

Evaluation of Anthropogenic Threats in Yasuní National Park and its Implications for Wild Mammal Conservation

Evaluación de Amenazas Antropogénicas en el Parque Nacional Yasuní y sus Implicaciones para la Conservación de Mamíferos Silvestres

Galo Zapata Ríos*, Esteban Suárez R., Víctor Utreras B., Javier Vargas

Wildlife Conservation Society – Ecuador Program
San Francisco 441 y Mariano Echeverría, Casilla 17 – 21 – 168, Quito – Ecuador.
E-mail: gzapata@wcs.org, esuarez@wcs.org, vutreras@wcs.org, xvargas@wcs.org
* Autor para correspondencia

March 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.411.1>

Evaluation of Anthropogenic Threats in Yasuní National Park and its Implications for Wild Mammal Conservation

Resumen

El Parque Nacional Yasuní es el área protegida más grande del Ecuador continental. Las amenazas para la conservación en el Parque Nacional Yasuní son numerosas e incluyen, entre otras, la construcción de carreteras, extracción ilegal de madera y la extracción de petróleo. Actualmente, no existe una caracterización apropiada de la distribución e intensidad de las intervenciones humanas en el Parque Nacional Yasuní, por lo que utilizamos un modelo espacial raster que incluyó variables antropogénicas para desarrollar un mapa de amenazas de Yasuní. El mapa refleja varias medidas de alteración como la presencia de carreteras, áreas deforestadas, asentamientos humanos, pozos petroleros y tala selectiva. Para evaluar la validez del mapa como una herramienta para entender el impacto de las actividades humanas en la fauna silvestre, utilizamos información independiente de campo sobre la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes ($\geq 1\text{kg}$) en doce localidades del Parque Nacional Yasuní. Los muestreos fueron aleatorios y no se diseñaron estratificadamente con relación al mapa de amenazas. Las dos fuentes de información fueron analizadas utilizando regresiones lineales. De acuerdo al mapa de amenazas, las áreas con mayor disturbio se encuentran al noroeste del parque, aparentemente concentradas a lo largo de vías de comunicación y transporte como ríos y carreteras. Por el contrario, la porción sur del Yasuní aun alberga extensos bosques con bajos niveles de amenaza. Nuestros resultados también indican que existe una fuerte correlación entre la gradiente de alteración humana presentada en el mapa y la abundancia relativa de algunas especies de mamíferos. En ciertos casos, la correlación es negativa (e.g., tapires y pecaríes) y en otros la correlación es positiva (e.g., roedores grandes). Con base en estos análisis, el mapa de amenazas representa un primer paso hacia la identificación de áreas importantes para la conservación de fauna silvestre en el Parque Nacional Yasuní.

Palabras clave: abundancia relativa, registros indirectos, sistemas de información geográfica.

Abstract

Yasuní National Park is the largest protected area in Ecuador. Although extensive in area and legally protected, Yasuní in practice is virtually unprotected. The threats faced by Yasuní are numerous. Among others, they include invasion by indigenous and non-indigenous colonists, illegal timber harvesting, illegal hunting and fishing, unsustainable subsistence hunting, road construction, and oil industry activities. Unless urgent attempts are made to reduce these threats, Yasuní will succumb to increasing human pressures. Unfortunately most of the mentioned threats are not easily quantifiable because they are very dynamic and heterogeneous. Thus, effective protection for Yasuní demands that we evaluate the threats and accordingly formulate appropriate conservation actions to mitigate them. Since the distribution and intensity of human activities in Yasuní National Park have not been assessed appropriately, we developed a simple grid-based GIS model for assessing the location, extent and intensity of human activities in Yasuní Biosphere Reserve (the Biosphere Reserve includes Yasuní National Park, the Huaorani Ethnic Reserve, and a 10 km buffer zone surrounding the two areas). We devised a simple binary threat index that combines several measures of disturbance and developed a threats map for the protected area. The threats map reflects several measures of disturbance such as presence of roads, deforested areas, human settlements, oil wells, and illegal logging along rivers. For assessing the accuracy of the threats map as a useful tool for understanding the impact of human activities on wildlife, we used an independent set of field data about relative abundance of medium-sized and large mammals ($\geq 1\text{kg}$), gathered in twelve study sites in Yasuní National Park. Mammal surveys were not stratified in relation to the threats map. The threats level and mammal relative abundance were analysed using linear regression. Our results show that threats in Yasuní National Park are concentrated in the north-western portion of the area, apparently associated with communication and transportation routes, such as rivers and oil extraction roads. On the contrary, the habitat with less impact of human activities lies in the south-eastern portion of the park, where a vast area of undisturbed forests still remains. We found a strong correlation between the human disturbance gradient showed in the threats map and mammal's relative abundance. In some cases, the resulting correlation is negative (e.g., lowland tapir and

white-lipped peccary); in other cases, the resulting correlation is positive (e.g., nine-banded armadillo, and large rodents). Based on these analyses, the grid-based GIS model represents a first step towards the establishment of habitat conservation priorities and a basis for research on the relationship of human activities and wildlife distribution, and impacts attributable to these activities. Conservation initiatives need to be based on information about the spatial distribution of human activities across Yasuní, and the identification of areas of high-quality habitat for the long-term persistence of wildlife populations. The model provides information on wildlife habitat quality and extent, providing a measure of potential habitat for wildlife species in an area where little is known about wildlife spatial distribution, relative abundance and population densities.

Key words: relative abundance, indirect records, geographic information systems.

