



Reporte técnico

Estado de conservación del tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1867) en cinco zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Maya 2021

Instituciones participantes:

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 y Parque Nacional Yaxha Nakum Naranjo
Consejo Nacional de Áreas Protegidas - Región VIII, Parque Nacional Yaxha Nakum
Naranjo

Con el cofinanciamiento de:

Programas Mundial y Latinoamericano 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

Guatemala, febrero 2022

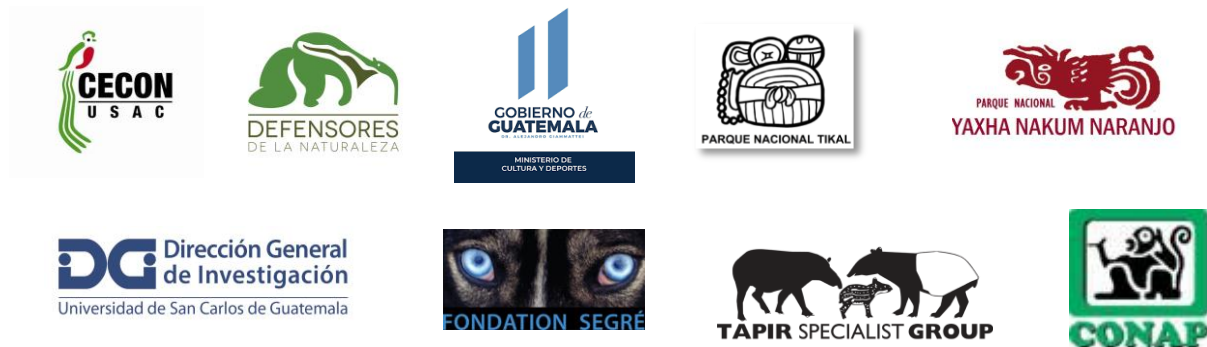
La realización de este estudio fue posible gracias al cofinanciamiento de los Programas Mundial y Latinoamericano para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la Comisión para la Supervivencia de las Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN-SSCTSG) - Fundación Segré (2015-2018 y 2020-2023) y de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI-USAC) (Años de ejecución 2017 y 2018, proyectos 4.8.63.2.03 y 4.8.63.2.35), así como a las contribuciones de las instituciones implementadoras.

Guatemala, 2022

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 [MICUDE-DGPCyN], y Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP].

Cita sugerida:

CECON-USAC, FDN, MICUDE-DGPCyN, y CONAP. (2022). Estado de conservación del tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1867) en la Reserva de la Biosfera Maya 2021 (Reporte técnico). Guatemala: USAC-CECON, FDN, MICUDE- DGPCyN, CONAP, DIGI-USAC, UICN-SSC-TSG, y Fundación Segré.



Participantes y colaboradores

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

Parque Nacional Sierra del Lacandón: Nery Jurado, Victor E. Cohuoj, Gregorio López, Juan Bonifacio Zepeda(+), Juan José García, Juan Montejo Velasco, Belarmino García, Mario Salguero, Arnoldo Cúm, Iram Pop, Juan José Zepeda, Gesler Cohuoj, Antonio Urizar, Manuel Antonio Soberano, César Alfredo Cuyush, César Israel Contreras(+), Daniel Mijangos, Marlon Ibáñez, Moisés Choc, Fidel Ramírez, Heriberto Lucero, Enrique Quixchán, Jorge Salas, Omar Méndez, Pánfilo R. Hernández, Isabel Martínez, Adriana Rivera, Myrnamaría Galindo, Andrid Ramírez, Pablo González y Alejandra López.

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

Parque Nacional Yaxhá Nakum Naranjo: Jorge M. Vásquez, Leonel Ziesse, Lorena Lobos, Jorge Ortíz, Rubén Solórzano, Heronías Mejía, José L. Díaz, Jorge Marcos, Manuel Barrios, Ricardo Choc, Manuel Caal, Roberto Caal y Rosalío Rivas.

Biotopos protegidos Petén: Arturo Palacios, Byron Cruz, Caín Olivares, Carlos Tzul, Darwin Castillo, Elvis Solís, Erwin Mayen, Fredy Bedoya, Isidro Meléndrez, Jaime Gutiérrez, Jaury Morales, José L. Rodas, Juan P. Najarro, Marcial Hernández, Mario Chun, Marvin García, Marvin Ochaeta, Marvin Tobar, Miguel Hernández, Renan Soto, Saúl Castillo, Víctor H. Hernández, Luis F. Rodas, Juan J. Romero y Marvin Rosales

Investigadores, estudiantes y colaboradores CECON: Vivian R. González, Andrea L. Aguilera, Gerber D. Guzmán, Lourdes S. Nuñez, M. Gabriela Cajbon, M. André Sandoval, Carlos A. Gaitán, Santiago Zetina, Usi'j T. Bá y Valeria Barrera

CONAP Petén: Julio Madrid (+), Carlos R. Castellanos y Miriam Quiñonez

Índice

Acrónimos	4
Introducción.....	5
Antecedentes.....	6
<i>El tapir o danto</i>	6
<i>El tapir en Guatemala</i>	8
<i>El tapir en la Selva Maya de Guatemala</i>	10
<i>El tapir en la Reserva de la Biosfera Maya</i>	12
<i>Monitoreo del tapir en la RBM 2016-2017</i>	13
Metodología	15
<i>Áreas de estudio</i>	15
<i>Muestreo de la presencia de tapir</i>	18
<i>Compilación de información relacionada con el tapir en la RBM</i>	21
Resultados y discusión	22
<i>Monitoreo del tapir en la RBM</i>	22
<i>Resultados de investigaciones del programa tapir</i>	23
<i>Revisión bibliográfica de estudios recientes</i>	26
Recomendaciones	27
<i>Manejo de la RBM</i>	27
<i>Monitoreo del tapir en la RBM</i>	28
<i>Procesamiento, análisis e interpretación de datos</i>	28
Referencias bibliográficas	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 Yaxha 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

