con el fin de contar con la asesoría de profesionales con experiencia en las temáticas de investigación y monitoreo en la RBM, así como en vida silvestre, en el año 2015 se conformó un Grupo Técnico de Acompañamiento (GTA). Este grupo se integró por representantes de diversas instituciones con presencia en la RBM. Durante los años 2016 y 2017 se tuvieron reuniones del grupo para presentar los resultados del estudio piloto y así obtener recomendaciones de sus integrantes.

El protocolo se basa en la estimación de la probabilidad de ocupación del tapir en las áreas de estudio, a través del registro de la presencia de la especie empleando trampas cámara y búsqueda de rastros. En este documento se presentan los principales resultados obtenidos durante el primer año de muestreo, correspondiente a la temporada 2017, en cuatro zonas núcleo de la RBM.



Antecedentes

2. Antecedentes

2.1 El tapir o danto

La especie *Tapirus bairdii* (Gill, 1867) es un mamífero perteneciente a la familia Tapiridae del orden Perissodactyla (Reid, 2009). Algunos autores lo incluyen en el género *Tapirella*, sin embargo, en el presente documento utilizaremos el género *Tapirus* como válido para la especie (American Society of Mammalogists, 2019; Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 2019). Este mamífero habita desde el sureste de México hasta el noroccidente de Colombia, siendo en la actualidad el único representante nativo de su orden para la región (García et al., 2016; Schank et al., 2015).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tapir y sus nombres comunes

| | |
|-----------------|---|
| Clase | Mammalia (mamíferos) |
| Orden | Perissodactyla (ungulados de pezuña impar) |
| Familia | Tapiridae (tapires) |
| Género | <i>Tapirus</i> |
| Especie | <i>Tapirus bairdii</i> |
| Autoridad | Gill, 1867 |
| Nombres comunes | Castellano: tapir, danto o macho de monte; Q'eqchi': tixl; K'iche': tucumbalan; Poqomchi': tix; Jakalteco: tzimin |

Se caracteriza por poseer una proboscis formada por la nariz y el labio superior (Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 2018). Es considerado el mamífero terrestre de mayor talla en el Neotrópico (regiones tropicales del continente americano), ya que puede llegar a medir hasta 2 m de largo y 1.2 m de altura a la grupa y pesar hasta 350 kg (Reid, 2009). Tiene 4 dedos en las patas delanteras y 3 en las traseras, presentando en ambos casos una almohadilla que ayuda a soportar su peso (CECON, 2018; Reid, 2009).



Los adultos son de color gris con una coloración más clara en las mejillas, garganta y parte superior del pecho, mientras que las crías presentan una coloración rojiza con marcas blancas que le sirven como camuflaje (CECON, 2018; Reid, 2009). El período de gestación dura aproximadamente 13 meses y las crías permanecen con su madre a lo largo de 1 año, por lo cual los tapires presentan ciclos reproductivos largo, debido lo cual, la recuperación de poblaciones que han sido afectadas suele ser lenta (Quse y Fernandes-Santos, 2014; Quse y González, 2008).

Su dieta es totalmente herbívora, alimentándose principalmente de hojas, ramas y brotes tiernos, consumiendo también algunos frutos y corteza de árboles (García, 2006; O’Farrill, Galetti, y Campos-Arceiz, 2013). Se le conoce como el jardinero o arquitecto del bosque por el papel que desempeña en mantener la estructura del sotobosque (hierbas, arbustos y árboles jóvenes), al consumir gran cantidad de alimento. Es un importante dispersor de especies como el chicozapote (*Manilkara achras*), cuyas semillas no son ingeridas por otras especies (O’Farrill, Calmé, y Gonzalez, 2006).

La especie ha sido catalogada *En Peligro* en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como consecuencia de la disminución de sus poblaciones, ocasionada por la pérdida de hábitat en años recientes y la cacería (García et al., 2016). También se incluye en la Lista de Especies Amenazadas de Guatemala (LEA) en la *Categoría II* y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el *Apéndice I* (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2009).

2.2 El tapir en Guatemala

García y Leonardo (2019) clasificaron la distribución del tapir en el país en cinco regiones, con el fin de analizar su persistencia a través del tiempo, considerandola como *Extinta localmente* después de 50 años sin registro. De acuerdo con registros históricos que van desde la época prehispánica al año 2015, se sabe que la especie tuvo una amplia distribución, incluyendo las tres vertientes que existen en el país (del Pacífico, del Caribe y del Golfo), sin embargo, en la actualidad únicamente está presente en dos de ellas, ya que se encuentra extinta en la vertiente del Pacífico (Tabla 2/ García y Leonardo, 2019).

Tabla 2

Regiones con distribución del tapir en Guatemala y su persistencia en diferentes períodos de la historia del país

| Vertiente(s) Región | Pacífico | | Caribe | | Caribe / del Golfo |
|------------------------------------|-----------------------------|---|---|--|------------------------|
| | Región 1 Llanura costera | Región 2 Boca costa y cadena volcánica | Región 3 Sierra de las Minas - Montañas del Mico | Región 4 Polochich- Río Dulce- Amatique | Región 5 Selva Maya |
| Prehispánico (-1524) | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente |
| Colonial a siglo XIX (1524-1900) | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente |
| Primera mitad siglo XX (1900-1949) | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente |
| Segunda mitad siglo XX (1950-1999) | Sin registro | Sin registro | Presente | Presente | Presente |
| Contemporáneo (2000-2015) | Extinta localmente | Extinta localmente | Presente | Presente | Presente |

Fuente: García y Leonardo, 2019

En la actualidad, el hábitat potencial del tapir corresponde a remanentes de bosque, y por lo tanto, se asume que sus poblaciones pueden estar aisladas entre sí, como consecuencia de la pérdida de la cobertura forestal (García, Castillo, y Leonardo, 2011). García y Leonardo (2016) realizaron una evaluación de los principales remanentes en el país, con base en la presencia de la especie, grado de conectividad y grado de protección, los cuales corresponden a: RBM noreste (RBM-NE), RBM noroeste (RBM-NO), Sierra de las Minas, Ecorregión Lachuá y remanentes del departamento de Izabal y sur de Petén (Figura 1/ García y Leonardo, 2016; García y Leonardo, 2019).

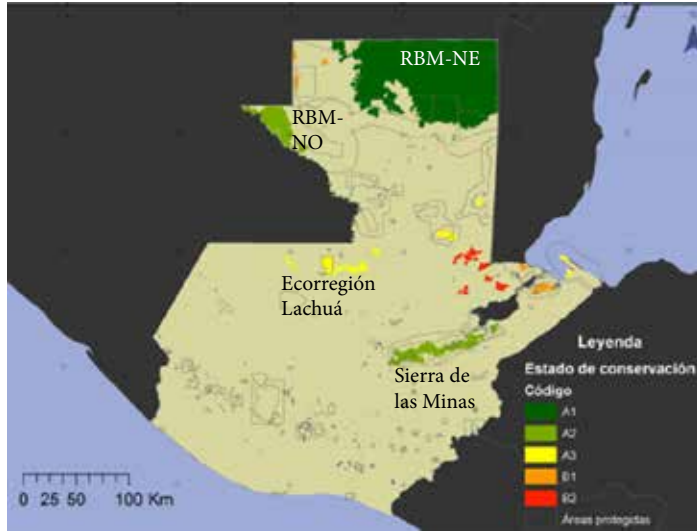


Figura 1. Clasificación de los principales remanentes de hábitat potencial para el tapir en Guatemala. Códigos: A1- con presencia de la especie, conectividad alta y con protección, A2- con presencia de la especie, conectividad media y con protección, A3- con presencia de la especie, conectividad baja y con protección, B1- sin presencia de la especie, conectividad baja y con protección, y B2- sin presencia de la especie, conectividad baja y con poca protección. Fuente: García y Leonardo, 2016.

