

Evaluación preliminar de la conectividad de hábitat para el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en Guatemala

Manolo García^{1*}, Fernando Castillo¹, Raquel Leonardo¹

¹ Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 zona 10, Ciudad de Guatemala.
^{*} Corresponding author, E-mail: garcia.manolo@usac.edu.gt

Abstract

Habitat loss and fragmentation are processes that threaten the ecological integrity of Baird's tapir habitat in Guatemala, and therefore its connectivity. Habitat connectivity is the result of the interaction between landscape structure and species' behavior, and it can be assessed both from a structural and a functional point of view. Among the most promising approaches to assess connectivity is the use of graph theory. In this paper we present preliminary results of a connectivity assessment in Guatemala for the Baird's tapir habitat, using the Integral Connectivity Index. With this index we analyzed the importance of habitat remnants in keeping Baird's tapir habitat connectivity, and hence its implications in the management and conservation of the species.

Key words: Baird's tapir, connectivity, graph theory, integral connectivity index.

Resumen

Procesos como la pérdida y la fragmentación de los bosques nativos comprometen la conectividad y por ende la integridad ecológica del hábitat del tapir centroamericano en Guatemala. La conectividad es el resultado de la estructura paisajística del hábitat y del comportamiento de las especies, y se puede evaluar desde el punto de vista estructural como funcional. Entre las aproximaciones más prometedoras para evaluar la conectividad se encuentran el uso de la teoría de gráficos. En este estudio presentamos una evaluación preliminar de la conectividad del hábitat del tapir en Guatemala utilizando el Índice Integral de Conectividad. Con este índice se analizó la importancia de los remanentes o parches de bosque en el mantenimiento de la conectividad del hábitat del tapir, así como sus implicaciones para el manejo y conservación de la especie.

Palabras Clave: conectividad ecológica, índice integral de conectividad, tapir centroamericano, teoría de gráficos.

Introducción

Procesos como la pérdida y fragmentación de hábitat amenazan la diversidad biológica a nivel mundial. El hábitat del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) ha sido afectado por estos procesos en todo su rango de distribución, existiendo en la actualidad poblaciones aisladas que varían en su tamaño (Castellanos *et al.*, 2008). Para el caso de Guatemala, el hábitat del tapir se ha reducido ocasionando la extinción de poblaciones locales en algunas regiones como las tierras bajas del sur y la cadena volcánica (García *et al.*, 2010).

Uno de los efectos de la pérdida y fragmentación de hábitat es la disminución de la conectividad del paisaje. La conectividad puede estar definida por la habilidad de los organismos de moverse a través del paisaje, por la estructura propia de dicho paisaje, o la interacción entre ambos (Taylor *et al.*, 2006; Tischendorf y Fahrig, 2000). Cuando la evaluación de la conectividad es basada en el patrón espacial de los elementos del paisaje se conoce como conectividad estructural, y cuando se basa en las respuestas propias de los organismos a los elementos del paisaje se conoce como conectividad funcional (Kindlmann y Burel, 2008). Evaluar la conectividad funcional brinda información precisa, sin embargo suele demandar de una mayor inversión de recursos, ya que se requiere del monitoreo de los movimientos de los organismos en el campo; mientras que la conectividad estructural suele evaluarse por medio de la utilización de sistemas de información geográfica y sensores remotos.

Al ser la conectividad una propiedad de los paisajes que está relacionada con diversos procesos ecológicos de importancia y con servicios ecosistémicos, se han desarrollado diversos métodos para su estudio. La utilización de índices para el análisis de la conectividad ha ido en aumento, especialmente aquellos índices basados en la teoría de gráficos (Saura, 2010). En esta aproximación, un paisaje está expresado por una gráfica en la cual los remanentes de hábitat son representados por medio de nodos (o vértices), que pueden estar conectados a través de enlaces, formando una red (Urban y Keitt, 2001). Esta aproximación ha resultado ser una medida efectiva para realizar análisis complejos