Introducción

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), conocido localmente como danto, es el mamífero terrestre de mayor talla en la región mesoamericana y se encuentra amenazado en todo su rango de distribución (García et al., 2016). Uno de los principales remanentes de hábitat para esta especie en la actualidad es 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 en el país (García & Leonardo, 2016; 2019; García et al, 2010; García et al., 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 es relevante para la conservación y manejo de la diversidad biológica en esta reserva, siendo necesario conocer el estado de conservación 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. En los años 2017 y 2018 se sumaron el CONAP y el MICUDE con los parques nacionales Tikal y Yaxhá Nakum Naranja.

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 instituciones con presencia en la RBM. Durante los años 2016, 2017 y 2018 se tuvieron reuniones del grupo para presentar los resultados de cada temporada y así obtener recomendaciones de sus integrantes.

En el 2019 se presentó el primer informe del monitoreo del tapir en la RBM para la temporada 2017 (CECON et al., 2019). En este documento se presentan resultados del monitoreo implementado en la RBM del 2017 al 2019.

Antecedentes

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 [ASM], 2021; Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 2021a). 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., 2017). En la Tabla 1 se presenta su clasificación taxonómica y nombres comunes en Guatemala (García y Leonardo, 2019).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tapir y 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



Figura 1

Fotografía de tapir o danto en la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala

Se caracteriza por poseer una proboscis formada por la nariz y el labio superior (CECON, 2021b / Figura 1). 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, 2021b; 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, 2021; Reid, 2009 / Figura 2). El período de gestación dura aproximadamente 13 meses y las crías permanecen con su madre a lo largo de 1 año; la recuperación de poblaciones que han sido afectadas suele ser lenta debido a estos ciclos reproductivos largos (Quse y Fernandes-Santos, 2014; Quse y González, 2008).



Figura 2

Fotografía de tapir hembra con su cría en la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala

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 et al., 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, contribuyendo a mantener la diversidad de las comunidades de plantas (Villar y Medici, 2021). Es un importante dispersor de semillas de especies como el chicozapote (*Manilkara achras*) (O’Farrill et al., 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, como consecuencia, principalmente de la pérdida de hábitat en años recientes y la cacería (García et al., 2016; Meyer et al., 2021). 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).

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, considerándola 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).

Tabla 2

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

Vertiente	Pacífico		Caribe		Del golfo / Caribe
Región	Llanura costera	Boca costa y cadena volcánica	Sierra de las Minas y Montañas del mico	Polochic-Río Dulce-Amatique	Selva Maya
Prehispánico (-1924)	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Colonial (-1821)	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Primera mitad siglo XIX (-1950)	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Segunda mitad siglo XIX (-2000)	Sin registro	Sin registro	Presente	Presente	Presente
Contemporáneo (-2020)	Extinta localmente	Extinta localmente	Presente	Presente	Presente

Nota. Modificada de García y Leonardo (2019).

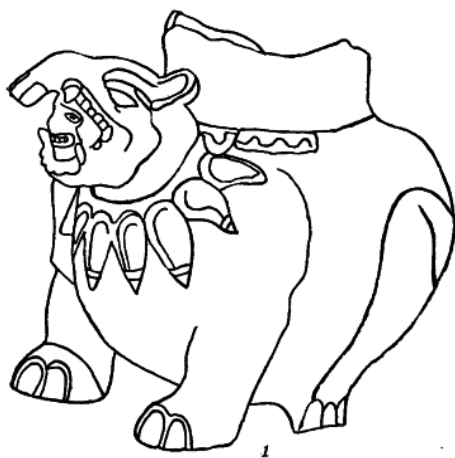


Figura 3

Representación zoomorfa de tapir con un collar de caracoles en vasija Maya

Nota. Fuente Seler, 1904.

El hábitat potencial del tapir corresponde a remanentes de bosque, y por lo tanto, se asume que sus poblaciones pueden estar aisladas unas de otras, como consecuencia de la pérdida de la cobertura forestal (García et al., 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 este (RBM-NE), RBM noroeste (RBM-NO), Sierra de las Minas, Ecorregión Lachuá y remanentes del departamento de Izabal y sur de Petén (Figura 4/ García y Leonardo, 2016; García y Leonardo, 2019).