Introducción

En el Ecuador, como en muchos otros países tropicales, la excesiva demanda de las poblaciones humanas amenaza la conservación de los bosques y sus recursos. En la Amazonía ecuatoriana, un área de aproximadamente 135.000 km², se ha estimado que 550.000 personas dependen directamente de los bosques para su subsistencia (Pichón 1997a; Marquette 1998; Sierra 2000), lo cual se traduce en elevadas tasas de deforestación y deterioro de los ecosistemas, y en la consecuente pérdida de hábitat para la fauna silvestre. Al mismo tiempo, este deterioro afecta las posibilidades de un desarrollo racional de la región al destruir no solo la forma de vida tradicional de la gente local, sino también el potencial de actividades económicas alternativas como el turismo y la capacidad del bosque para proveer servicios ambientales críticos para la sociedad.

Para defender a los ecosistemas naturales de las amenazas antropogénicas, el Estado ecuatoriano ha establecido varias áreas protegidas que cubren aproximadamente 30.000 km² (Ministerio del Ambiente 2004). Este potencialmente valioso sistema de áreas protegidas incluye al Parque Nacional Yasuní que además de ser la reserva más grande del Ecuador continental, protege uno de los bosques más ricos en biodiversidad del planeta. Aunque extenso en área y legalmente establecido, en la práctica el Parque Nacional Yasuní está completamente desprotegido, y enfrenta innumerables amenazas como la invasión de colonos indígenas y mestizos, tala ilegal de madera, caza y pesca ilegales, cacería de subsistencia no sustentable, construcción de carreteras y actividades petroleras. El manejo y mitigación de estas amenazas es sumamente difícil, especialmente porque su intensidad y distribución en el paisaje son heterogéneas, y dinámicas en el tiempo. En este contexto, es fundamental contar con una caracterización formal de la distribución e intensidad de las principales amenazas que enfrenta el Parque Nacional Yasuní, no solo para priorizar acciones de conservación y manejo, sino también como un instrumento de monitoreo que permita evaluar la efectividad de las mismas (Sanderson et al. 2002; Wildlife Conservation Society 2002).

Desde hace algunos años, los sistemas de información geográfica (SIG) se han convertido en poderosas herramientas de planificación para el manejo de áreas protegidas, ya que permiten sintetizar y representar grandes cantidades de información sobre la distribución espacial de diferentes atributos del paisaje, o sobre la intensidad o dinámica de diversos procesos. Sin embargo, son pocas las ocasiones en las que se cuenta con suficiente información para validar los modelos producidos con los SIG y evaluar su significado en términos de la abundancia o distribución de organismos en el campo. Este vínculo es fundamental si se pretende utilizar los SIG como herramientas permanentes de monitoreo y priorización de actividades de investigación o manejo. En este contexto, el presente trabajo tuvo dos objetivos principales: i) desarrollar un modelo espacial para evaluar la localización, la extensión y la intensidad de las actividades humanas en la Reserva de la Biósfera Yasuní (incluye el Parque Nacional Yasuní, la Reserva Étnica Huaorani y un área de amortiguamiento de 10 km alrededor de ambas áreas), y ii) evaluar la relación entre los resultados de este modelo y la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes, evaluada lo largo de una gradiente de intervención en el Parque Nacional Yasuní y su zona de influencia. De esta manera, pretendemos evaluar la utilidad del mapa de amenazas de Yasuní como una herramienta de planificación y monitoreo.

Área de Estudio

El Parque Nacional Yasuní (~ 76° 00' W, 01° 00' S), establecido en 1979, y la contigua Reserva Étnica Huaorani, creada en 1990, están localizados en la Amazonía occidental, en las estribaciones orientales de los Andes (Figura 1). Ambas reservas cubren un área de aproximadamente 16.000 km², en un rango de altitud que varía entre 200 y 500 m. El clima no es estacional, con niveles

anuales de precipitación de 3.500 mm y temperaturas promedio de 24 °C. El paisaje está dominado por extensiones grandes de bosque colinado de *terra firme* divididas por áreas menos extensas de bosque aluvial y pantanos dominados por moretes (*Mauritia flexuosa*; Balslev & Renner 1989; Winckell et al. 1997).