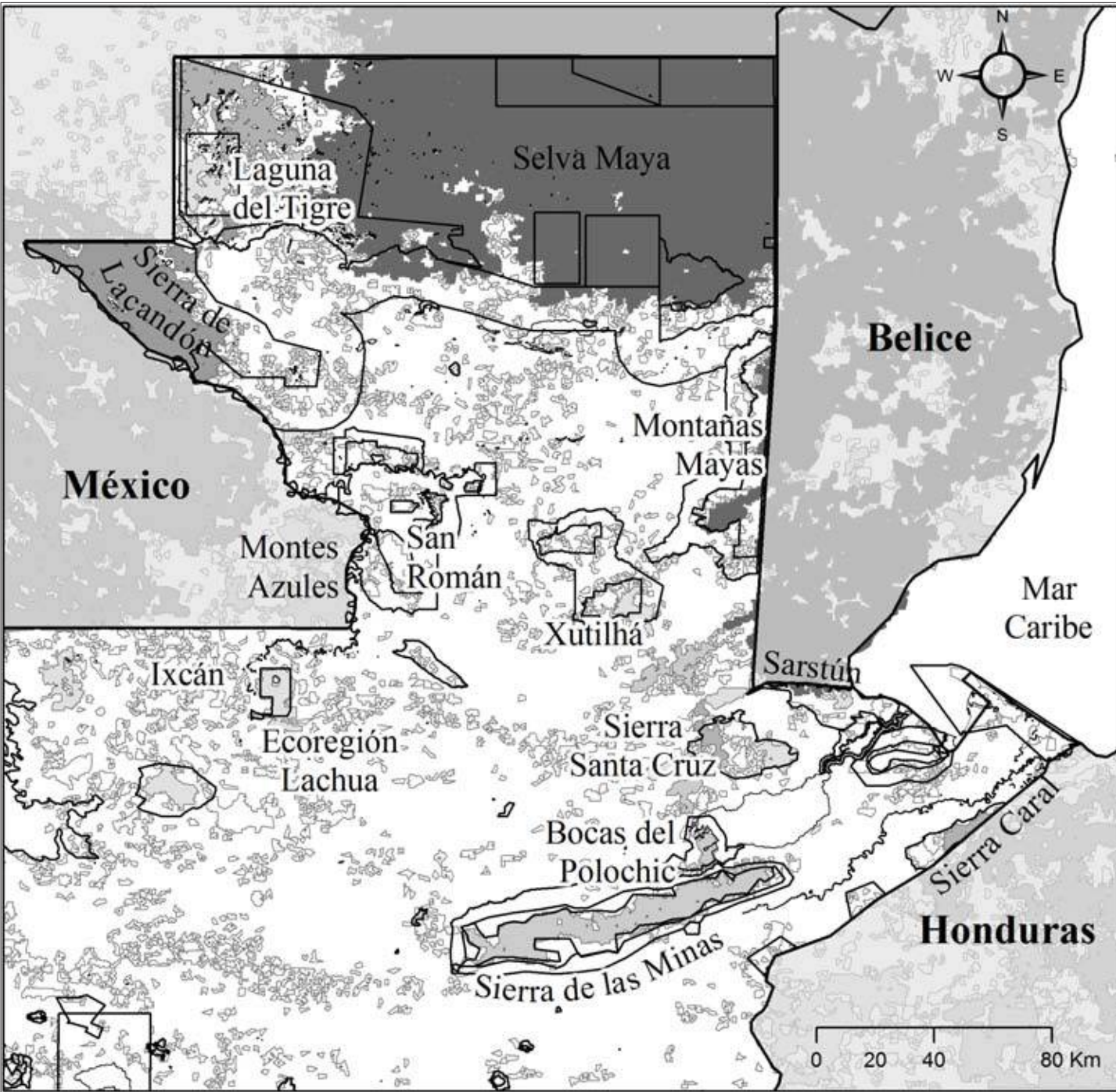


Figura 1. Mapa mostrando el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y los remanentes de bosque incluidos en el análisis. La tonalidad del sombreado corresponde al valor del dIIC, siendo los tonos oscuros los valores más altos.

relacionados con la conectividad del paisaje (Pascual-Hortal y Saura, 2006) y para proveer soluciones simples al unificar y evaluar aspectos de la conectividad de hábitat (Minor y Urban, 2008). En el presente estudio se utilizaron herramientas basadas en la teoría de gráficos. Los análisis multiescala basados en la teoría de gráficos se acercan a los estudios de conectividad funcional (Fall, 2009).