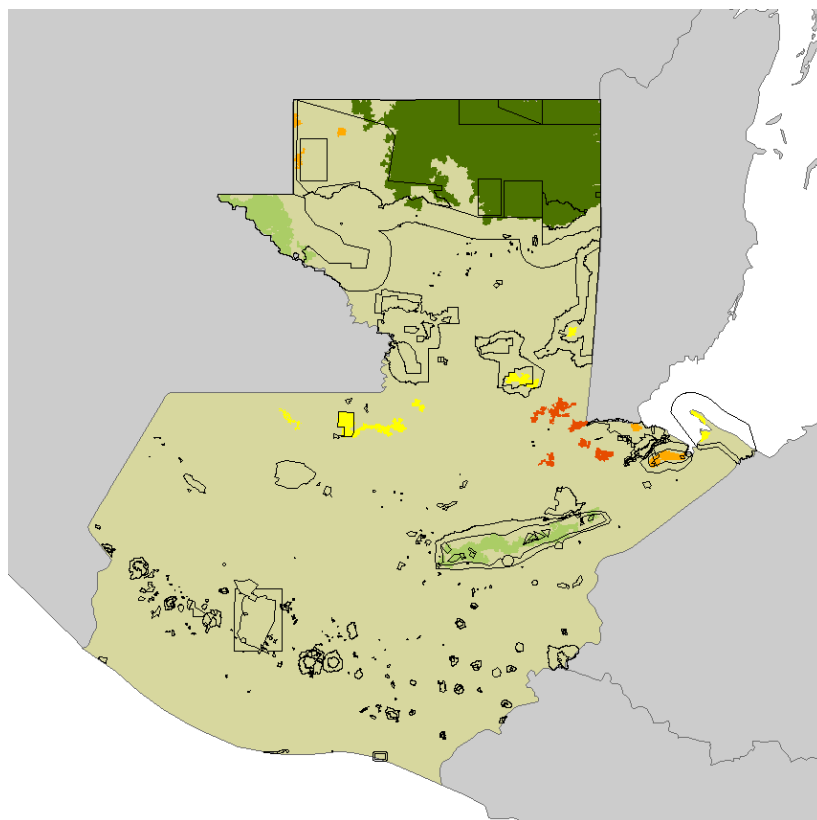


Figura 4

Clasificación de los principales remanentes de hábitat potencial para el tapir en Guatemala

Nota. Códigos: A1 (verde oscuro)- con presencia de la especie, conectividad alta y con protección, A2 (verde claro)- con presencia de la especie, conectividad media y con protección, A3 (amarillo)- con presencia de la especie, conectividad baja y con protección, B1 (anaranjado)-sin presencia de la especie, conectividad baja y con protección, y B2 (rojo)- sin presencia de la especie, conectividad baja y con poca protección.

Fuente: García y Leonardo, 2016.

El tapir en la Selva Maya de Guatemala

Para la región Selva Maya, García y Leonardo (2016) consideran 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 y Figura 5). 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, hubo cambio en el uso del suelo, transformando el hábitat potencial en plantaciones de palma africana (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

Persistencia en la época actual de las subpoblaciones de tapir de la Región 5 Selva Maya en Guatemala

Período	Ecorregión Lachuá	Complejos I y II	RBM-NO (Lacandón)	RBM-NE	Complejos III y IV
2000-2005	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
2006-2010	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
2011-2015	Presente	Sin registro	Presente	Presente	Presente
2016-2020	Presente	Extinta localmente	Presente	Presente	Presente

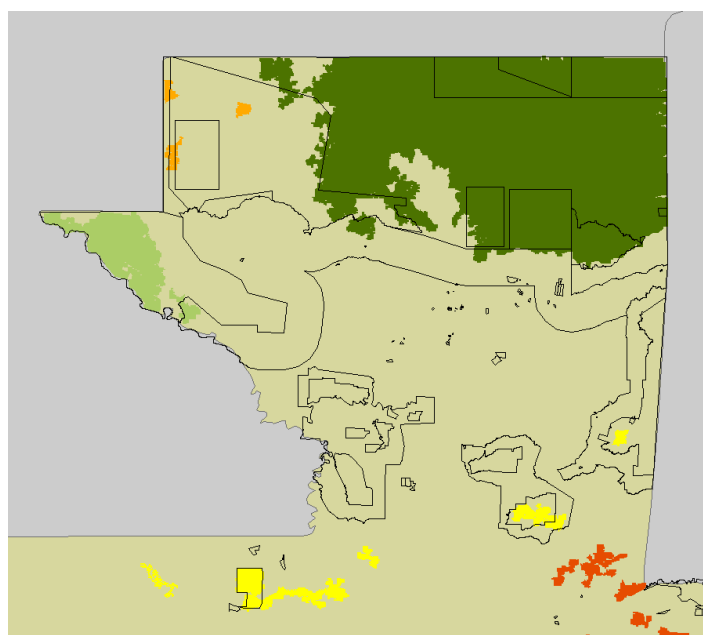


Figura 5

Remanentes de hábitat potencial para el tapir en la región Selva Maya

Nota. Remanentes: Ecorregión Lachuá - amarillo, RBM-NO - verde claro, Laguna del Tigre - anaranjado, RBM-NE - verde oscuro, Montañas Mayas y Xutilhá - amarillo. Fuente García y Leonardo, 2016.

El tapir en la Reserva de la Biosfera Maya

Los tapires de la RBM corresponden a la región 5 Selva Maya, dentro de esta Reserva existen dos remanentes de hábitat potencial como resultado de la pérdida de hábitat en el PNLT: RBM-NO y RBM-NE. Se asume que entre ambos remanentes hay poca o nula conectividad y por tanto no hay intercambio de individuos entre ellos (García y Leonardo, 2016; GIMBOT, 2014).

La subregión RBM-NE es 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 Zona de Amortiguamiento (ZAM). 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 (BPSMPZ), Parque Nacional Tikal (PANAT) y Parque Nacional Yaxha Nakum Naranjo (PNYNN). Esta subregión tiene conectividad con la Reserva de la Biosfera Calakmul en México y áreas de Belice.

La subregión RBM-NO está compuesta por remanentes de hábitat ubicados dentro del Parque Nacional Sierra del Lacandón (PNSL) y áreas adyacentes en la ZAM de la RBM. Esta subregión tiene conectividad con áreas en México en la denominada Selva Lacandona y con Montes Azules.

Dada la extensión del remanente de hábitat que representa a la RBM-NE y su continuidad hacia países vecinos, García y Leonardo (2016), García y colaboradores (2010) y García y Leonardo (2019) 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. A continuación, se encuentra la población que corresponde a la subregión RBM-NO.

De acuerdo con el análisis de viabilidad de los Elementos Naturales de Conservación identificados para la RBM en el Plan Maestro vigente, al tapir se le evaluó con un estado Bueno, a pesar de no contar con datos acerca de su condición en ese momento, por lo que se sugirió completar la evaluación posteriormente (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, 2021; CONAP, 2015). De modo que, al generar información sobre esta especie, también se brindan insumos para la evaluación de otros elementos de la reserva.