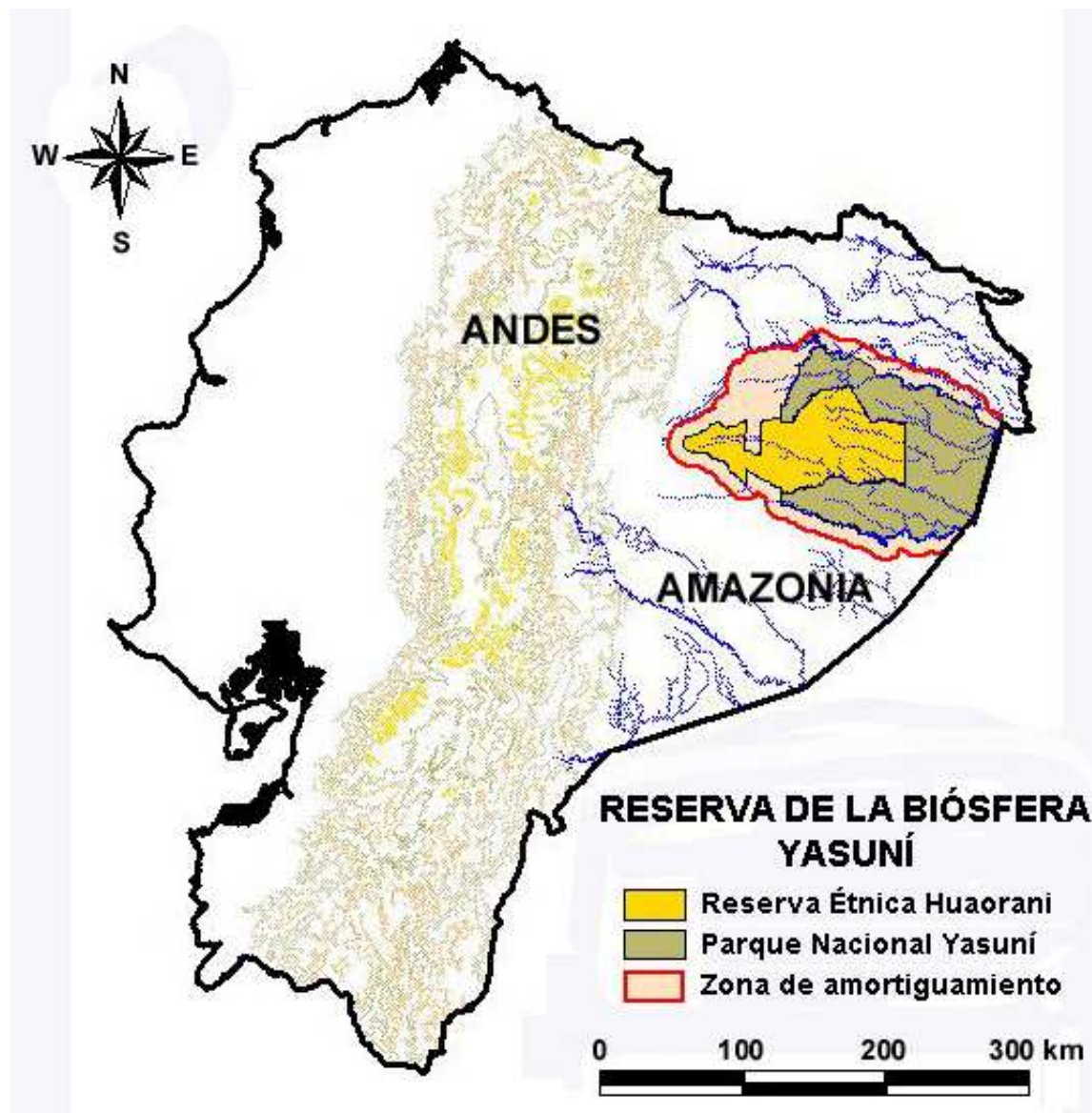


Figura 1: Localización geográfica de la Reserva de la Biósfera Yasuní en la Amazonía ecuatoriana: Parque Nacional Yasuní, Reserva Étnica Huaorani y área de amortiguamiento

Actualmente, los Huaorani, los Kichwa y los colonos mestizos conforman los principales grupos humanos que habitan el paisaje de Yasuní. Los Huaorani son descendientes de grupos nómadas de cazadores - recolectores que habitaron gran parte de la Amazonía ecuatoriana al sur del río Napo, incluyendo la actual extensión de la Reserva de la Biósfera Yasuní. A mediados del siglo XX y por causa de una estrategia agresiva de evangelización, muchos de los clanes huaorani abandonaron su sistema de vida trashumante, estableciéndose en la sección occidental de la actual reserva étnica (Rival 1996). Como resultado de este proceso migratorio, gran parte de la sección septentrional del tradicional territorio huaorani fue colonizado por indígenas kichwas provenientes de las estribaciones bajas de los Andes. Los Kichwas amazónicos tienen un origen multiétnico, a partir de los Canelos, Quijos, Yumbos y Kichwas andinos. La fusión de estos grupos aborígenes se dio desde épocas precolombinas y a lo largo de varios siglos (Hudelson 1987). La explotación petrolera, a inicios de la década de 1980, abrió las puertas de Yasuní al grupo más reciente de actores en el área: los colonos mestizos. Los mestizos, principalmente campesinos de otras regiones del Ecuador, aprovechan las

carreteras de explotación petrolera, que proveen acceso y dirigen los patrones espaciales de colonización, para establecerse en lotes de aproximadamente 50 ha que utilizan con fines de subsistencia (Pichón 1997b). En este contexto, la historia reciente de Yasuní ha sido marcada por tres factores fundamentales: i) el proceso de evangelización evangélico y católico, ii) la creación del parque nacional y la reserva étnica, y iii) el descubrimiento y explotación de yacimientos petrolíferos. La interrelación de estos tres factores, a lo largo de varias décadas, ha resultado en el actual conflicto de intereses que caracteriza a Yasuní y gran parte de la Amazonía ecuatoriana: desarrollo económico vs. conservación de la biodiversidad (Pitman 2000).

Métodos

La evaluación de amenazas en el Parque Nacional Yasuní se basó en un modelo espacial de tipo raster que incorporó información sobre la distribución de las actividades humanas presentes en el área de estudio. Las actividades humanas que actualmente existen en Yasuní pueden dividirse en dos categorías: i) actividades relacionadas con el desarrollo que incluyen la construcción de carreteras, deforestación a gran escala, tala selectiva y extracción de petróleo; y ii) actividades relacionadas con los asentamientos humanos que incluyen cacería de subsistencia, cacería ilegal, agricultura de subsistencia y ganadería.