Metodología

Se evaluaron los 2,500 remanentes de bosque con mayor área, ubicados en el rango de distribución del tapir centroamericano en Guatemala (García *et al.*, 2009) y áreas vecinas de México, Belice y Honduras. Estos remanentes fueron identificados a partir del mapa

de cobertura forestal mundial de la Agencia Espacial Europea 2004-2005 y el mapa de cobertura y uso del suelo de Guatemala 2003 (MAGA, 2006). Se incluyeron áreas vecinas de México, Belice y Honduras debido a la probabilidad de flujo de tapires hacia remanentes de estos países.

Con el objeto de identificar los remanentes de hábitat y su patrón morfológico espacial, se analizó el mapa de cobertura y uso del suelo de Guatemala 2003 con el programa GUIDOS. Este programa utiliza morfología matemática para analizar la forma de objetos y separarla en clases mutuamente exclusivas, permitiendo la identificación de patrones espaciales en investigaciones ecológicas (Vogt *et al.*, 2007).

El resultado del análisis del patrón morfológico espacial se utilizó para calcular el Índice Integral de Conectividad –IIC- (Pascual-Hortal y Saura, 2006). Este índice posee características mejoradas en comparación con otros índices binarios (en los cuales un par de nodos están conectados o no, sin valores intermedios) en cuanto a su sensibilidad frente a cambios en el paisaje como la pérdida de hábitat y la capacidad de identificar los remanentes críticos para mantener la conectividad del paisaje (Saura & Pascual-Hortal, 2007). En el cálculo del IIC se integran tres atributos de cada remanente (o nodo): el área conectada dentro del remanente (conectividad interna), el flujo estimado de dispersión entre distinto remanentes del paisaje y la contribución como elemento (o nodo) conector del paisaje (o red de nodos). Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, la importancia de cada

remanente para mantener la conectividad del paisaje (dIIC), se presenta a manera de porcentaje. A mayor dIIC, mayor la importancia del remanente. Para este análisis se utilizó el programa CONEFOR SENSINODE (Pascual-Hortal y Saura, 2006), el cual se basa en la teoría de gráficos y métricas de disponibilidad de hábitat para el cálculo de índices de conectividad, así como para evaluar la importancia de cada remanente para la conectividad del paisaje (Saura y Torné, 2009). En este análisis preliminar, se asume que el tapir puede moverse libremente entre remanentes por una distancia máxima de 1,500 metros, sin incluir el efecto de la matriz y otros elementos del paisaje como ríos, carreteras y cuerpos de agua. De igual manera se asume que todos los remanentes presentan las condiciones necesarias para que el tapir se encuentre en ellos.

Resultados

Los remanentes de bosque ubicados dentro del ámbito de distribución del hábitat de tapir en Guatemala presentaron diversos valores de dIIC, mostrando claramente la importancia de ciertos remanentes para el mantenimiento de la conectividad. La Figura 2 muestra que el remanente que corresponde con la denominada Selva Maya (compartida por México, Belice y Guatemala) presenta el dIIC más alto (89.15%). A éste le sigue la Sierra de Lacandón (14.61%), incluyendo áreas de México y Guatemala. En la Figura 2 se muestran los valores de importancia para los tres atributos evaluados