Monitoreo del tapir en la RBM 2016-2017

En el año 2016 se implementó un estudio piloto en un parque nacional y dos biotopos protegidos y en el 2017 se llevó a cabo la primera temporada de muestreo en dos parques nacionales y dos biotopos protegidos (CECON et al., 2019). Los resultados de la temporada 2017 corresponden a una ocupación *Alta* para el RBM-NE y ocupación *Media* para RBM-NO (Tabla 4). Se sugirió que la ocupación muy baja en BPSMPZ podría deberse a las presiones antropogénicas presentes en el área.

Tabla 4

Estimación de la ocupación 2017. Fuente CECON et al. (2019).

Remanente	Sitio	Ocupación observada	Probabilidad de ocupación	Detectabilidad	Categoría
RBM-E	BPNDL	1.00	1.00	0.4	Muy alta
	PANAT	0.67	0.94	0.2	Muy alta
	BPSMPZ	0.13	0.17	0.12	Muy baja
	Conjunto -NE	0.62	0.65	0.34	Alta
RBM-O	PNSL	0.42	0.5	0.31	Media

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). Sin embargo, otras amenazas que tienen un impacto directo en su hábitat y por ende sobre la especie son: avance de la frontera ganadera y ganadería extensiva establecida, exploración y explotación petrolera, incendios de ecosistemas naturales, avance de la frontera agrícola, 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 et al., 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 6).

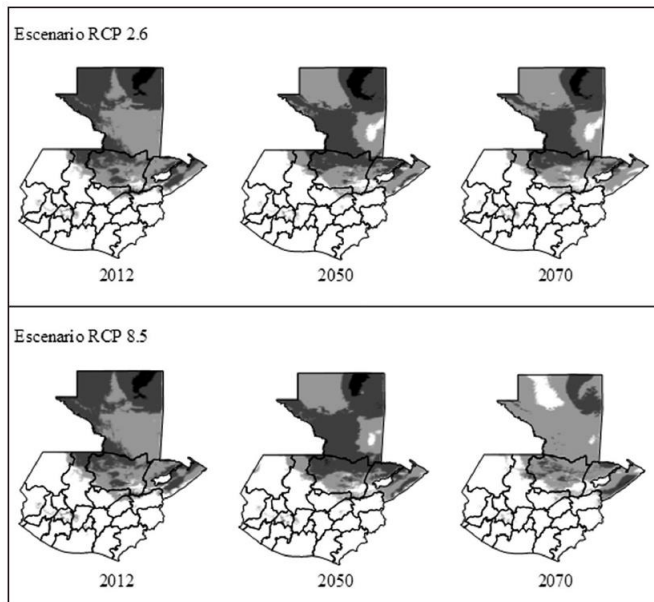


Figura 6

Modelos de distribución potencial para el tapir en Guatemala con los escenarios de cambio climático RCP 2.6 y RCP 8.5.

Nota. La tonalidad oscura representa 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

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).

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 7). 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).



Figura 7

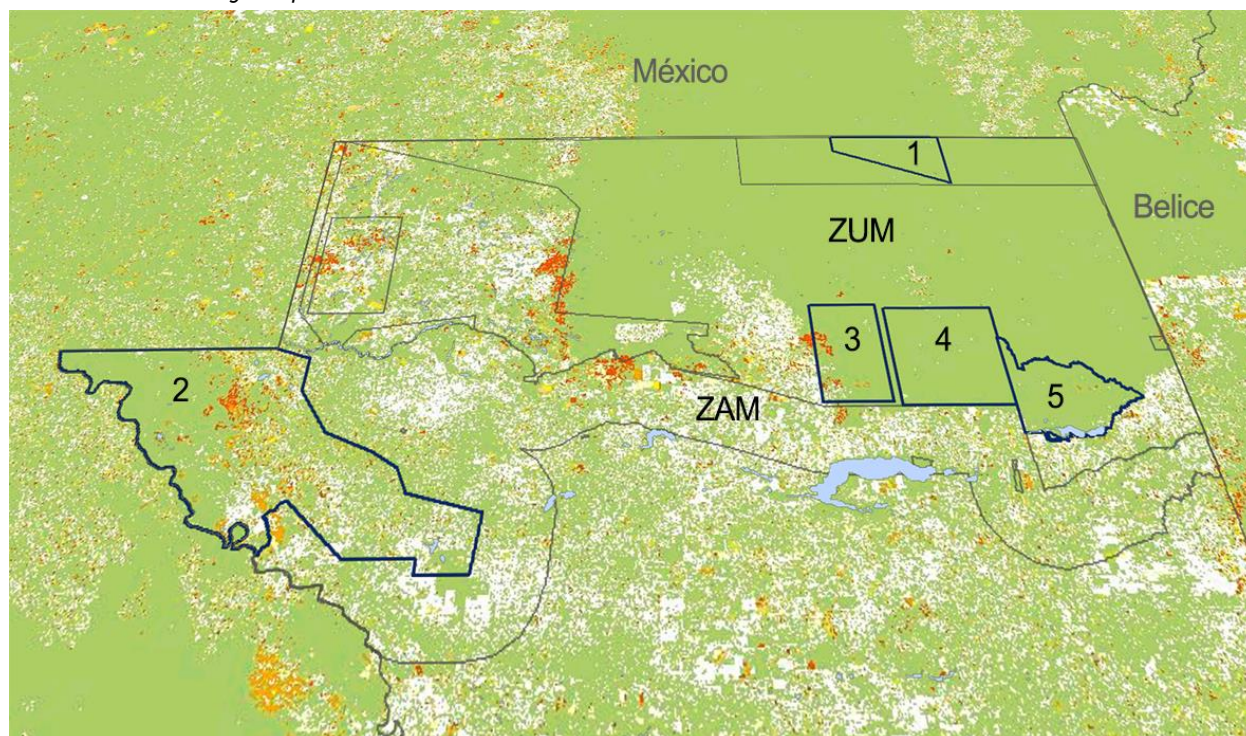
Ubicación de la Reserva de la Biosfera Maya en el norte de Guatemala, Centroamérica