Para incluir las dos categorías de actividades humanas en el modelo, utilizamos información espacial sobre carreteras, poblados, áreas deforestadas y pozos petroleros obtenida del Instituto Geográfico Militar, Ministerio del Ambiente y Proyecto Petramaz de la Unión Europea. Esta línea base fue complementada con datos obtenidos en el campo durante tres años de muestreos (2001 - 2003) que actualizaron la información de las capas espaciales. Para desarrollar el modelo, dividimos el área de estudio en una cuadrícula compuesta por 1.574 x 2.260 píxeles con una resolución de 0,1 km² cada uno. Para cada capa espacial utilizada (carreteras, poblados, áreas deforestadas, campamentos ilegales de cacería, pozos petroleros y áreas de extracción selectiva de madera) se calculó un buffer con base en el impacto esperado que cada actividad humana tiene en el bosque aledaño. El buffer para carreteras y áreas deforestadas se extendió 3 km para tomar en cuenta los efectos de borde asociados (Murcia 1995; Canaday 1997; Mesquita et al. 1999; Canaday & Ribadeneira 2001). El impacto de los poblados se representó con un buffer de 10 km (Marquette 1998; Lopes & Ferrari 2000; Mena et al. 2000; Zapata Ríos 2001). Con base en observaciones personales, los buffers para los campamentos ilegales de cacería se extendieron 5 km, pozos petroleros 1 km y tala selectiva 2 km.

Todas las actividades humanas relacionadas con los asentamientos humanos, con la excepción de los campamentos de cacería ilegal, se incorporaron en el modelo como una única capa espacial. Aunque la agricultura y la ganadería alteran sustancialmente la estructura de los bosques, no separamos sus efectos de los asentamientos por dos razones. Primero, estas actividades están restringidas a áreas alrededor de los asentamientos, por lo que el valor de amenaza que utiliza un buffer de 10 km desde los poblados captura efectivamente el impacto de la agricultura y la ganadería a pequeña escala. Segundo, aunque estas actividades están siempre concentradas alrededor de los poblados, son temporalmente y espacialmente dinámicas. Por lo tanto, fue más práctico utilizar la localización de los asentamientos humanos como un sustituto para agricultura y ganadería. De la misma forma, la cacería de subsistencia es una actividad que se lleva a cabo dentro del mismo radio por lo que fue analizada de la misma manera (Sierra 2000; Kinnaird et al. 2003; Viña et al. 2004; Barve et al. 2005; Linderman et al. 2005; Zeng et al. 2005).

Una vez que los buffers fueron establecidos, cada capa espacial fue reclasificada en un sistema binario 0 - 1, donde los píxeles con valor 1 representan áreas afectadas por una actividad humana específica, y los píxeles con valor 0 representan áreas "libres" de tal actividad. Finalmente, se superpusieron todas las capas espaciales reclasificadas y se calculó el número total de amenazas presentes en cada píxel. De esta manera se obtuvo un índice de amenaza con un rango de variación entre 0 y 6, donde 0 representa áreas "libres" de actividades humanas y 6 representa áreas altamente disturbadas en las que se presentaron todas las actividades humanas sobre las que teníamos información. La representación gráfica de la distribución geográfica de los valores de este índice resultó en el mapa de amenazas de la Reserva de la Biósfera Yasuní.

Para evaluar el significado biológico de nuestro mapa de amenazas, utilizamos un juego de datos independiente sobre la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en doce localidades de la zona norte del Parque Nacional Yasuní y su zona de influencia. Esta información fue recolectada durante dos períodos de tiempo diferentes (agosto, 2001 - marzo, 2002; y agosto,

2002 - marzo, 2003), mediante el registro de signos y registros de mamíferos a lo largo de seis transectos lineales de 2 km de longitud, ubicados aleatoriamente en cada localidad de monitoreo. Para cada sitio, la abundancia relativa de las diferentes especies de mamíferos fue calculada como el número de registros de cada especie por km de transecto recorrido, dividido para el número total de registros por km. Para comparar esta información con el mapa de amenazas, calculamos el nivel de disturbio de cada sitio trazando en el mapa de amenazas un círculo de 10 km de diámetro alrededor de cada sitio de monitoreo de fauna, y calculando el promedio de amenazas/ha presentes en los píxeles incluidos en esa circunferencia. Finalmente, construimos modelos de regresión lineal utilizando al número de amenazas/ha como variable independiente, y a la abundancia relativa de las diferentes especies de mamíferos como variable de respuesta.

Resultados y Discusión

El mapa de amenazas de la Reserva de la Biósfera Yasuní se presenta en la Figura 2.