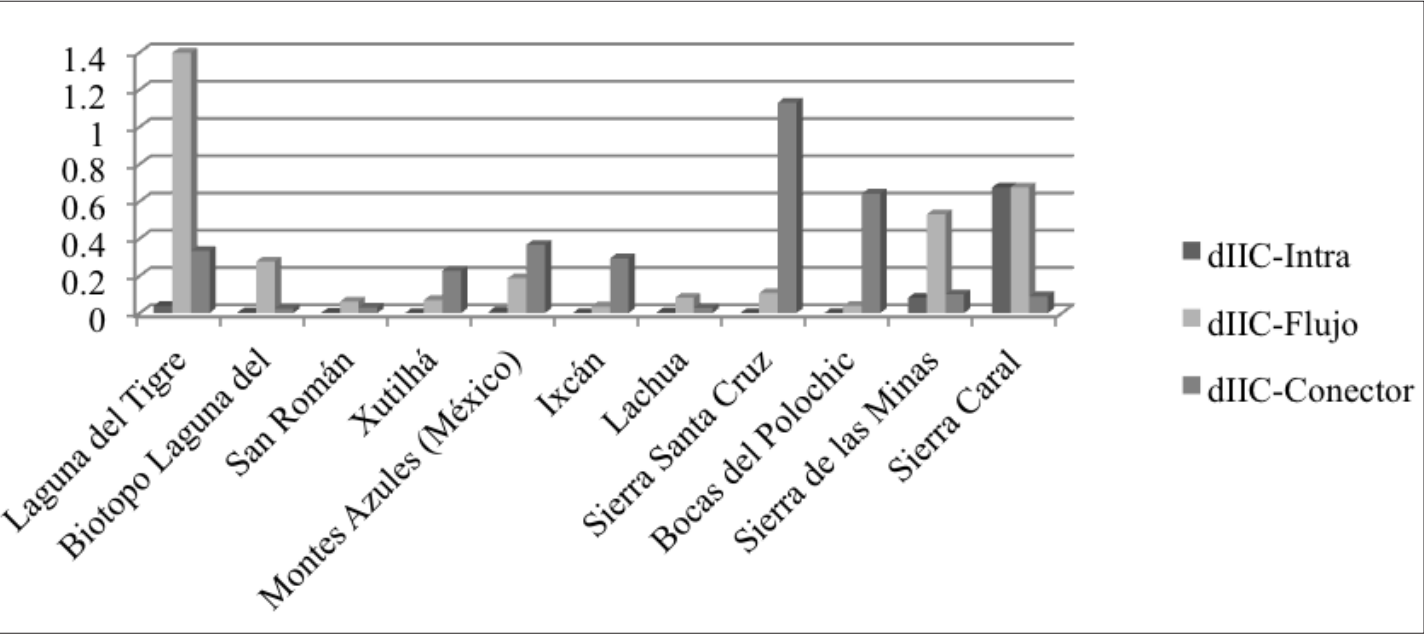


Figura 2. Valores de los atributos integrados en el dIIC, para algunos remanentes de importancia en la conectividad. Intra es la conectividad interna, Flujo se refiere a la contribución en el flujo de dispersión entre remanentes y Conector a la contribución como conector del paisaje.

en el IIC (conectividad interna, flujo de dispersión estimado entre remanentes y contribución como conector), para algunos remanentes de importancia.

Discusión

El remanente de bosque de mayor importancia para la conectividad del hábitat del tapir en Guatemala es la Selva Maya, la cual concuerda con ser una de las áreas de mayor importancia para la conservación de la especie a nivel mundial (Castellanos *et al.*, 2008). Su alto valor de dIIC corresponde con su elevada conectividad interna, así como por su capacidad para mantener la conectividad con remanentes de países vecinos (García *et al.*, 2010). Dada la importancia de este remanente, debe prestarse atención a las presiones derivadas de actividades humanas en el área, puesto que para el período 2000-2006 se estimó una tasa de deforestación del 1.79% anual (Castellanos *et al.*, 2011), ya que estas podrían llegar a comprometer la integridad ecológica del hábitat.

Las áreas de Sierra de Caral y Montañas Mayas presentan extensiones menores, sin embargo son de gran importancia debido a su conectividad con reservas en Honduras y Belice, respectivamente (Figuras 1 y 2). Debido a la limitada disponibilidad de hábitat en ambas áreas, así como a la presión por cacería y el cambio en el uso del suelo, es importante mantener la conectividad para asegurar la supervivencia de las poblaciones locales de tapir en el largo plazo.