La RBM 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 las temporadas 2017 y 2018 se implementó en cinco zonas núcleo, los parques nacionales Sierra de Lacandón (PNSL), Tikal (PANAT) y Yaxha Nakum Naranjo (PNYNN) y los biotopos protegidos San Miguel La Palotada - El Zotz (BPSMPZ) y Naachtún Dos Lagunas (BPNDL / Figura 8).

Figura 8

Proyección en perspectiva de las áreas de estudio en la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala y la pérdida de cobertura forestal 2000-2020



Nota. Áreas de estudio: 1=Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas, 2= Parque Nacional Sierra del Lacandón, 3=Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz, 4=Parque Nacional Tikal y 5=Parque Nacional Yaxha Nakum Naranjo, ZAM=Zona de Amortiguamiento y ZUM=Zona de Usos Múltiples. Código de colores para la pérdida: blanco=2000-2015, amarillo=2015-2017, anaranjado=2018-2019, rojo=2020, verde=sin pérdida 2000-2020. Fuente 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 406 especies vegetales, 56 especies de peces, 24 especies de anfibios, 57 especies de reptiles, 311 especies de aves y 64 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 et al, 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).

Parque Nacional Yaxha Nakum Naranjo (PNYNN). Su extensión territorial es de 37,160 ha. Está ubicado en el Noreste de Guatemala, ubicado al sureste del Parque Nacional Tikal y al oeste de la ciudad de Melchor de Mencos.

Su fisiografía es característica de tierras bajas, también posee diversas colinas, lo que hace que el agua se concentre en partes bajas. El suelo superficial de materia orgánica, poco profundo, con un subsuelo de textura arcillosa sobre roca caliza. La susceptibilidad a la erosión es de un 30% (Conap, 2006). Hidrológicamente es un área prioritaria para conservación al poseer importantes cuerpos de agua como los ríos Holmul y Naranjo, así como las lagunas Yaxha, Sacnab, Lancajá y numerosas lagunetas y aguadas (Cecon, 1996).

Se han reportado 62 especies de plantas arbóreas, 22 especies de peces, 45 especies de reptiles, 14 especies de anfibios, 99 especies de aves y 42 especies de mamíferos (Conap, 2006).

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 (Centro de Estudios Conservacionistas [CECON], 1996). 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; González, 2015).

Su alta diversidad biológica incluye 220 especies vegetales y al menos 400 especies de vertebrados (García et al., 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 et al., 2007; García et al., 2017; Ixcot et al., 2005).

Muestreo de la presencia de tapir

Niveles, escalas y unidades de muestreo. Se propone que la implementación a nivel subregional se realice utilizando distintas escalas espaciales, organizadas en niveles anidados. 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 x12 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 desarrolló en los niveles 1 y 2.

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.

Selección de sitios de muestreo en campo. 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 guardarrecursores, 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, PNSL y PANAT se utilizaron los sitios de muestreo empleados durante el estudio piloto implementado en la temporada 2016 y/o temporada 2017, con algunas variantes.

Registro de la presencia del tapir. Se documentó la presencia de tapir a través de 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. Se utilizaron equipos marca Bushnell, modelos *Trophycam* de 8 megapíxeles, *Trophycam No Glow* de 14 megapíxeles y *Trophycam Agressor No Glow* de 20 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 muestreo 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 una hora entre fotos de una misma especie en una misma estación de muestreo.

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 y colaboradores (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 probabilidad de ocupación y la detectabilidad, tanto para el modelo nulo (ocupación y detectabilidad constantes) como para las siguientes variables relacionadas con la integridad ecológica del hábitat del tapir: distancia a caminos, distancia a poblados, distancia al borde de la cobertura forestal, distancia a puntos de calor (incendios forestales) 2014-2018 y puntos de calor 2018.

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 et al., 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 a 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 5.

Tabla 5

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

Valores de 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

Estaciones de muestreo 2017-2019. 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 6). Debido a que los datos recolectados acerca de esta especie en peligro de extinción es información sensible, no se detallará ubicación ni identidad de las estaciones de muestreo.

Tabla 6

Esfuerzo de muestreo para el monitoreo del tapir en la Reserva de la Biosfera Maya para las temporadas 2016-2019

Temporada	2016	2017	2018	2019	2020
PNSL	16/90	36/140	36/110	/90	-
PANAT	-	9/70	6/90	5/90	-
PNYNN	-	-	5/90	3/90	-
BPNDL	8/90	9/130	7/90	8/90	-
BPSMPZ	8/90	8/130	8/90	8/90	-

Compilación de información relacionada con el tapir en la RBM

Resultados de estudios del programa tapir. Se reunieron los documentos que presenten resultados de estudios asociados al programa de conservación del tapir en Guatemala como tesis e informes técnicos. Se incluyó en el reporte un resumen de los principales resultados.

Literatura y estudios recientes. Se revisaron documentos recientes con resultados relevantes para la conservación del tapir en la RBM como tesis, informes técnicos, artículos científicos y notas científicas. Se incluyeron en el reporte los resúmenes de los principales resultados.

Resultados y discusión

Monitoreo del tapir en la RBM

Posterior al reporte de la temporada 2017 se implementó el monitoreo en 5 zonas núcleo de la RBM para las temporadas 2018 y 2019. La temporada correspondiente al año 2020 fue suspendida debido a la pandemia de CoVid-19.