2.3 El tapir en la Selva Maya de Guatemala

Para la región 5 *Selva Maya*, García y Leonardo (2016) consideraron 5 subregiones de acuerdo al aislamiento de los remanentes de hábitat y las áreas protegidas presentes, las cuales consisten en: Ecorregión Lachuá, Complejos I y II, RBM-NO, RBM-NE y Complejos III y IV (Centro de Estudios Conservacionistas [CECON] y Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN], 2016 / Tabla 3). En el caso de la Subregión 2 (Complejos I y II), la población de tapires se considera *Extinta localmente* ya que en el único sitio con registro de la especie para el período contemporáneo (en el año 2008 por García y colaboradores 2009), la Reserva Biológica San Román, se perdió el hábitat potencial para la especie y en la actualidad hay plantaciones de palma africana en el área (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra [GIMBOT], 2014). Para el caso de la subregión 5 (Complejos III y IV) no se cuenta con registros recientes en los Refugios de Vida Silvestre Xutilhá y Machaquilá, únicamente en la Reserva de Biosfera Montañas Mayas Chiquibul. Algunos remanentes de hábitat en el Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT) se podrían considerar como una sexta subregión ya que se encuentran ubicados entre RBM-NO y RBM-NE.

Tabla 3

Subpoblaciones de tapir de la Región 5 Selva Maya en Guatemala

| Período | Subregión 1 Ecorregión Lachuá | Subregión 2 Complejos I y II | Subregión 3 RBM-NO | Subregión 4 RBM-NE | Subregión 5 Complejos III y IV |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 2000-2005 | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente |
| 2006-2010 | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente |
| 2011-2015 | Presente | Extinta localmente | Presente | Presente | Presente |

Fuente: CECON y FDN, 2016

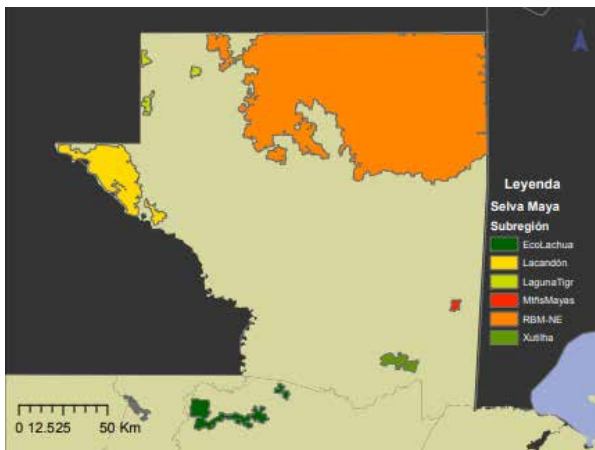


Figura 2. Remanentes de hábitat potencial para el tapir en la región 5 Selva Maya: (a) Ecorregión Lachúa - verde oscuro, (b) RBM-NO - amarillo, (c) Laguna del Tigre - verde claro, (d) RBM-NE - naranja, (e) Montañas Mayas - rojo y (f) Xutilhá - verde medio. Fuente García y Leonardo, 2016.

2.4 El tapir en la RBM

Los tapires de la RBM corresponden a la región 5 Selva Maya, de la cual, para la reserva se consideran dos remanentes, RBM-NO y RBM-NE, ya que se asume que no hay intercambio de individuos entre los mismos por la pérdida de hábitat (García y Leonardo, 2016; GIMBOT, 2014).

La subregión RBM-NE se constituye por el remanente de hábitat potencial de mayor extensión en el país, el cual abarca distintas unidades de manejo de la RBM, entre las cuales se incluyen 6 zonas núcleo, concesiones forestales en la Zona de Usos Múltiples (ZUM) y remanentes en la ZAM (Figura 3). Entre las zonas núcleo se incluyen: PNLT, Parque Nacional Mirador Río Azul (PNMRA), Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas (BPNDL), Biotopo Protegido San Miguel La Palotada - El Zotz (BPSM-PZ), Parque Nacional Tikal (PANAT) y Parque Nacional Yaxhá Nakum Naranja (PNYNN). Esta subregión tiene conectividad con la Reserva de Biosfera Calakmul en México y otras áreas de Belice.

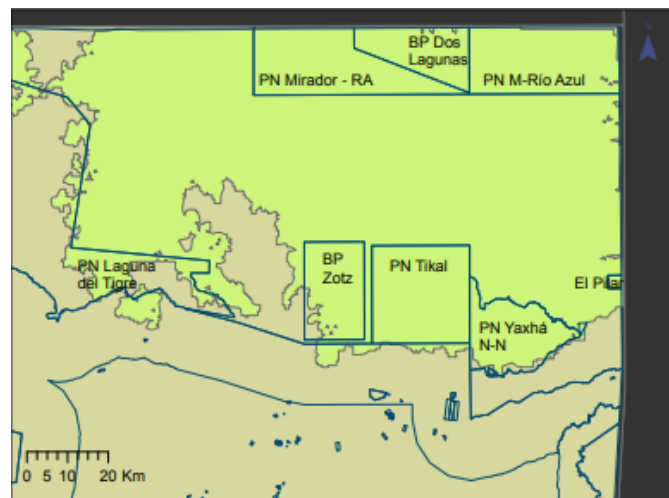


Figura 3. Subregión RBM-NE. Fuente CECON y FDN (2016).

La subregión RBM-NO está compuesta por remanentes de hábitat ubicados adentro del Parque Nacional Sierra del Lacandón (PNSL) y áreas adyacentes en la Zona de Amortiguamiento (ZAM) de la RBM (Figura 4). Esta subregión tiene conectividad hacia áreas en México en la denominada Selva Lacandona.