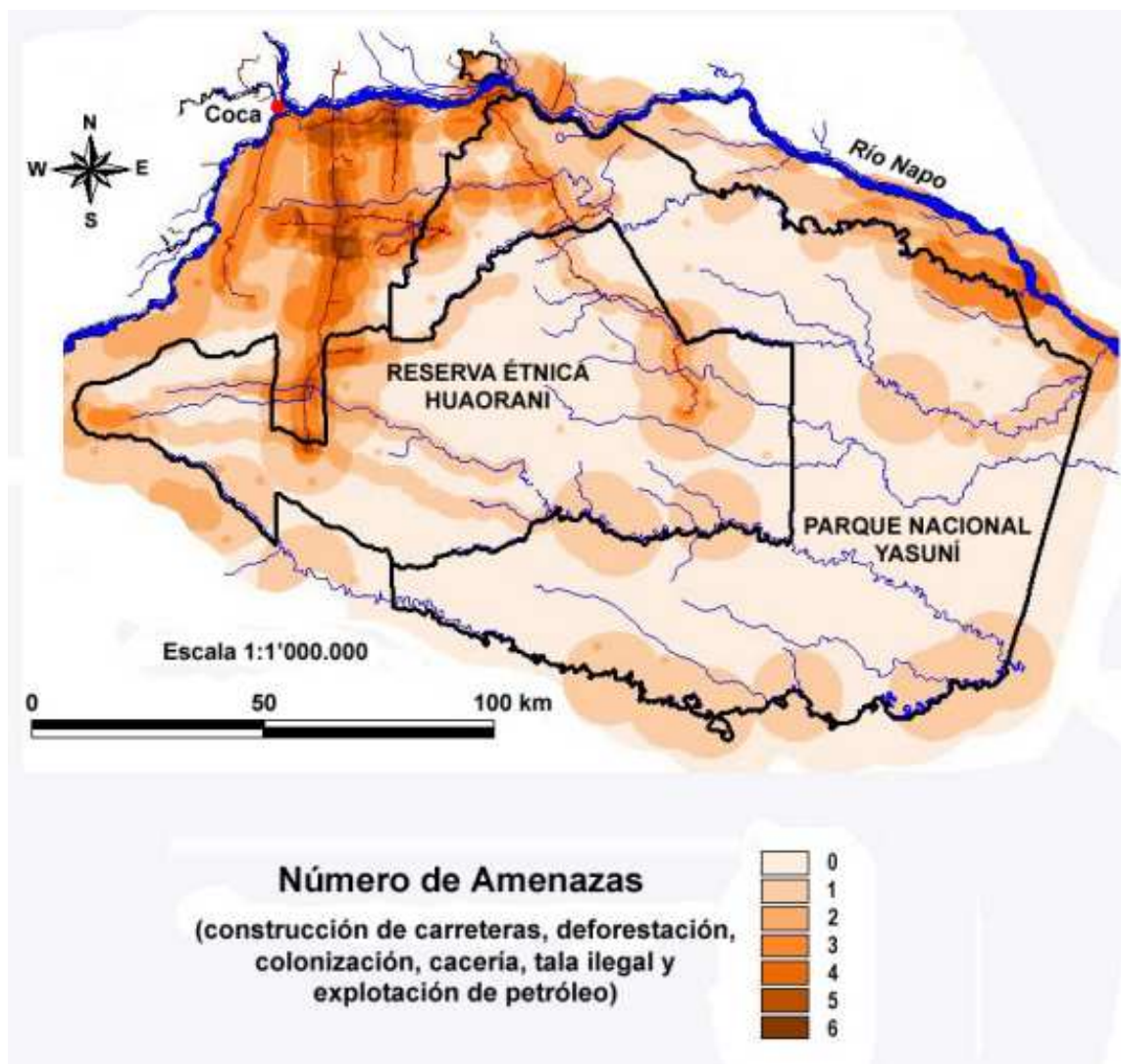


Figura 2: Mapa e índice de amenazas de la Reserva de la Biósfera Yasuní. Áreas marcadas con valores cero representan zonas con niveles de disturbio antropogénico bajo o ausente. Por otra parte, áreas marcadas con valores seis representan zonas altamente disturbadas por actividades humanas

La proporción de hábitat con niveles de amenaza 0 - 1, considerado como áreas libres de influencia humana o con niveles muy bajos de disturbio, es alta (79,84 % del área total) y representa una importante zona núcleo para la conservación de la biodiversidad. Estas zonas con bajo disturbio están principalmente concentradas en la sección suroriental del área de estudio. Por el contrario, la mayor parte de las zonas boscosas fuera de esta área, especialmente en las zonas altamente

disturbadas (niveles de amenaza 4 - 6; 3,64 %), están muy deterioradas como resultado de intensos niveles de actividad antropogénica (Figura 3).