Remanentes ubicados en el Parque Nacional Laguna del Tigre y Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido muestran los dIIC más elevados después de la Selva Maya y Sierra de Lacandón, por su potencial de servir como área de paso o flujo entre estas dos últimas áreas, los remanentes de mayor importancia (Figuras 1 y 2). Sin embargo es un área con alta presión humana, lo cual reduce las posibilidades de un intercambio de individuos. En esta área se requieren de medidas efectivas de manejo y conservación para mantener la conectividad con áreas vecinas.

Remanentes en el área del Ixcán en el Departamento de Quiché son de gran importancia, ya que pueden contribuir en mantener la conectividad de la Ecoregión Lachua con Montes Azules y otras reservas de México (Figuras 1 y 2). Es necesario mantener y aumentar esta conectividad por medio de procesos de restauración ecológica de los paisajes, de manera que puedan existir las condiciones necesarias para un intercambio de individuos entre estas áreas en el mediano y largo plazo.

Existe un corredor potencial que va de Sierra de las Minas hacia Belice, a través de remanentes ubicados en el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Pochich y el Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz, donde puede

existir también alguna conectividad hacia remanentes del Refugio de Vida Silvestre Xutilhá (Figura 1). Estos remanentes presentan valores altos de importancia como elementos conectores (Figura 2), lo que indica su importancia para mantener la conectividad entre Sierra de las Minas con el sur del Departamento de Petén y Belice. En estas áreas es igualmente urgente detener la pérdida y fragmentación de hábitat, así como aumentar su conectividad y extensión territorial por medio de la restauración del paisaje.

Los remanentes correspondientes a Sierra de Lacandón, Sierra de las Minas, Montañas Mayas y Sierra de Caral, contrario a la Selva Maya, se encuentran en terrenos montañosos. Tanto Sierra de Lacandón como Sierra de las Minas tienen extensiones considerables de bosque para albergar poblaciones de tapir, sin embargo, se encuentran aislados de otros remanentes importantes del país. En el caso de Sierra de Lacandón existe una conectividad potencial con áreas de la Selva Lacandona en México.

El resto de remanentes poseen índices bajos, sin embargo, pueden jugar un papel muy importante como remanentes de paso (stepping stones) y como núcleos de restauración. A excepción de la Selva Maya, las poblaciones de tapir en los remanentes del país se encuentran aisladas unas de otras. A esta situación se le puede sumar el hecho que la mayoría de áreas se encuentran en hábitats montañosos que pueden presentar densidades menores en comparación con zonas con un relieve plano u ondulado.

Para muchos remanentes, la conectividad más evidente es hacia áreas de México, Belice u Honduras. Este hecho resalta la importancia de la coordinación entre países con el fin de aumentar la viabilidad de estas poblaciones. Así mismo, es importante mencionar que los remanentes con los mayores índices corresponden a los ubicados adentro de áreas protegidas, lo que resalta el papel del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) en la conservación del hábitat y de poblaciones de especies silvestres en general.

La tendencia de los resultados del dIIC es similar a los valores del estado de conservación del hábitat del tapir en el SIGAP según García y colaboradores (2009). Lo anterior indica que la estimación de la conectividad de hábitat por medio de este índice puede brindar información útil que complemente las evaluaciones sobre el estado de conservación de una especie.

La evaluación preliminar de la conectividad del hábitat del tapir en Guatemala que se presenta en este documento, contiene algunos insumos para el delineamiento de estrategias de conservación y manejo, sin embargo, requiere de ser completada, refinada y enriquecida con información de campo. El siguiente paso es incluir el efecto de la matriz y elementos del paisaje en el cálculo del dIIC, con el fin de generar un modelo más integral.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación y Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala, al Grupo de trabajo sobre Ecología del Paisaje de la International Union of Forest Research Organizations –IUFRO-, a Santiago Saura, a Peter Vogt, al Grupo de Especialistas de Tapir de la UICN y al equipo de investigadores del proyecto DIGI 2.99.While there is more forest cover in the highlands and several wildlife species are making strong comebacks (e.g. collared peccaries and capybaras), there are no tapirs left nearby to re-colonize these areas. Even if the Caparaó population does exist, it is unlikely to expand beyond the reserve boundaries any time soon, mainly because there is still ample empty habitat within the reserve and because the surrounding landscapes are not conducive to tapir movements being that several busy highways traverse the landscape and the small forest fragments, albeit closely spaced, are unlikely to provide sufficient refuge from hunters.