Los resultados para los muestreos 2017 y 2018 se publicaron en el estudio de García y colaboradores (2019). Los resultados de este estudio se muestran en la Tabla 7. Los datos del año 2019 aún se encuentran en procesamiento.

Tabla 7

Estimación de la ocupación para el tapir (Tapirus bairdii) en cinco zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Maya 2017-2018

Remanente	Sitio	Ocupación observada		Ocupación estimada		Detectabilidad	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018
NE	PNYNN	--	1.0	--	1.0	--	0.48
	BPNDL	1.0	0.86	1.0	0.9	0.40	0.28
	PANAT	0.67	0.6	0.94	0.66	0.20	0.3
	BPSMPZ	0.13	0.25	0.17	1.0	0.12	0.03
	NE	0.62	0.62	0.65	0.68	0.34	0.3
	Bloque ZTY	--	0.56	--	0.59	--	0.33
NO	PNSL	0.42	0.57	0.5	0.61	0.31	0.35

Nota. Fuente García et al. (2019)

Los resultados obtenidos con base en las categorías definidas se presentan en la Tabla 8. Los resultados varían entre las dos temporadas con excepción del BPNDL que obtuvo para ambos años una calificación *Muy alta* y el remanente RBM-NE que obtuvo una calificación *Alta*. Las variaciones entre los años para el caso de las áreas del remanente RBM-NE puede deberse a que el número de estaciones de muestreo fue muy bajo al evaluar cada área por separado.

Tabla 8*Calificación de las áreas de estudio en la Reserva de la Biosfera Maya*

Remanente	Sitio	Calificación 2017	Calificación 2018
NE	PNYNN	--	Muy alta
	BPNDL	Muy alta	Muy alta
	PANAT	Muy alta	Alta
	BPSMPZ	Muy baja	Muy alta
	NE	Alta	Alta
	Bloque	--	Media
NO	PNSL	Media	Alta

De los modelos evaluados, el modelo nulo fue el que presentó un menor AIC (Tabla 9). En los otros modelos con menor AIC se presentaron las variables distancia a caminos y distancia a poblados para la probabilidad de ocupación y el evento (temporada o año) para la detectabilidad.

Tabla 9*Cinco modelos evaluados con el menor AIC*

Modelo	AIC	dAIC	AICwgt
Psi (.) p (.)	353.22	0.00	1.00
Psi (caminos) p (.)	365.47	12.25	0.00
Psi (.) p (evento)	380.64	27.42	0.00
Psi (poblados) p (.)	383.87	30.65	0.00
Psi (poblados+caminos) p (.)	385.87	32.65	0.00

Nota: Fuente García et al. (2019).

Resultados de investigaciones del programa tapir

Evaluación de la condición corporal y afecciones cutáneas en tapires del BPNDL. En la investigación realizada por Ortiz (2019) como parte de la práctica Experiencia Docente con la Comunidad (EDC) de la Escuela de biología evaluó la condición corporal de tapires en fotografías obtenidas con trampas-cámara en BPNDL, BPSMPZ y PANAT en los años 2014-2017, siguiendo la metodología propuesta

por Pérez-Flores y colaboradores (2016). Adicionalmente se documentó y cuantificó afecciones cutáneas, así como orejas mordidas y cicatrices.

En los resultados no se encontró una diferencia significativa entre las áreas de estudio. El 81% de las fotografías analizadas de individuos machos presentaron una condición “buena”, mientras que el 63% de las fotografías de hembras, corresponden a una condición “justa” y 38% con condición “buena”. En el BPNDL el 12% de las fotografías contenían individuos machos con orejas mordidas, lo cual podría deberse a luchas con otros machos derivadas de territorialidad. También se documentaron cicatrices tanto en machos como en hembras, lo cual podría estar relacionado con intentos de depredación por jaguares (*Panthera onca*). Entre el 15-20% de las fotografías contenían individuos con exceso de ectoparásitos y ninguno con dermatitis vesicular. En las conclusiones se indica que en general los tapires presentaron una condición corporal saludable en la RBM.

Visita de tapires a aguadas del Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas.

En la tesis de licenciatura en Biología de la USAC de Sandoval (2020) se caracterizó la visita de tapires a aguadas del BPNDL durante los años 2014-2017. Se utilizaron datos del monitoreo de tapires y monitoreo de aguadas en el BPNDL por el CECON. Se determinó que el patrón de actividad de los tapires es predominantemente nocturno, posiblemente para reducir el estrés hídrico, evitando las horas con temperaturas más elevadas en respuesta a su baja capacidad de transpiración.

Con respecto a la frecuencia y latencia de visita se reportó una mayor visita en intervalos más cortos durante la época seca, lo cual puede deberse a que estos cuerpos de agua representan la principal fuente de agua debido a la ausencia de lluvias. Las aguadas son elemento natural de conservación de la RBM al igual que el tapir.

Viabilidad poblacional del tapir en la Reserva de la Biosfera Maya. En la tesis de licenciatura en Biología de la USAC de Aguilera (2020) se estimó la viabilidad poblacional de la población de tapires en la RBM utilizando el programa Vortex. Se evaluó el efecto de 3 amenazas: cambio climático, cacería y pérdida de la cobertura forestal, así como la suma de las mismas. Para cada amenaza se generaron dos escenarios, uno optimista y otro pesimista con base en tendencias actuales y proyecciones a futuro.