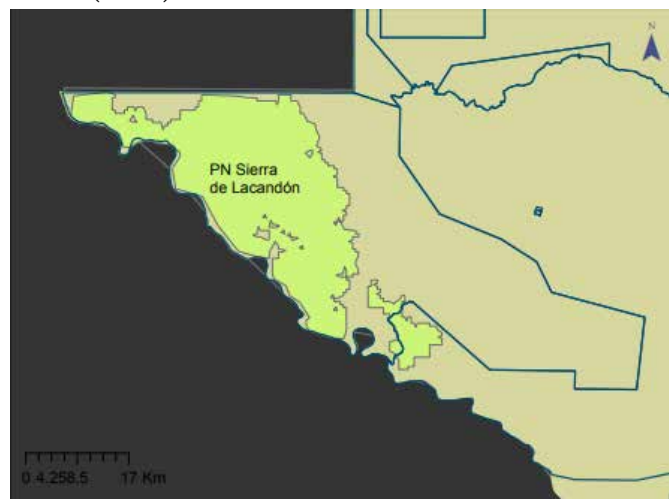


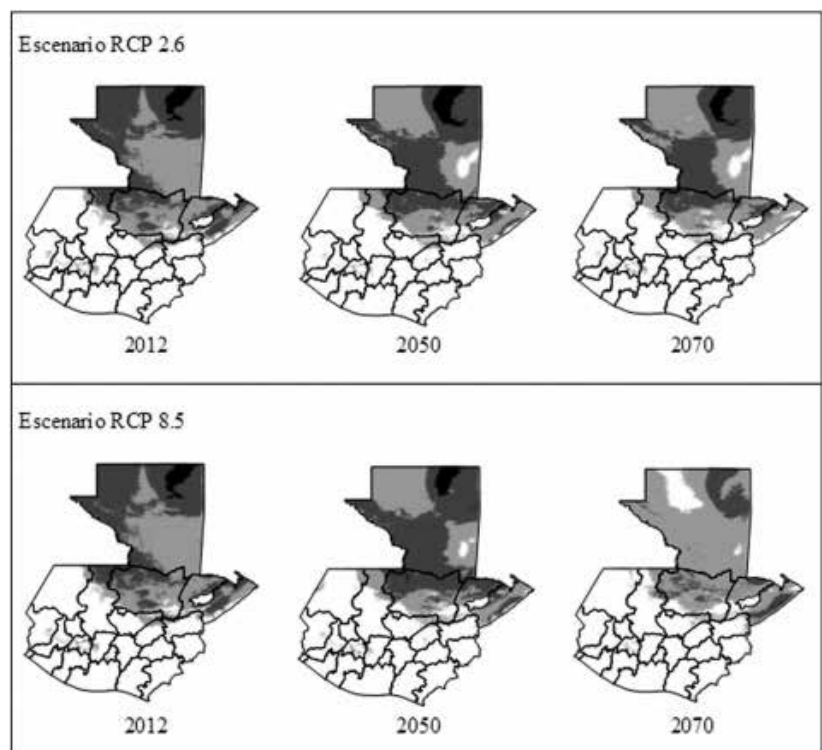
Figura 4. Subregión RBM-NO.

Dada la extensión del remanente de hábitat que representa a la RBM-NE y su continuidad hacia países vecinos, García y Leonardo (2016) y García y colaboradores (2010) a través de Análisis de Viabilidad Poblacional (AVP) desarrollados en el programa Vortex (Lacy, 1993; Lacy y Pollak, 2014), estimaron que la población presente en este remanente presenta la mayor probabilidad de supervivencia para un período de 100 años en el país. Le sigue en cuanto a viabilidad poblacional la población que corresponde a la subregión RBM-NO.

De acuerdo con el análisis de viabilidad de los Elementos Naturales de Conservación, al tapir se le categorizó como *Bueno*, sin embargo, en ese momento no se contaba con información sobre su condición, por lo cual se sugirió completar la evaluación en el futuro debido a la falta de información (CONAP, 2015). Asimismo, el tapir se relaciona con otros Elementos de Conservación a escala de paisajes: paisaje de serranía, paisaje de planicie serranía y paisaje de humedales, y en especial con los sistemas hídricos, tanto ribereño como lagunar, por su asociación con los diferentes cuerpos de agua (CECON, 2018; CONAP, 2015). De modo que, al generar información sobre esta especie, también se brindan insumos para la evaluación de otros elementos de la reserva.

En el análisis de amenazas para los Elementos Naturales de Conservación, se identifica a las *Enfermedades infecciosas emergentes* como la principal amenaza para la especie en la reserva (CONAP, 2015). Otras amenazas que tienen un impacto sobre la especie son: avance de la frontera ganadera y ganadería extensiva establecida, exploración y explotación petrolera, incendios de ecosistemas naturales, así como los efectos negativos potenciales del cambio climático, principalmente sobre los sistemas hídricos (CONAP, 2015). Con respecto a esta última amenaza, García y Leonardo (2019) con base en proyecciones de cambio climático con los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5 para los años 2050 y 2070, utilizando modelos de hábitat potencial desarrollados con el programa MaxEnt (Phillips, Dudik, & Schapire, 2010), estimaron que en el futuro podría ocurrir una disminución en la extensión y la calidad del hábitat potencial para el tapir en la reserva (Figura 5).

Figura 5. Modelos de distribución potencial para el tapir en Guatemala con los escenarios de cambio climático RCP 2.6 y RCP 8.5. La tonalidad oscura representan zonas de aptitud alta, la tonalidad intermedia representa zonas de aptitud media, la tonalidad clara representa zonas de aptitud baja y las zonas sin tonalidad (en color blanco) representan zonas sin hábitat potencial para el tapir. Fuente: García y Leonardo, 2019.





Metodología

3. Metodología

La metodología empleada se basó en el protocolo para el monitoreo del tapir en la RBM, desarrollado por el Programa para la Conservación del Tapir en Guatemala del CECON y FDN en el marco del Programa Mundial para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la UICN (IUCN-SSC-TSG) y la Fundación Segré (CECON y FDN, 2016).

3.1 Áreas de estudio

El estudio se realizó en la RBM, ubicada en el extremo norte de Guatemala, en el departamento de Petén (CONAP, 2015 / Figura 6). Esta reserva fue creada en el año 1990 mediante el Decreto 5-90 del Congreso de la República. Tiene una extensión de 2,090,667 ha (alrededor del 20% del territorio), siendo el área protegida más grande del país (CONAP, 2015).

Está dividida en tres zonas de manejo: Zonas Núcleo (ZN/ 817,260 ha), Zona de Usos Múltiples (ZUM/ 802,675 ha) y Zona de Amortiguamiento (ZAM/ 470,723 ha). Incluye 5 Parques Nacionales, 4 Biotopos Protegidos, 1 Monumento Cultural, 10 concesiones forestales manejadas por comunidades, 2 concesiones forestales manejadas por la industria y más de 180 sitios arqueológicos (CONAP, 2015).

El muestreo durante la temporada 2017 se implementó en cuatro zonas núcleo, los parques nacionales Sierra de Lacandón (PNSL) y Tikal (PANAT) y los biotopos protegidos San Miguel La Palotada - El Zotz (BPSMPZ) y Naachtún Dos Lagunas (BPNDL / Figura 7).



Figura 6. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Maya en el norte de Guatemala, Centroamérica.