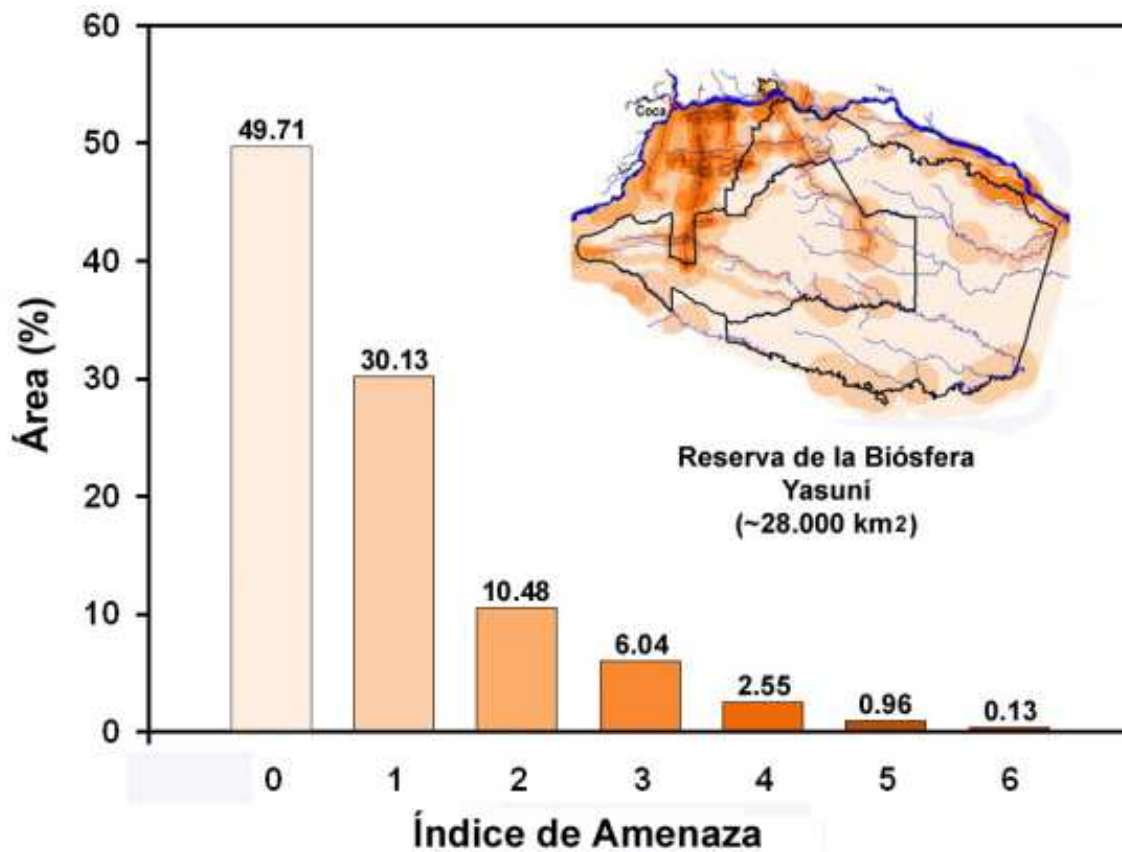


Figura 3: Porcentaje del área total (~28.000 km²) de la Reserva de la Biósfera Yasuní afectada por diversas actividades humanas: construcción de carreteras, deforestación, colonización, tala selectiva ilegal y explotación de petróleo (las áreas más amenazadas se encuentran en la sección noroccidental de la reserva de la biósfera)

Especialmente, las zonas más disturbadas están concentradas en la sección noroccidental de Yasuní y parecen estar directamente relacionadas con la presencia de medios de transporte y comunicación como ríos y carreteras abiertas para facilitar la explotación de petróleo en la región. Si bien el impacto directo de estas carreteras puede ser muy limitado (Figura 4), sus efectos indirectos son enormes ya que facilitan la colonización y alteran definitivamente los patrones de uso del suelo y la distribución y dinámica socioeconómica de la población humana.

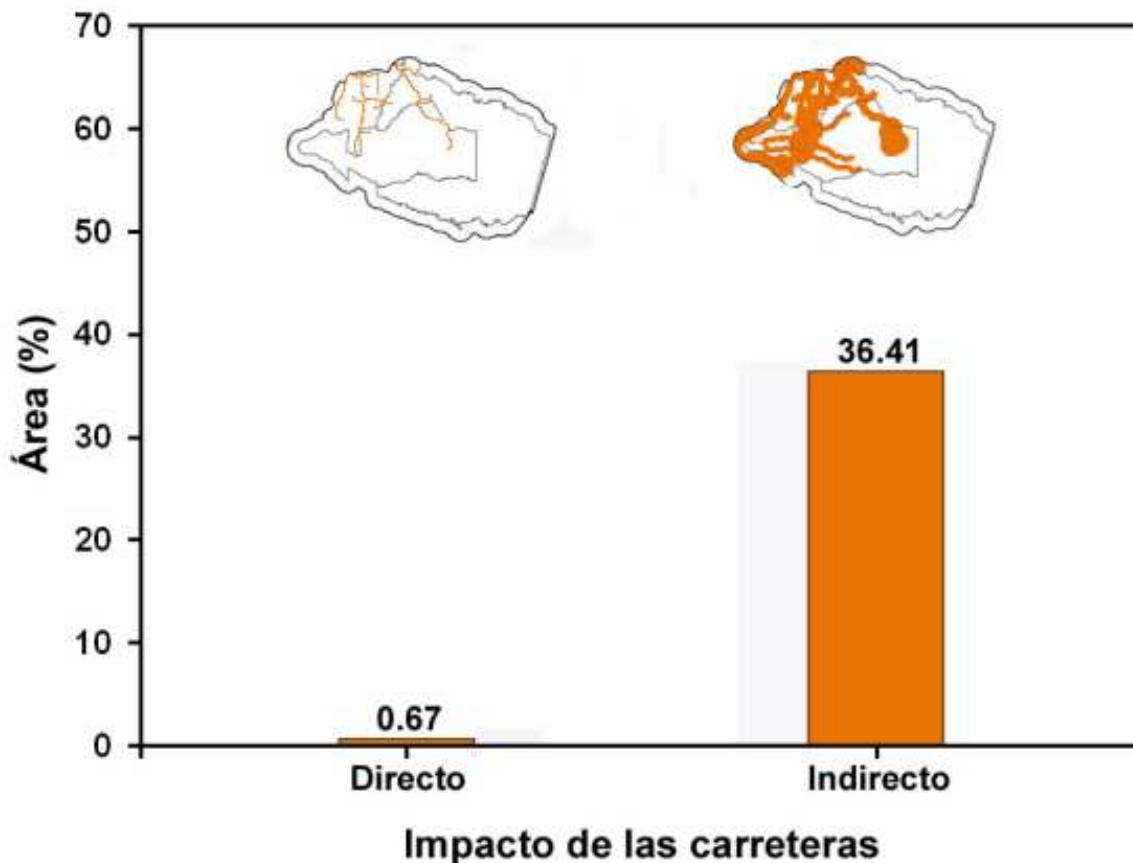


Figura 4: Porcentaje del área total (~28.000 km²) de la Reserva de la Biósfera Yasuní afectada por impactos directos e indirectos de la construcción de carreteras. Los impactos indirectos son los que ocurren alejados en espacio y tiempo de la construcción y uso de las carreteras (Marriott, 1997), e incluyen en esta estimación a todos los polígonos de actividades humanas intersectados y/o adyacentes a las carreteras. Los impactos directos, para esta estimación han sido representados como una franja de 100 m a lo largo de las carreteras existentes, e incluyen únicamente la remoción de vegetación natural y la capa superficial de suelo necesarias para la construcción de las carreteras