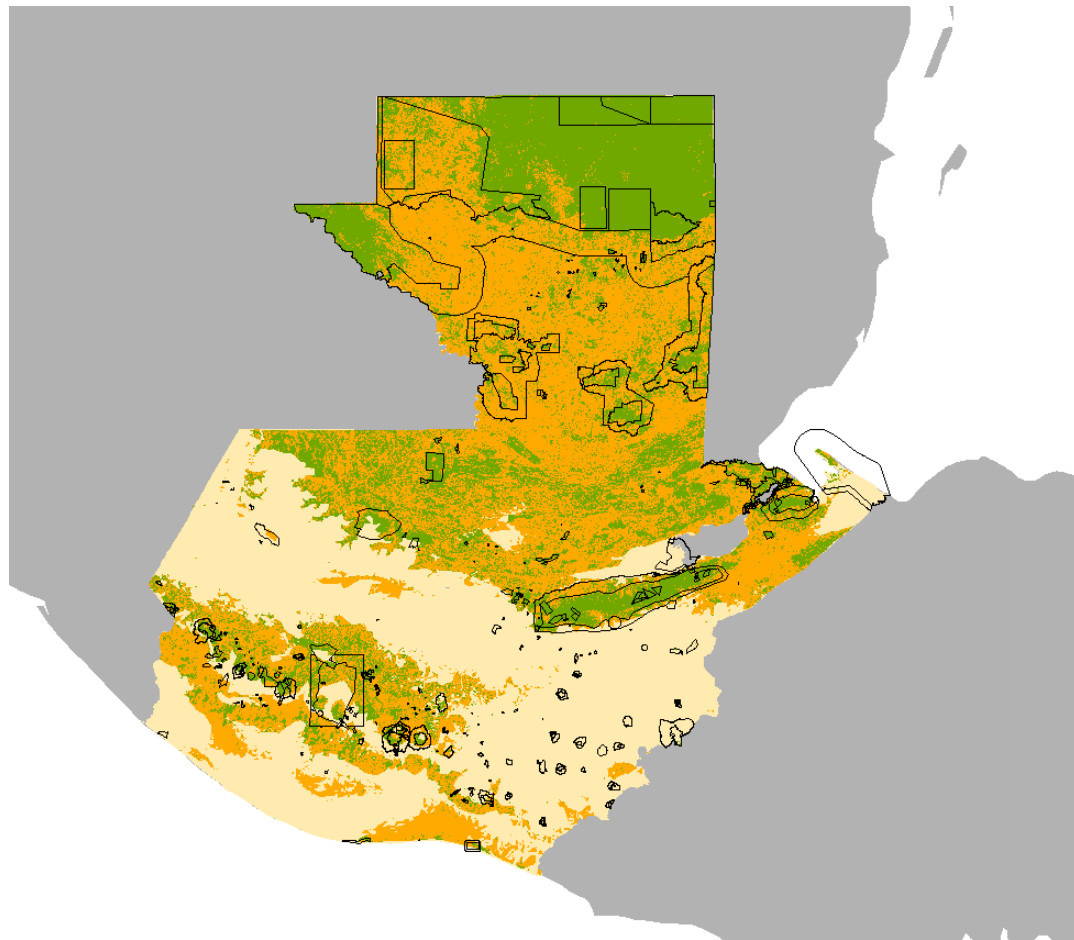
Los resultados muestran que el cambio climático representa una amenaza significativa para la viabilidad poblacional de los tapires en la RBM, ya que se estima que el número de individuos se reducirá en aproximadamente un 50% en los próximos 100 años como consecuencia de esta amenaza en el escenario positivo. En conjunto

las 3 amenazas evaluadas podrían llevar a la extinción a los tapires en la RBM en menos de 40 años.

Actualización del modelado de distribución potencial del tapir en Guatemala. Se realizó un nuevo modelado empleando el conjunto de datos utilizado por Aguilera (2020) y agregando nuevos registros disponibles con énfasis en registros históricos. El resultado muestra zonas al norte del país definidas por García y Leonardo (2016), sin embargo, se incluyen zonas al sur del país y en la cadena volcánica donde se conoce que estuvo presente la especie hasta mediados del siglo XIX (García y Leonardo, 2019 / Figura 9).

Figura 9

*Modelo de distribución potencial para el tapir (*Tapirus bairdii*) en Guatemala 2016*



Nota. En color verde remanentes de hábitat y en color naranja hábitat potencial sin cobertura boscosa.

Revisión bibliográfica de estudios recientes

Parásitos gastrointestinales en tapires en la RBM. En la tesis de licenciatura en medicina veterinaria de la USAC de Méndez (2017) se evaluó la carga parasitaria en tapires en el BPSMPZ y el Parque Nacional Laguna Lachuá. En el BPSMPZ se colectaron 8 muestras de heces de tapir, de las cuales 5 fueron positivas. Se identificaron 3 especies de parásitos en las muestras (*Trichostrongylus* sp., *Parascaris equorum* y *Strongylus* sp.). La especie *P. equorum* ha sido reportada en la literatura como presente en animales domésticos como caballos, así como otras especies del género *Strongylus*. En una muestra de heces de caballo colectada en el biotopo se encontró la misma morfoespecie del género encontrada en heces de tapires, así como otras 3 especies de parásitos más.

Debido a que en dicho estudio se reportó la presencia de dos géneros de parásitos compartidos por los tapires y animales domésticos como caballos y mulas, se recomienda continuar con estudios sobre el tema con el fin de recabar más información y evitar potenciales riesgos derivados del intercambio parasitario entre tapires y animales domésticos.

Monitoreo de aguadas y su relación con fauna silvestre en el PANAT. En la tesis como ingeniero agrónomo en recursos naturales de Pineda (2021) se realizó un diagnóstico para definir líneas de investigación relacionadas con aguadas como un importante recurso hídrico durante la temporada seca. Se documentó la presencia de tapires en la aguada Dimick mostrando la relación entre esta especie y estos cuerpos de agua. El monitoreo de los niveles de agua en aguadas del PANAT muestra que el nivel en las aguadas se relaciona con la cantidad de precipitación en cada año. En el 2019 se reportó que el nivel de agua descendió significativamente o incluso se secaron por completo, lo cual pudo tener efectos negativos en la fauna local.