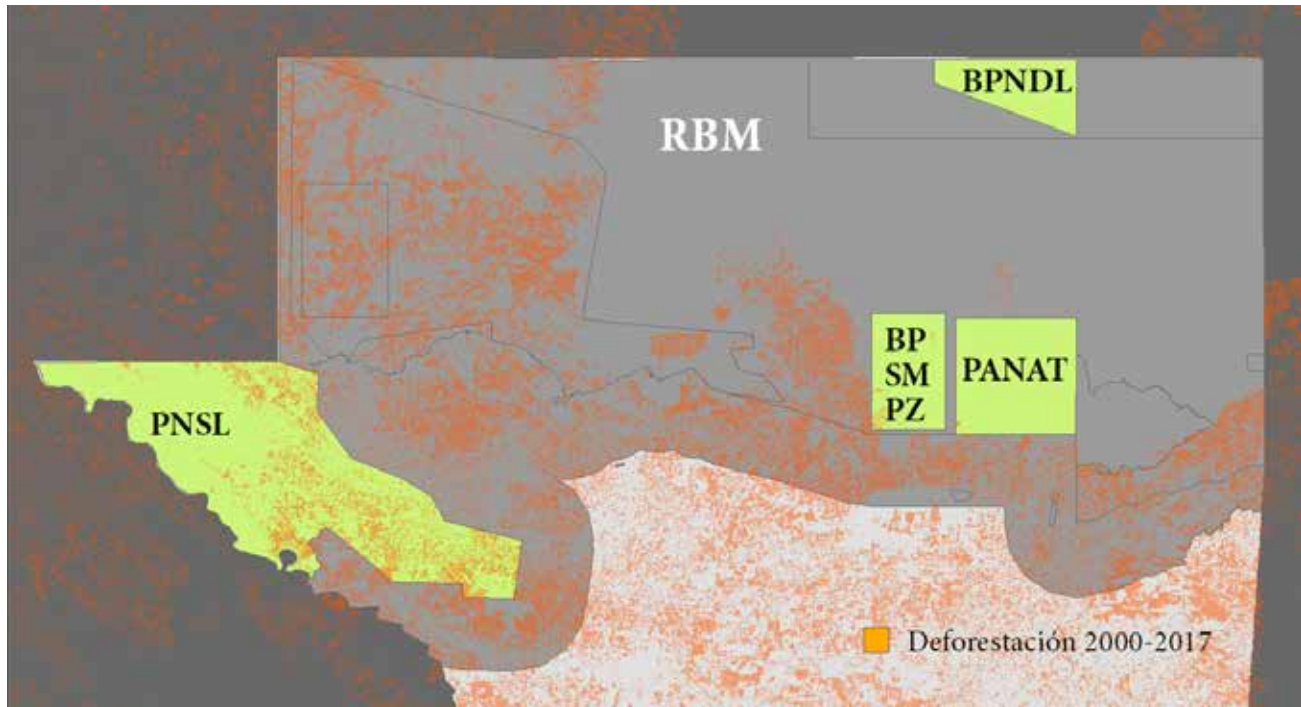


Figura 7. Ubicación de las áreas de estudio en la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala y la deforestación 2000-2017 (Hansen et al., 2013).

Parque Nacional Sierra de Lacandón (PNSL)

Cuenta con una extensión de 202, 865 ha y un perímetro de 290 km, por lo que constituye el segundo parque nacional de mayor extensión en Guatemala (CONAP, 2015). Se ubica al noreste de los municipios de La Libertad y Las Cruces y limita al oeste y norte con los estados mexicanos de Chiapas y Tabasco, respectivamente (CONAP, 2015).

La geomorfología consiste en colinas y serranías, donde se encuentran las mayores altitudes de la RBM, con un punto máximo de 636 msnm (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2004; CONAP, 2015). La precipitación es mayor que en el resto de áreas de la RBM, debido a su marcado relieve, su gran extensión de cobertura boscosa y su proximidad al río Usumacinta (CONAP, 2015).

Su alta diversidad biológica incluye 53 especies de peces, 28 especies de anfibios, 68 especies de reptiles, 404 especies de aves y 72 especies de mamíferos.



Parque Nacional Tikal (PANAT)

Cuenta con una extensión de 57,600 ha. Se ubica en el municipio de Flores, limitando al norte con la concesión forestal comunitaria de Uaxactún, al oeste con el BPSMPZ, al este con el PNYNN y al sur con la ZAM. Fue declarado sitio de Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la Humanidad en 1979 por la UNESCO (CONAP, 2015).

Forma parte del paisaje funcional de planicie-serranía (CONAP, 2015; MICUDE/DGPNyC, TNC, RARE, WCS, UNESCO, y USAID, 2003). Cuenta con arroyos intermitentes y el río Holmul, localmente conocido como Arroyo Negro, el cual se inunda temporalmente y representa una fuente importante de agua durante la época seca (MICUDE/DGPNyC et al., 2003).

Su alta diversidad biológica incluye 25 especies de anfibios, 105 especies de reptiles, 352 especies de aves y 105 especies de mamíferos (MICUDE/DGPNyC et al., 2003).



Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas (BPNDL)

Cuenta con una extensión de 30,719 ha. Se ubica al noreste del departamento de Petén en los municipios de San José y Flores; colinda al norte con la Reserva de Biosfera Calakmul en México y con el PNMRA al este, oeste y sur. Forma parte del denominado corazón de la Selva Maya (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural [DGPCyN], y Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 2009).

Posee áreas de serranía alcanzando altitudes entre los 80 y 300 msnm (Barrios, 1995). Sus características hidrológicas lo componen de lagunas, lagunetas, aguadas, humedales, ríos y arroyos, siendo las aguadas los cuerpos de agua más importantes durante la época seca (CONAP et al. 2009).

Su alta diversidad biológica incluye 220 especies vegetales y al menos 400 especies de vertebrados (García, González, Aguilera, y Guzmán, 2017; García, López, y Ramírez, 2015; González, 2015; Ixcot et al., 2005).



Biotopo Protegido San Miguel La Palotada - El Zotz (BPSMPZ)

Cuenta con una extensión de 34,934 ha. Ubicado en el municipio de San José, colinda al este con el Panat, al norte y al oeste con la ZUM y al sur con la ZAM (CONAP, 2015). Es actualmente una de las zonas núcleo con mayor presión antrópica debido al avance de la frontera agrícola, cacería ilegal e incendios forestales (CONAP, 2015).

Presenta un área de serranía que cruza el biotopo en dirección norte-sur (Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 1999). Se ubica en la parte alta de la subcuenca del río San Pedro, que a su vez pertenece a la cuenca del río Usumacinta (CECON, 1999).

Su alta diversidad biológica incluye 160 especies vegetales y 223 especies de vertebrados sin tomar en cuenta peces (Calderón, 2009; Calderón, Romero, y González, 2007; García et al., 2017; Ixcot et al., 2005).



3.2 Muestreo de la presencia de tapir

3.2.1 Niveles, escalas y unidades de muestreo

Se propone que la implementación a nivel subregional se realice utilizando distintas escalas espaciales, organizadas en niveles jerárquicos. Estos niveles están estructurados de manera que al muestrear en un nivel específico, también se muestrea en los niveles superiores correspondientes. Las unidades de muestreo y los parámetros a evaluar son específicos para los distintos niveles o escalas. La unidad de muestra para el Nivel 1 corresponde a una cuadrícula de 12 x 12 km, con base en el área mínima aproximada de hábitat donde se ha registrado actividad reproductiva de tapires en el país a lo largo de más de 10 años (el caso del Parque Nacional Laguna Lachuá, desde el año 2005 al 2016). La unidad de muestra para el Nivel 3 de 1.5 x 1.5 km corresponde a uno de los mayores rangos de hogar reportados para la especie (2.32 km² / Naranjo, 2009), y el Nivel 2 corresponde a un valor intermedio de 6 x 6 km. En el presente estudio únicamente se desarrollaron los niveles 1 y 2.

3.2.2 Trazado de unidades de muestreo

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) se elaboró un mapa donde se trazaron cuadrículas con celdas de 6 x 6 km (Nivel 2) para cada una de las áreas de estudio.

3.2.3 Ubicación de sitios de muestreo en campo

Para la selección de sitios de muestreo se dio prioridad a elementos naturales relacionados con la biología del tapir como lagunas, aguadas u otros cuerpos de agua, letrinas, caminos o veredas de tapires y comederos, con el fin de aumentar la probabilidad de registro de la especie. En caso de no encontrar alguno de estos elementos, el sitio de muestreo se seleccionó en función de su accesibilidad. Posteriormente, con base en el conocimiento de guardarrrecursos, técnicos, investigadores y personal de las áreas de estudio, se identificaron sitios potenciales para la ubicación de las estaciones de muestreo, los cuales fueron visitados para corroborar su ubicación. En el caso de BPNDL, BPSMPZ y PNSL se utilizaron los sitios de muestreo empleados durante el estudio piloto implementado en la temporada 2016 con algunas variantes.