Referencias

Castellanos, A., Foerester, C., Lizcano, D.J., Naranjo, E., Cruz-Aldan, E., Lira-Torres, I., Samudio, R., Matola, S., Schipper, J. & Gonzalez-Maya, J. 2008. *Tapirus bairdii*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 May 2011.
 Castellanos, E., Regalado, O., Pérez, G., Montenegro, R., Ramos, V. H. y Incer, D. 2011. Mapa de cobertura Forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la cobertura forestal 2001-2006. Universidad de Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad Rafael Landívar. Informe técnico.
 García, M., Castillo, F., Leonardo, R., Gómez, I., y García, L. 2010. El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) como herramienta para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-. Informe técnico final del Proyecto 2.99. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala.

García, M., Leonardo, R., Gómez, I., y García, L. 2009. Estado actual de conservación del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-. Informe técnico final del Proyecto F05/07. Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (FONACON).
 Fall, A. 2009. Spatial Graph Theory for Cross-scale connectivity analysis. Presentación. Disponible en: http://biol09.biol.umontreal.ca/ESA_SS/Fall_talk.pdf. Descargado el 15/mayo/2011.
 Kindlmann, P. & F. Burel. 2008. Connectivity measures: a review. Landscape Ecology 23:879-890.
 MAGA. 2006. Mapa de Cobertura y Uso del Suelo 1:50,000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Gobierno de Guatemala. Guatemala
 Minor, E. & D. Urban. 2008. A Graph theory framework for evaluating landscape connectivity and conservation planning. Conservation Biology 22 (2): 297-307.
 Pascual-Hortal, L. & S. Saura. 2006. Comparison and development of new graph/based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology 21: 959-967.
 Saura, S. 2010. Measuring connectivity in habitat mosaics: the equivalent of two existing network indices and progress beyond them. Conservation Ecology 11 (2): 217 -222.
 Saura, S. & J. Torné. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. Ecological Modelling and Software 24: 135-139.
 Saura, S. & L. Pascual-Hortal, 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. Landscape and Urban Planning 83: 91 – 103.
 Taylor, P., Fahrig, L. & K. With. (2006). Landscape connectivity: a return to basics. En: Crooks & Sanjayan. Connectivity Conservation. Serie Conservation Biology 14. Cambridge University Press.
 Tischendorf, L. & L. Fahrig. 2000. on the usage and measurement of landscape connectivity. Oikos 90:7-19.
 Urban, D. & T. Keitt. 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. Ecology 82 (5) :1205 – 1218.
 Vogt, J., P. Iwanowski, M., Estreguil, C., Kozak, J., & Soille, P. (2007). Mapping landscape corridors. Ecological indicators , 7 (2), 481-488.

Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en Frontera Corozal, Selva Lacandona, Chiapas, México

Edmundo Sánchez-Núñez^{1*}, Héctor Ernesto Ortiz Nájera¹, Edith Arellano Nicolás¹

¹ Asociación Territorios Vivos México A.C.Traviata, Mz-10, Lt-1, Col. Lomas Hidalgo, Del.Tlalpan, C.P. 14210, Ciudad de México, México.
^{*} Corresponding author, E-mail: vice@atvmex.org

Resumen

La acelerada pérdida de hábitat preferencial del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) y su excesiva cacería, han puesto a sus poblaciones en peligro de extinción en todo su rango de distribución. En México la especie habita en algunas áreas silvestres del sur y sureste, sin embargo, el conocimiento sobre ésta aún es escaso. Se recorrieron 375 km en tierras comunales de indígenas choles en la Selva Lacandona durante 6 meses. Se obtuvieron registros indirectos de la presencia del tapir. Se determinó la abundancia relativa en el área (considerando la media de rastros de tapir/km). Además se aportan datos sobre las preferencias de hábitat en la región. Tomando en cuenta la escasez de registros que documenten más datos que la sola presencia de la especie en México, la presente investigación formaliza uno más y se suma a los pocos existentes para esta zona, aportando información que permita avanzar en el conocimiento de la especie para su conservación.