Recomendaciones

Manejo de la RBM

Los resultados sugieren que la probabilidad de ocupación Muy alta en el PNYNN, BPDFL 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 BPDFL, 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 Bioltzá, PANAT y PNYNN, ya que las mismas se encuentran cercanas al avance de la frontera agropecuaria y por tanto resguardando a la ZUM y las 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.

Asegurar el manejo adecuado de animales domésticos dentro de la RBM, en especial dentro de zonas núcleo. Promover la realización de estudios para conocer el impacto potencial de la presencia de animales domésticos sobre las poblaciones silvestres de tapir.

Monitoreo del tapir en la RBM

Fortalecer las alianzas interinstitucionales para continuar con el monitoreo del tapir, 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.

Con respecto al monitoreo del tapir en la RBM-NE se recomienda 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.

Procesamiento, análisis e interpretación de datos

Se recomienda la utilización de la aplicación camtrapR en el lenguaje R para el procesamiento de las fotos. Así como explorar el uso de otros programas y aplicaciones que faciliten el procesamiento de fotografías.

En las escalas propuestas para el monitoreo del tapir en la RBM se sugiere agregar la cuadrícula a escala 3x3 km, siendo un nivel intermedio entre 6x6 km (nivel 2) y 1.5x1.5 km (nivel 3). Este tamaño de cuadrícula también coincide con el propuesto para el censo del jaguar en México, por lo que podría permitir la inclusión de datos de muestreos hacia otras especies objetivo.

Con respecto a los modelos de ocupación, se recomienda evaluar el efecto de la ubicación de cámaras en aguadas versus otros hábitats en la detectabilidad de la especie.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, A. L. (2020). *Análisis de viabilidad poblacional de *Tapirus bairdii* (Gil, 1865) en proyecciones de escenarios de calidad de hábitat para su conservación en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala* (Tesis licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- American Society of Mammalogists [ASM]. (2021). *Mammal Diversity Database*. Disponible en: www.mammaldiversity.org.
- 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]. (2021a). *Catálogo de autoridades taxonómicas de vertebrados de Guatemala 2.4*. 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]. (2021b). *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]. (1996). *50 áreas de interés especial para la conservación en Guatemala*. Guatemala: Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas (CDC-CECON) y The Nature Conservancy (TNC).
- 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.
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]. (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. <https://cdc.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2019/12/Reporte-monitoreo-tapir-RBM-temporada2017.pdf>
- 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]. (2006). *Plan Maestro del Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo*. Guatemala.
- 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], y 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.
- 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. <https://doi.org/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., Leonardo, R. S., González-Castillo, V. R., Guzmán-Flores, G. D., Jurado, N., Sandoval, M. A., Gaitán, C. A., Rivera, A., Aguilera, A. L., Cajbon-Vivar, M. G., Pineda, C. M., & Lobos, A. L. (2019). Primera aproximación al uso de la ocupación del tapir (*Tapirella bairdii* Gill, 1865) como indicador de la integridad ecológica en la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(2) 2019). <http://dx.doi.org/10.36829/63CTS.v6i2.780>
- 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.
- Méndez, I. D. (2017). *Evaluación de la carga parasitaria en las poblaciones de tapir (Tapirella bairdii), del Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz y del Parque Nacional Laguna Lachuá* (Tesis licenciatura). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8938/1/Tesis%20Med%20Vet%20Dione%20M%C3%A9ndez.pdf>
- Meyer, N. F. V., Brenes-Mora, E., Dans, A. J., Estrada, N., Cabrera, V., García, M. J., Martínez, W., Poot, C., Reyna-Hurtado, R., Rivero, M., & Jordan, C. A. (2021). Ecology and conservation of the Baird's tapir in Mesoamerica. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00173-2>
- 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 América. [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.
- Ortiz, M. A. (2019). *Evaluación del estado corporal y afecciones cutáneas en Tapirus bairdii en los Biotopos protegidos San Miguel La Palotada El Zotz, Naachtún Dos Lagunas y el Parque Nacional Tikal Petén* (informe final EDC). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 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.
- Pérez-Flores, J., Calmé, S., & Reyna-Hurtado, R. (2016). Scoring body condition in wild baird's tapir (*Tapirus bairdii*) using camera traps and opportunistic photographic material. *Tropical Conservation Science*, 9(4). <https://doi.org/10.1177/1940082916676128>.
- 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>.
- Pineda, C. M. (2021). *Monitoreo de aguadas y su relación con fauna silvestre en el Parque Nacional Tikal* (Tesis licenciatura). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 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.
- Sandoval, M. A. (2020). *Caracterización del patrón de actividad del tapir centroamericano (Tapirus bairdii) en aguadas del Biotopo Protegido Dos Lagunas, Reserva de Biosfera Maya* (Tesis licenciatura). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/B303.pdf>
- Schank, C., et al. (2017). Using a novel model approach to assess the distribution and conservation status of the endangered Baird's tapir. *Diversity and Distributions*, 23(12), 1459-1471. <https://doi.org/10.1111/ddi.12631>
- Seler, E. (1904). Antiquities of Guatemala. *Bureau of American Ethnology, Bulletin*, 28.
- Tobler, M. (2013). *Camera Base, User Guide Version 1.7*.
- Villar, N. & Medici, E. P. (2021). Large wild herbivores slow down the rapid decline of plant diversity in a tropical forest biodiversity hotspot. *Journal of Applied Ecology*, 58(11), 2361-2370.