3.2.4 Registro de la presencia del tapir

Se utilizaron trampas cámara, una herramienta importante para el monitoreo de especies raras o crípticas, las cuales consisten en cámaras automáticas que se activan por el calor y/o el movimiento, marca Bushnell, modelos Trophycam de 8 megapíxeles y Trophycam No Glow de 14 megapíxeles. Estas fueron programadas para estar activas las 24 horas del día, tomando de tres a una foto, con quince a un segundo entre eventos de acuerdo al modelo. Las cámaras fueron instaladas a una altura aproximada de 50 cm, en árboles, tomando en cuenta la dirección del lente para evitar su orientación directamente al sol. Se instaló una estación de muestro con una trampa cámara en cada celda de 6 x 6 km.

Para el procesamiento de las fotografías se utilizó la aplicación Camera Base versión 7 (Tobler, 2013), con la cual se generó una base de datos con los registros obtenidos en campo. Se consideraron como eventos independientes cuando transcurrió 1 hora entre fotos de una misma especie en una misma estación de muestreo.

3.2.5 Estimación de la probabilidad de ocupación (ψ)

Con la información obtenida se estimó la probabilidad de ocupación del tapir en las áreas de estudio correspondiente al Nivel 2. Se generaron historiales de captura para cada una de las unidades en lapsos de 10 días de acuerdo a lo establecido por Jordan, Schank, Urquhart, y Dans (2016) con base en reportes de los movimientos de la especie dentro de su ámbito de hogar reportado por Jordan (2015), en los

cuales el 1 corresponde al registro de la especie y el 0 cuando no se registró. Los modelos de ocupación fueron generados utilizando el programa Presence (Hines, 2006). Se estimó la ocupación, probabilidad de ocupación y la detectabilidad. Para la presente temporada se utilizó el modelo para una única especie en una temporada donde se asume que la ocupación y la detectabilidad son constantes para todas las estaciones de muestreo.

3.2.6 Interpretación de la probabilidad de ocupación (ψ)

La probabilidad de ocupación es un parámetro que generalmente está correlacionado con la abundancia y densidad de una especie determinada, es decir, a mayor abundancia o densidad, mayor ocupación (MacKenzie, Nichols, Royce, Pollock, Bailey, & Hines, 2006). Se presenta en valores que van de 0 (ausencia total de la especie) hasta 1 (presencia de la especie en todas las estaciones). Dado que aún no se cuenta con suficiente información sobre la ocupación del tapir y su correlación con la integridad ecológica en la RBM, para el presente estudio se definieron 5 categorías en intervalos iguales o equivalentes como se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Categorías definidas en intervalos equivalentes para la probabilidad de ocupación del tapir

| | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| Valores probabilidad de ocupación (ψ) | 0-0.2 | 0.21-0.4 | 0.41-0.6 | 0.61-0.8 | 0.81-1.0 |
| Categoría | Muy baja | Baja | Media | Alta | Muy alta |

3.2.7 Sitios de muestreo 2017

Se seleccionaron 62 estaciones de muestreo, 36 en RBM-NO y 26 en RBM-NE (9 en BPNDL, 8 en BPSMPZ y 9 en PANAT), con períodos de muestreo de 70 a 140 días (Tabla 5). Debido a que los datos colectados acerca de esta especie en peligro de extinción es información sensible, no se detallará ubicación ni identidad de las estaciones de muestreo.

Tabla 5

Esfuerzo de muestreo para el monitoreo del tapir en la Reserva de la Biosfera Maya temporada 2017

| Remanente | Sitio | Número de estaciones | Días de muestreo |
|-----------|--------|----------------------|------------------|
| RBM-NE | PANAT | 9 | 70 |
| | BPNDL | 9 | 130 |
| | BPSMPZ | 8 | 130 |
| RBM-NO | PNSL | 36 | 140 |



Resultados y discusión

4. Resultados y discusión temporada 2017

Se obtuvieron 2,988 eventos independientes, de los cuales 175 corresponden a eventos con registro de tapir (Anexo 1 y Tabla 6). El área con mayor número de eventos con tapir fue el BPNDL seguido del PNSL y el área con menor número de registros fue BPSMPZ.

Tabla 6

Número de eventos de fotocaptura registrados durante la temporada 2017 por área de estudio

| Remanente | Área de estudio | Eventos independientes | Eventos independientes de tapir |
|-----------|-----------------|------------------------|---------------------------------|
| RBM-NE | BPNDL | 945 | 106 |
| | BPSMPZ | 138 | 2 |
| | PANAT | 206 | 22 |
| RBM-NO | PNSL | 1,699 | 45 |
| Total | | 2,988 | 175 |

A partir de los eventos registrados se construyeron los historiales de captura para las cuatro áreas de estudio (Apéndice 2). Con estos historiales se estimó la probabilidad de ocupación (ψ) para cada una de las áreas de estudio, así como para todo el conjunto de estaciones de muestreo (Tabla 7 y Figura 8). Los sitios con probabilidad de ocupación *Muy alta* fueron BPNDL y PANAT, mientras que el BPSMPZ presentó una probabilidad de ocupación *Muy baja*. El conjunto de zonas núcleo del remanente RBM-NE presentaron una ocupación *Alta*. El PNSL en el remanente RBM-NO presentó una probabilidad de ocupación *Media*.

Tabla 7

Estimación de la ocupación observada, probabilidad de ocupación y detectabilidad para cada área de estudio

| Remanente | Sitio | Ocupación observada | Probabilidad de ocupación | Error estándar | Detectabilidad | Categoría |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------------|----------------|----------------|-----------|
| RBM-NE | BPNDL | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.40 | Muy alta |
| | PANAT | 0.67 | 0.94 | 0.28 | 0.20 | Muy alta |
| | BPSMPZ | 0.13 | 0.17 | 0.17 | 0.12 | Muy baja |
| | Zonas núcleo RBM-NE | 0.62 | 0.65 | 0.07 | 0.34 | Alta |
| RBM-NO | PNSL | 0.42 | 0.50 | 0.08 | 0.31 | Media |

La *Muy alta* probabilidad de ocupación del tapir en BPNDL y PANAT podría estar relacionada con el menor grado de amenaza que presentan estos sitios con respecto al cambio en el uso del suelo 2000-2012 y en la recurrencia de incendios sobre sistemas naturales 2003-2012 (Conap, 2015). Se han estimado valores elevados de ocupación en otras áreas en la distribución del tapir como la Reserva de Biosfera Río Plátano en Honduras con $\psi=0.81$ (McCann, 2015); sin embargo, las probabilidades de ocupación para el BPNDL y PANAT son de las más altas para la región (De la Torre, Rivero, Camacho, y Álvarez-Márquez, 2018; Cove et al., 2013; McCann, 2015; McCann, Wheeler, Coles, y Bruford, 2012).

El mayor grado de accesibilidad (caminos y cercanía a centros poblados) del PANAT con relación al BPNDL podría tener relación con la menor ocupación observada y probabilidad de ocupación, como lo sugieren otros estudios realizados en Honduras y Costa Rica (Cove et al., 2013; McCann, 2015).