Palabras clave: *Tapirus bairdii*, Abundancia, Hábitat, México, Selva Lacandona

Abstract

Due to the fast deterioration of preferential habitat and excessive hunting, populations of the Baird’s tapir (*Tapirus bairdii*) are now endangered in all their range. In Mexico, tapirs inhabits some wild areas in the south and southeast of the country, however the current knowledge about this species is still scarce. Through six months of monitoring of tapir tracks along 375 accumulative km of trail sightings in communal lands of the chol ethnic group in the Lacandona Rainforest, we calculated the relative abundance and habitat preferences of the species in this region. An index of tapir relative abundance (mean number of tapir tracks/km) was calculated on 25 transect lines. Taking into account the scarcity of records that provide relevant data about the species in Mexico, the current research contributes with information that may support future

actions of habitat management and tapir conservation.

Key words: *Tapirus bairdii*, Abundance, Habitat, Mexico, Lacandona Rainforest.

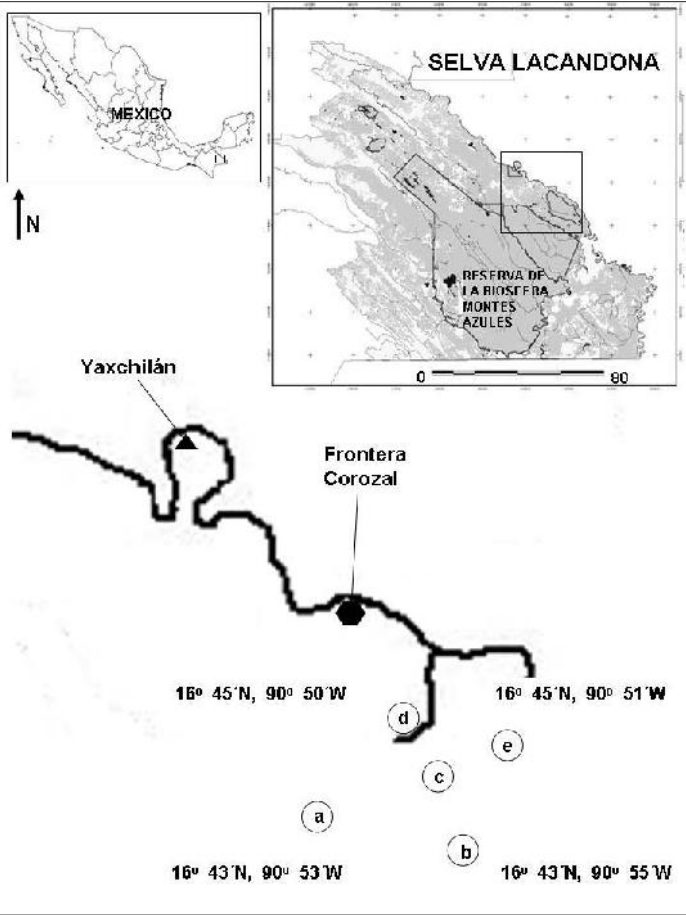


Figura 1. Localización del área de estudio y ubicación de las estaciones de monitoreo: (a) Pital, (b) Carrizal, (c) Zapotal, (d) Pantanal, (e) Loma.

Introducción

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii* Gill, 1865) es una especie en peligro de extinción, que ha sido poco estudiada a lo largo de su rango de distribución (Naranjo & Cruz 1998; Medici *et al* 2006). En México trabajos como los realizados por Bolaños & Naranjo 2001, Naranjo & Cruz 1998 aportan datos