Las regresiones lineares que utilizamos (Tabla 1) muestran una importante relación entre el nivel de disturbio representado en el mapa de amenazas y la abundancia relativa de algunas especies de mamíferos. De las diez especies que pudimos analizar cinco tuvieron coeficientes de correlación mayores al 40% en el período 2001 - 2002 y cuatro durante el período 2002 - 2003 (Tabla 1). De estas especies, *Agouti paca*, *Dasyopus novemcinctus* y *Myoprocta pratti* presentaron pendientes positivas, que sugieren que su abundancia relativa tiende a aumentar en sitios con mayor grado de disturbio. Este resultado coincide con otras observaciones que han mostrado que la abundancia de estas especies puede aumentar significativamente en sitios disturbados en donde las chacras o fincas les proveen abundante alimento (Chiarello 1999; Daily et al. 2003; Altrichter & Boaglio 2004). Por el contrario, los modelos para *Tayassu pecari* y *Tapirus terrestris* tuvieron pendientes negativas que indican que su abundancia relativa disminuye conforme aumenta el nivel de disturbio de las localidades. Esta relación puede deberse a los grandes requerimientos de espacio de estas especies que quizás las alejan de áreas dominadas por bosques fragmentados, o al incremento de la presión de cacería en las áreas con mayor densidad de poblaciones humanas. En cuanto a las especies para las que no encontramos relaciones importantes, esto podría deberse efectivamente a la falta de una relación en el campo, o quizás a falta de datos suficientes para construir los modelos, especialmente para las especies más raras. Sin embargo, nuestros datos no nos permiten evaluar la importancia relativa de estas dos posibilidades.

<i>Especie</i>	2001 - 2002		2002 - 2003	
	Coefficiente de correlación (r^2)	Signo de la pendiente	Coefficiente de correlación (r^2)	Signo de la pendiente
<i>Priodontes maximus</i>	0.047	nr	0.349	nr
<i>Dasyplus novemcinctus</i>	0.669	+	0.425	+
<i>Panthera onca</i>	0.006	nr	0.013	nr
<i>Tapirus terrestris</i>	0.496	-	0.250	nr
<i>Pecari tajacu</i>	0.003	nr	0.203	nr
<i>Tayassu pecari</i>	0.784	-	0.572	-
<i>Mazama americana</i>	0.335	nr	0.061	nr
<i>Agouti paca</i>	0.701	+	0.535	+
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	0.004	nr	0.294	nr
<i>Myoprocta pratti</i>	0.602	+	0.623	+

Tabla 1: Coeficientes de correlación y signo de la pendiente de modelos lineares que relacionan la abundancia relativa de varias especies de mamíferos medianos y grandes, y el grado de disturbio en doce sitios de monitoreo, durante dos periodos de muestreo en el Parque Nacional Yasuní y su zona de influencia. "nr" = no relación (pendiente cercana a cero). Celdas sombreadas representan modelos cuyos coeficientes de correlación superaron el 40%

La presencia de relaciones importantes entre la abundancia de ciertas especies y las alteraciones antropogénicas indica que el nivel de disturbio tal como está representado en nuestro mapa de amenazas representa efectivamente cambios en la cantidad y calidad de hábitat que son percibidos o afectan la distribución y comportamiento de esas especies. No podemos evaluar hasta que punto se mantiene esta observación para otros grupos de fauna pero, desde el punto de vista de los mamíferos medianos y grandes, el mapa de amenazas que presentamos aquí parece ser una herramienta confiable para planear y priorizar esfuerzos de conservación en el heterogéneo contexto espacial de la Reserva de la Biósfera Yasuní. Al mismo tiempo, nuestros resultados sugieren que la actualización periódica de la información que incluimos en nuestro modelo espacial es crucial ya que, de esta manera, el mapa de amenazas se convierte no solo en un instrumento de planificación sino también en herramienta de monitoreo para rastrear y manejar las tendencias de intervención antropogénica en la Reserva de la Biosfera Yasuní.

Existen implicaciones importantes en el hecho de que grandes extensiones de Yasuní todavía se encuentran libres de presiones antropogénicas. Yasuní constituye un área de mucha importancia para la conservación de fauna silvestre en la Amazonía occidental, incluyendo especies paisaje como jaguares, tapires y pecaríes de labio blanco. Sin embargo, actualmente se están construyendo y planificando construir nuevas vías dentro del área del parque nacional para facilitar la explotación de petróleo. Estas nuevas carreteras tendrán un impacto negativo enorme en el paisaje de Yasuní, ya que fragmentarán una sección importante del área mejor conservada de la reserva de la biosfera, al sur del río Tiputini. Las prioridades de conservación, por lo tanto, deben centrarse en conservar el gran núcleo dentro del Parque Nacional Yasuní y la Reserva Étnica Huaorani, y en reducir las amenazas a la fauna silvestre en los hábitats categorizados como subóptimos y degradados (áreas con niveles de amenaza 4 - 6).