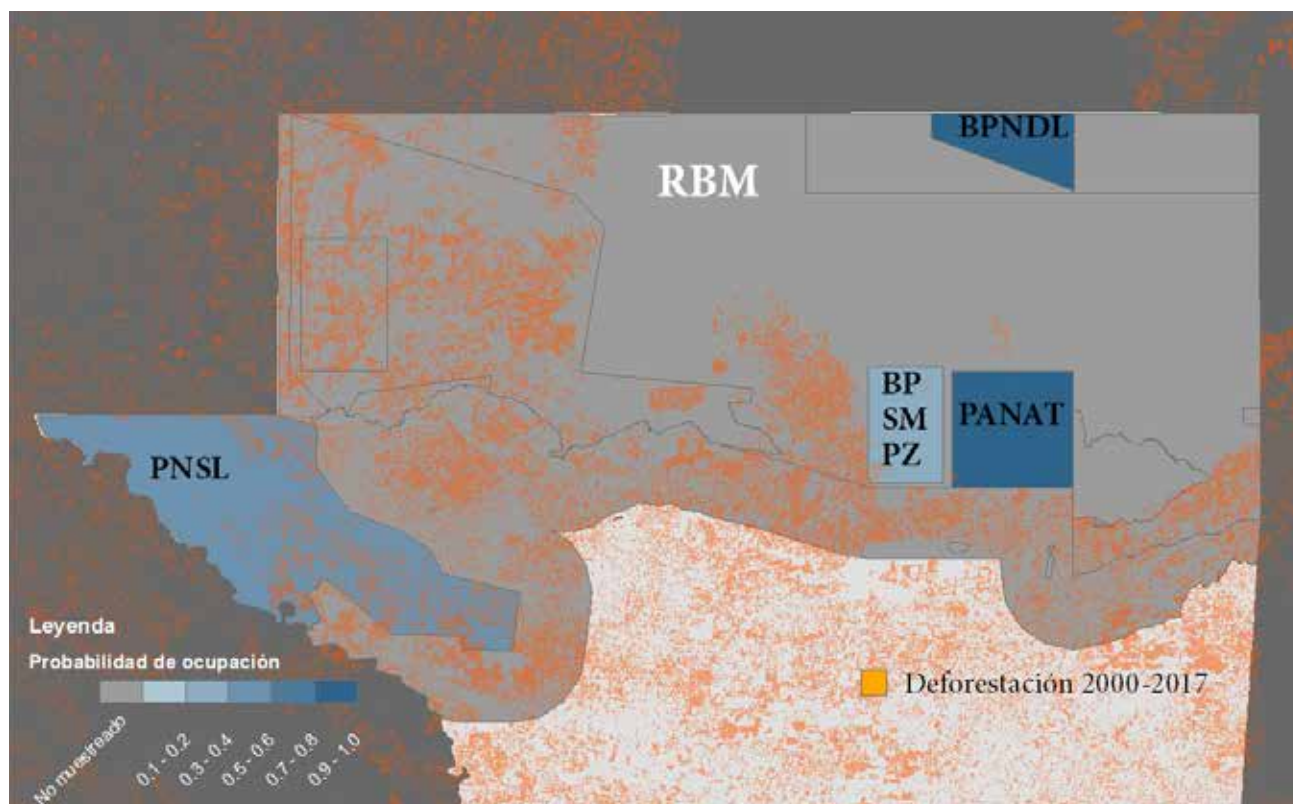


Figura 8. Mapa mostrando los valores estimados de la probabilidad de ocupación para las áreas de estudio y la deforestación 2000-2017 (Hansen et al., 2013)

En contraposición, la *Muy baja* probabilidad de ocupación en el BPSMPZ podría estar asociada al elevado nivel de amenaza con respecto al cambio en el uso del suelo 2000-2012, recurrencia de incendios sobre sistemas naturales 2003-2012 y accesibilidad (Conap, 2015). Un valor también bajo de ocupación del tapir fue reportado por McCann y colaboradores (2012) en el Parque Nacional Cusuco en Honduras para los años 2010-2011 con $\psi = 0.15$, un área donde reportan un rápido declive en la población de tapir como consecuencia de la cacería y pérdida de hábitat. En el BPSMPZ se estimó una de las probabilidades de ocupación más bajas estimadas para la región (De la Torre et al., 2018; Cove et al., 2013; McCann, 2015; McCann et al., 2012).

En el caso del PNSL se estimó una probabilidad de ocupación intermedia, similar a la reportada en otras áreas de distribución como el Parque Nacional Pico Bonito (sur) en Honduras con $\psi = 0.54$, Parque Nacional Cusuco previo al declive poblacional con $\psi = 0.48$ (2008-2009) y 0.53 (2009-2010) (McCann, 2015; McCann et al., 2012). De La Torre y colaboradores (2018) estimaron una ocupación observada de 0.45 y una detectabilidad de 0.40 en la Sierra Madre de Chiapas, valores similares a los estimados en el PNSL. Debido a su extensión, el PNSL presenta distintos grados de amenaza a lo largo de su extensión, con respecto a cambio en el uso del suelo 2000-2012, recurrencia de incendios sobre sistemas naturales 2003-2012, cacería y accesibilidad (CONAP, 2015).

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la ocupación del tapir podría estar relacionada con el grado de amenaza o presión antrópica de las áreas donde habita, tal como sugieren otros estudios realizados en la región (Cove et al., 2013; McCann, 2015). Resultados similares fueron encontrados por McCann (2015) en 4 áreas protegidas de Honduras, quien encontró que las zonas núcleo presentan una mayor probabilidad de ocupación que las zonas de amortiguamiento. En el es-

tudio de Cove y colaboradores (2013) en el corredor biológico San Juan - La Selva en Costa Rica, encontraron que la existencia de áreas protegidas y la distancia a poblados son variables con influencia en la ocupación del tapir, donde las áreas mejor protegidas y aisladas son las que presentan una mayor probabilidad de ocupación.

A partir de lo anterior, se puede interpretar que la probabilidad de ocupación del tapir está relacionada con la integridad ecológica en la RBM, donde a mayor ocupación, mayor integridad. En este sentido, la probabilidad de ocupación del todo el conjunto de sitios ($\psi=0.55$), podría sugerir que la reserva está perdiendo su integridad ecológica y por lo tanto no estaría cumpliendo sus objetivos de conservación.

Continuando con esta interpretación, es crítico fortalecer la efectividad de las áreas de estudio como zonas núcleo de la RBM, con prioridad en el BPSMPZ y PNSL, con el fin de garantizar la conservación de las poblaciones de tapir existentes y permitir la recuperación en las zonas con mayor presión. En el caso de BPNDL, aún cuando presenta un aparente buen estado de conservación, es necesario asegurar la persistencia de la cobertura forestal en las áreas contiguas, tanto en Guatemala como en países vecinos, de modo que continúe existiendo el macizo forestal de la Selva Maya. Asimismo, para el PANAT que también presenta un aparente buen estado de conservación, se sugiere la recuperación de áreas degradadas colidantes ubicadas en la ZAM con el fin de asegurar que exista un amortiguamiento de las actividades productivas que se llevan a cabo en esta zona, así como afuera de la RBM.

Es necesario continuar con la implementación y actualización del protocolo con el fin de incrementar el conocimiento acerca de la especie y el impacto de las amenazas sobre sus poblaciones. La inclusión de covariables en los modelos de ocupación puede aportar nuevos insumos para determinar la relación con el grado de amenaza de las áreas de estudio (distancia al borde de la deforestación, accesibilidad, recurrencia de incendios, entre otras), así como la influencia de factores relacionados con el muestreo (tipo de hábitat, lugar de instalación de la trampa-cámara, distancia a cuerpos de agua, entre otros).



Recomendaciones

5. Recomendaciones

Manejo de la RBM

Los resultados sugieren que la probabilidad de ocupación *Muy alta* en el BPDL y PANAT se debe a su bajo grado de presión antrópica, mientras que la menor ocupación observada en las otras áreas de estudio, en especial el BPSMPZ, se debe a un mayor grado de presión. Debido a esto, se sugiere fortalecer el manejo de toda la reserva a través de la coordinación interinstitucional, aplicación de la ley, mayor y mejor asignación de recursos, y participación activa de los actores de la sociedad civil.

Dado el alto grado de integridad ecológica que podría presentar el BPDL, se recomienda evitar el desarrollo de actividades que puedan generar impactos negativos dentro y en los alrededores de esta zona núcleo, ya que, la misma podría resguardar poblaciones fuente de especies sensibles a la perturbación como tapir, jabalí (*Tayassu pecari*) y faisán (*Crax rubra*), entre otras.

Para el remanente RBM-NE es importante fortalecer la efectividad del bloque de zonas núcleo BPSMPZ, Reserva BioItzá, PANAT y PNYNN, ya que las mismas están frenando el avance de la frontera agropecuaria y por tanto resguardando a la ZUM y la zonas núcleo ubicadas en el corazón de la Selva Maya, el BPNDL y PNMRA.

En el caso del remanente RBM-NO, es necesario incrementar la presencia interinstitucional y la asignación de recursos que permitan contribuir a la protección de la zona intangible, la recuperación de las áreas degradadas, la reducción de amenazas y al fortalecimiento de las comunidades que habitan legalmente dentro del Parque PNSL.

Fortalecer la investigación y monitoreo en la RBM, así como los espacios para su discusión y divulgación, con el fin de generar insumos científicos que permitan conocer la dinámica e integridad de la reserva a través del tiempo para que, a partir de ello, se tomen decisiones que favorezcan su conservación.

Monitoreo del tapir en la RBM

Fortalecer las alianzas interinstitucionales para continuar con el monitoreo del tapir en la RBM, como un indicador para su manejo y administración, puesto que permitirá evaluar la integridad de cada área a lo largo del tiempo.

Incluir otras áreas de la RBM en el monitoreo para tener un mejor panorama de la situación de la reserva. En la RBM-NE se recomienda incluir al PNYNN en el bloque BPSMPZ, PANAT; así mismo integrar al PNMRA para conformar un bloque en el norte, junto con el BPNDL. En el caso del RBM-NO es necesario fortalecer la presencia interinstitucional y la gobernabilidad en el PNLT y Biotopo Protegido Laguna del Tigre Río Escondido, para poder integrarlos al monitoreo de esta especie. También es recomendable que se integren al monitoreo del tapir las concesiones forestales de la ZUM y remanentes boscosos de la ZAM, con el fin de contar con unidades de muestreo en las distintas unidades de manejo de la reserva.

Análisis e interpretación de datos

Con respecto a los modelos de ocupación, se sugiere la integración de covariables con el fin de relacionar la probabilidad de ocupación del tapir con otros parámetros asociados con la integridad ecológica tales como distancia del borde de la cobertura forestal, centros poblados, carreteras e incendios.



Referencias bibliográficas

6. Referencias bibliográficas

American Society of Mammalogists [ASM]. (2019). *Mammal Diversity Database*. Disponible en: www.mammaldiversity.org.

Barrios, R. (1995). *50 áreas de interés especial para la conservación en Guatemala*. Arlington, Virginia: Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-CECON-CDC] y The Nature Conservancy [TNC].

Calderón, A. P. (2009). *Evaluación del estado de conservación del Biotopo San Miguel La Palotada - El Zotz utilizando murciélagos como indicadores de perturbación* (Informe técnico). Guatemala: Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-IIQB].

Calderón, P., Romero, J., & González, V. (2007). *Inventario de mamíferos del Biotopo San Miguel La Palotada "El Zotz"*. Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Centro de Estudios Conservacionistas [CECON]. (2019). *Catálogo de autoridades taxonómicas de vertebrados de Guatemala* (Documento técnico). Guatemala: Centro de Datos para la Conservación [CDC], Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-CECON]. Disponible en: <http://cdc.usac.edu.gt/>

Centro de Estudios Conservacionistas [CECON]. (2018). *Catálogo en línea de la Base de Datos de Patrimonio Natural del Centro de Datos para la Conservación (CDC)*. Guatemala: Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-CECON]. Disponible en: <http://cdc.usac.edu.gt/>

Centro de Estudios Conservacionistas [CECON]. (1999). *Plan maestro 2000-2004 Biotopo Protegido "San Miguel La Palotada El Zotz"*. Guatemala: Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Centro de Estudios Conservacionistas [CECON] & Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN]. (2016). *Protocolo para el monitoreo del tapir centroamericano (Tapirus bairdii) en la Reserva de Biosfera Maya, Guatemala*. Guatemala: autores.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2015). *Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya*. Segunda Actualización. Tomo I. Documento técnico 20-2016. Guatemala: autor

Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2009). *Lista de especies amenazadas de Guatemala -LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres CITES de Guatemala*. Documento técnico 67 (02-2009). Guatemala: autor.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2004). *Plan Maestro 2005-2009 Parque Nacional Sierra del Lacandón*. Guatemala: autor

Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural [DGPNyC], & Centro de Estudios Conservacionistas [CECON]. (2010). *Plan Maestro 2009-2013 Parque Nacional Mirador-Río Azul y Biotopo Protegido Naachtún-Dos Lagunas*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural [DGPNyC], Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], The Nature Conservancy [TNC], U.S. Department of Interior [DOI], & Asociación Balam.

Cove, M. V., Pardo, L. E., De La Cruz, J. C., Spínola, R. M., Jackson, V. L., Saéñz, J. C., y Chassot, O. (2013). Factors influencing the occurrence of the endangered Baird's tapir *Tapirus bairdii*: potential flagship species for a Costa Rican biological corridor. *Oryx*, 48(3), 402–409. doi:10.1017/S0030605313000070

De la Torre, J. A., Rivero, M., Camacho, G., y Álvarez-Márquez, L. A. (2018). Assessing occupancy and habitat connectivity for Baird's tapir to establish conservation priorities in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Journal for Nature Conservation*, 41(2018), 16-25.

García, M. J. (2006). *Caracterización de la dieta y el hábitat del tapir (Tapirus bairdii Gill, 1865) en ecosistemas ribereños del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala* (Tesis de licenciatura). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

García, M. J., Castillo, F., y Leonardo, R. (2011). Evaluación preliminar de la conectividad del hábitat para el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en Guatemala. *Tapir Conservation Newsletter* 20, 20-24.

García, M. J., González, V. R., Aguilera, A. L., y Guzmán, G. D. (2017). *Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en el hábitat del tapir (Tapirus bairdii) en la Reserva de la Biosfera Maya* (Informe final). Guatemala: Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas-Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia-Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-IIQB], Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-DIGI], Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN], Grupo de Especialistas del Tapir-Comisión para la supervivencia de las especies-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [TSG-SSC-IUCN] y Fundación Segré.