Enfocados a escala de paisaje, el modelo espacial y el mapa de amenazas representan un primer paso hacia el establecimiento de prioridades para la conservación de hábitats y fauna silvestre en Yasuní, y una línea base para establecer una agenda de investigación centrada en la relación entre las actividades humanas y la persistencia de la fauna silvestre. El mapa provee información sobre calidad y extensión de hábitat, brindando una medida de su disponibilidad para especies de fauna silvestre (áreas con niveles de amenaza 0 - 1) en un área como Yasuní en la que muy poco se conoce sobre la distribución espacial, abundancia relativa y densidad poblacional de fauna silvestre.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación fue financiado por USAID a través del Programa de Paisajes Vivientes de la Wildlife Conservation Society y por la Gordon and Betty Moore Foundation. Agradecemos a Eddy Silva por haber colectado parte de la información de abundancia relativa de mamíferos en el campo. Agradecemos también al Ministerio de Ambiente del Ecuador por extender los permisos de investigación necesarios y a Alonso Jaramillo, Jefe de Área de Parque Nacional Yasuní, por su constante apoyo logístico. Finalmente a Efrén Tenorio y Walter Prado por su apoyo durante el trabajo de campo.

Referencias

- Altrichter, M. & G.I. Boaglio. 2004. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentine Chaco: associations with human factors. *Biological Conservation*, 116: 217-225.
- Balslev, H. & S.S. Renner. 1989. Diversity of east Ecuadorian lowland forests. Pp. 287-295. en: L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen, & H. Balslev (eds.). *Tropical Forests: botanical dynamics, speciation, and diversity*. Academic Press. London.
- Barve, N.; M.C. Kiran; G. Vanaraj; N.A. Aravind; D. Rao; R. Uma Shaanker et al. 2005. Measuring and mapping threats to a wildlife sanctuary in southern India. *Conservation Biology*, 19: 122-130.
- Canaday, C. 1997. Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation*, 77: 63-77.
- Canaday, C. & J. Rivadeneira. 2001. Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivorous retreat. *Biodiversity and Conservation*, 10: 567-595.
- Chiarello, A.G. 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation*, 89: 71-82.
- Daily, G.C.; G. Ceballos; J. Pacheco; G. Suzán; & A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Countryside biogeography of Neotropical Mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology*, 17: 1814-1826.
- Hudelson, J.E. 1987. *La Cultura Quichua de Transición: su expansión y desarrollo en el alto Amazonas*. Editorial Abya-Yala. Quito.
- Kinnaird, M.F.; E.W. Sanderson; T.G. O'Brien; H.T. Wibisono; & G. Woolmer. 2003. Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology*, 17: 245-257.
- Linderman, M.A.; L. An; S. Bearer; G. He; Z. Ouyang; & J. Liu. 2005. Modeling the spatio-temporal dynamics and interactions of households, landscapes, and giant panda habitat. *Ecological Modelling*, 183: 47-65.
- Lopes, M.A. & S.F. Ferrari. 2000. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia. *Conservation Biology*, 14(6): 1658-1665.
- Marquette, C.M. 1998. Land use patterns among small farmer settlers in the northeastern Ecuadorian Amazon. *Human Ecology*, 26(4): 573-598.
- Marriott, B.B. 1997. *Environmental Impact Assessment: a practical guide*. McGraw-Hill. New York.
- Mena, P.; J.R. Stallings; J. Regalado; & R. Cueva. 2000. The sustainability of current practices by the Huaorani. Pp. 57-78. en: J.G. Robinson, & E.L. Bennett (eds.). *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. Columbia University Press. New York.
- Mesquita R.C.G.; P. Delamônica; & W.F. Laurance. 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*, 91: 129-134.
- Ministerio del Ambiente. 2004. *Sistema Nacional de Áreas Protegidas*. <http://www.ambiente.gov.ec/>
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 58-62.
- Pichón, F.J. 1997a. Settler households and land-use patterns in the Amazon frontier: farm-level evidence from Ecuador. *World Development*, 25(1): 67-91.
- Pichón, F.J. 1997b. Colonist land-allocation decisions, land use, and deforestation in the Ecuadorian Amazon frontier. *Economic Development and Cultural Change*, 45: 7-44.
- Pitman, N.C.A. 2000. *A large-scale inventory of two Amazonian tree communities*. PhD Dissertation. Duke University, Durham.

- Rival, L. 1996. *Hijos del sol, padres del jaguar: los Huaorani de ayer y hoy*. Editorial Abya-Yala. Quito.
- Sanderson, E.W.; K.H. Redford; A. Vedder; P.B. Coppolillo; & S.E. Ward. 2002. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning*, 58: 41-56.
- Sierra, R. 2000. Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: the Napo deforestation front, 1986-1996. *Applied Geography*, 20(1): 1-16.
- Viña, A.; F.R. Echavarría; & D.C. Rundquist. 2004. Satellite change detection analysis of deforestation rates and patterns along the Colombia-Ecuador border. *Ambio*, 33: 118-125.
- Wildlife Conservation Society. 2002. Using conceptual models to set conservation priorities. *WCS Living Landscapes Bulletin*, 5: 1-4.
- Winckell, A.; C. Zebrowski; & M. Sourdat. 1997. *Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y paisajes del Ecuador*. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica. Quito.
- Zapata Ríos, G. 2001. Sustentabilidad de la cacería de subsistencia: el caso de cuatro comunidades quichuas de la Amazonía ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical*, 8(1): 59-66.
- Zeng, H., D.Z. Sui; & X.B. Wu. 2005. Human disturbances on landscapes in protected areas: a case study of the Wolong Nature Reserve. *Ecological Research*, 20: 487-496.