García, M., Jordan, C., O'Farril, G., Poot, C., Meyer, N., Estrada, N., Leonardo, R., Naranjo, E., Simons, Á., Herrera, A., Urgilés, C., Schank, C., Boshoff, L. y Ruiz-Galeano, M. (2016). *Tapirus bairdii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T21471A45173340. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T21471A45173340.en>.

García, M. J. y Leonardo, R. S. (2019). *Historia natural y conservación del tapir centroamericano (Tapirus bairdii) en Guatemala*. En Kraker, C., Calderón, A. P., & Cabrera, A. A. (Eds). *Perspectivas de investigación sobre los mamíferos silvestres de Guatemala* (pp. 125-135). Guatemala: Asociación de Mastozoólogos de Guatemala [ASOGUAMA].

García, M. J. y Leonardo, R. S. (2016). Classification of potential habitat of the Central American tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1865) for their conservation in Guatemala. *Therya*, 7(1), 67. doi: 10.12933/therya-16-345

García, M. J., Leonardo, R., Castillo, F., Gómez, I., y García, L. (2010). *El tapir centroamericano (Tapirus*

bairdii) como herramienta para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (Informe final proyecto 2.99). Guatemala: Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC-DIGI].

García, M. J., Leonardo, R., García, L., y Gómez, I. (2009). *Estado actual de conservación del tapir (Tapirus bairdii) en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas* (Informe final F05/07). Guatemala: Organización Nacional para la Conservación del Ambiente [ONCA], Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], y Fideicomiso para la Conservación en Guatemala [FONACON].

García, M. J., López, J. E., y Ramírez, M. F. (2015). Regeneración natural de la vegetación como base para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en tres Biotopos protegidos en la Reserva de Biosfera Maya, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 2(1), 53-64.

Grupo interinstitucional de monitoreo de bosques y uso de la tierra [GIMBOT]. (2014). Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y Mapa de cambios en uso de la tierra 2001- 2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero. Guatemala: autor.

González, V. R. (2015). Vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del Biotopo Protegido Naachtún - Dos Lagunas, Petén (Tesis de licenciatura). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Thau, D., ... Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850-853.

Hines, J. E. (2006). *PRESENCE- Software to estimate patch occupancy and related parameters*. Estados Unidos: USGS-PWRC.

Ixcot, L. C., Acevedo, M. E., Cano, E. B., Castillo, N. A., Córdova, M., Flores, M. E., Pérez, S. G. Orellana, R. E., y Villar, L. M. (2005). Estudios de biodiversidad en los biotopos: San Miguel La Palotada El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas, Petén, Guatemala. Guatemala: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología [SENACYT] & Centro de Estudios Conservacionistas [CECON].

Jordan, C. A. (2015). *The dynamics of wildlife and environmental knowledge in a bioculturally diverse coupled natural and human system in the Caribbean region of Nicaragua* (Tesis de doctorado). Michigan State University. Estados Unidos.

Jordan, C. A., Schank, C. J., Urquhart, G. R., y Dans, A. J. (2016). Terrestrial mammal occupancy in the context of widespread forest loss and a proposed interoceanic canal in Nicaragua's decreasingly remote South Caribbean Region. *PloS one*, 11(3), e0151372.

Lacy, R. C. (1993). VORTEX: A computer simulation model for Population Viability Analysis. *Wildlife Research*, 20, 45-65.

Lacy, R. C. y Pollak, J. P. (2014). *Vortex: A stochastic simulation of the extinction process*. Version 10.0. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Royce, J. A., Pollock, K. H., Bailey, L. L. R., y Hines, J. E. (2006). *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Oxford: Elsevier.

McCann, N. (2015). *The conservation of Baird's tapir (Tapirus bairdii) in Honduras* (Tesis de doctorado). Cardiff University. United Kingdom.

McCann, N. P., Wheeler, P. M., Coles, T., y Bruford, M. W. (2012). Rapid ongoing decline of Baird's tapir in Cusuco National Park, Honduras. *Integrative Zoology*, 2012 December, 7(4), 420-428. doi: 10.1111/j.1749-4877.2012.00312.x.

Ministerio de Cultura y Deporte-Dirección del Patrimonio Cultural y Natural [MICUDE/DGPNyC], The Nature Conservancy [TNC], RARE Center para la Conservación Tropical [RARE], Wildlife Conservation Society [WCS], Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], y Agencia Internacional para el Desarrollo- Gobierno de Estados Unidos de America. [USAID]. (2003). *Plan Maestro del Parque Nacional Tikal 2003-2008*. Guatemala: autores.

Naranjo, E. J. (2009). Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 140-158.

O'Farrill, G., Calmé, S., y Gonzalez, A. (2006). *Manilkara zapota*: A new record of a species dispersed by tapirs. *Tapir Conservation*, 15/1(19), 32-35.

O'Farrill, G., Galetti, M., y Campos-Arceiz, A. (2013). Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. *Integrative Zoology*, 8, 4-17.

Phillips, S., Dudik, M., y Schapire, R. (2010). Maxent Software, v. 3.3.3e. American Museum of Natural History. Disponible en: < https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent>.

Quse, V. y Fernandes-Santos, R. C. (2014). *Tapir veterinary manual*. Segunda edición. Grupo de Especialistas del Tapir, Comisión de Supervivencia de las Especies, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN-SSC-TSG].

Quse, V. y González, P. (2008). *El tapir, aspectos biológicos y ecológicos, manual teórico-práctico*. Fundación Temaiken. Buenos Aires: Vasquez Mazzini Editores.

Reid, F. A. (2009). *A field guide to the mammals of Central America and Southern Mexico*. Segunda edición. New York: Oxford University Press.

Schank, C., Mendoza, E., García V., M. J., Cove, M. V., Jordan, C. A., O'Farrill, G., Meyer, N., Lizcano, D. J., Estrada, N., Poot, C., y Leonardo, R. (2015). Integrating current range-wide occurrence data with species distribution models to map the potential distribution of Baird's Tapir. *Tapir Conservation Newsletter* 24, 15-30.

Tobler, M. (2013). Camera Base, User Guide Version 1.7.

Apéndices



Apéndice 1. Fotografías de tapires en las áreas de estudio



Fotografía 1. Tapir en el Parque Nacional Sierra de Lacandón, RBM, Guatemala



Fotografía 2. Tapir en el Parque Nacional Tikal, Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala



Fotografía 3. Tapir en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala



Fotografía 4. Tapir en el Biotopo Protegido San Miguel La Palotada - El Zotz, RBM, Guatemala

Apéndice 2. Historiales de captura empleados para la estimación de la probabilidad de ocupación

Parque Nacional Tikal

| Estación | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII |
|-----------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|------|
| Estación1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Estación3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Estación4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Estación5 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación6 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Estación7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Estación8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |
| Estación9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - |

Biotopo Protegido Dos Lagunas

| Estación | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII |
|-----------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|------|
| Estación1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Estación2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Estación3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Estación4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Estación8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Estación9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Biotopo Protegido San Miguel La Palotada - El Zotz

| Estación | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII |
|-----------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|------|
| Estación1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación4 | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación8 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Parque Nacional Sierra del Lacandón

| Estacion | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV |
|------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|------|-----|
| Estación1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Estación3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación9 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación12 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Estación14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Estación26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación32 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación33 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Estación34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Estación36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | - | - | - | - | - | - |