INFORME FINAL

"Estudio para el diseño de corredores para los jaguares Panthera onca como herramienta de planeación para mantener la conectividad en el Monumento Natural Yaxchilán".

Justificación del estudio.

Metodología empleada en el estudio.

Estimación de la densidad de jaguar en el área de estudio.

Estimación de abundancia relativa de todas las especies de mamíferos grandes y medianos que se registraron mediante las trampas cámara.

Recomendaciones de manejo y de conservación con base a los resultados obtenidos.

Organización ejecutora:
Tierra Verde Naturaleza y Cultura, A. C

2ª. Oriente Norte 1816 La Pimienta, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Tel: +52 961 60 46870
www.tierra-verde.org /contacto@tierra-verde.org

JUSTIFICACIÓN.

La Selva Lacandona es el mayor remanente de bosque lluvioso tropical en México y es el ecosistema más rico de todo el país, el paisaje de la Selva Lacandona se proyecta como el centro de más alta diversidad biológica para América Septerional por lo cual se ha identificado como una zona prioritaria para la conservación (Vásquez y Ramos, 1992; INE-SEMARNAP, 2000; Davis et al., 1997). Esta selva tropical se encuentra críticamente amenazada por la inminente destrucción humana; originalmente contaba con una extensión original de aproximadamente 1,500,000 hectáreas y en tan solo 40 años se ha transformado más de 2/3 su superficie total arbolada, restando actualmente solo 500,000 hectáreas cubiertas de bosque (Vásquez y Ramos, 1992; Medellín, 1994; (INE-SEMARNAP, 2000; Davis et al., 1997). Esta región sigue siendo el hábitat de una gran diversidad de flora y fauna silvestre de México y la conservación de esta región es de gran importancia, ya que protege un número importante de especies frágiles, amenazadas y en peligro (Medellín, 1994; Davis et al., 1997). Reconociendo la importancia de la Selva Lacandona, el gobierno federal ha decretado siete Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) para proteger los remanentes de selva en esta región: Reserva de la Biosfera Montes Azules (3,312 km²), Reserva de la Biosfera Lacantún (619 km²), Monumento Natural Bonampak (43 km²), Monumento Natural Yaxchilán (23 km²), Área de Protección de Flora y Fauna Chan-kin (122 km²), Área de Protección de Flora y Fauna Metzabok (33 km²) y Área de Protección de Protección de Flora y Fauna Naha (38 km²). Sin embargo, no toda la superficie de terreno protegido en esta región se encuentra en buen estado de conservación. Aunado a esto, grandes extensiones de bosque tropical se pierden fuera de las ANP´s anualmente y las tasas de deforestación se incrementa año con año (Mendoza y Dirzo, 1999; De Jong, 2000). A esta situación hay que agregarle que el tamaño de la población humana en la región se incrementa, así como los bienes y servicios que demanda esta población (tierras para cultivo y ganadería, carreteras - De Vos, 2002). Bajo este panorama, en un futuro las ANP´s de la región de la Selva Lacandona podrían quedar aisladas dentro una matriz de ambientes perturbados por actividades humanas.

El hacer un plan de manejo y de conservación de cada una de las especies amenazadas presentes en la Selva Lacandona seria una costosa y pesada tarea, prácticamente imposible. Una alternativa es enfocar el monitoreo en especies sombrilla para tomar las decisiones adecuadas de manejo y conservación para esta región. Las especies sombrilla son aquellas que su conservación confiere protección a manera de sombrilla a un gran número de especies presentes en el mismo ecosistema. El utilizar especies sombrillas es una atractiva herramienta de conservación ya que su utilización maximiza la información por un mínimo de inversión y esfuerzo en investigación y monitoreo. Este proyecto propone desarrollar un protocolo de monitoreo para el Monumento Natural Yaxchilán por medio de la colecta e identificación de rastros y por medio de trampas cámara enfocado a los jaguares (*Panthera onca*) y su presas. Estas especies son muy sensibles a impactos en el hábitat por actividades humanas y su presencia en un área nos provee un marco robusto del estatus de conservación general de la biodiversidad del área monitoreada. Para conservar poblaciones viables de jaguares y sus presas se requiere mantener grandes extensiones de selva sin perturbación, por tanto si enfocamos los esfuerzos de conservación en estas especies, estaremos en posibilidades de conservar gran parte de la biodiversidad presente en estas áreas. El monitoreo enfocado a estas

especies nos permitirá identificar, cuantificar y prevenir impactos negativos por causas antropogénicas y en un futuro diseñar estrategias de manejo y conservación, así como identificar los lugares más adecuados para enfocar futuros esfuerzos de conservación para la región de la Selva Lacandona.

Anteriormente se realizó un estudio con trampas cámara en la Selva Lacandona enfocado a estimar la densidad de los jaguares en esta región. Con base en la estimación de densidad más conservadora (1.7 jaguarles /100 km²) obtenida en este estudio y la más alta (4.6 jaguares / 100 km²), se calculó que entre 62 y 168 individuos de jaguar podrían estar presentes dentro de las Áreas Naturales Protegidas de carácter federal de la región de la Selva Lacandona. Considerando el promedio del estimado para el tamaño poblacional del jaguar en las reservas de la Selva Lacandona, tendríamos un número de 112 jaguares dentro de dichas reservas (de la Torre y Medellín, 2011). Pese a que estas estimaciones de tamaño poblacional de jaguar son bajas, estas reservas protegen un número importante de jaguares. La conservación de estas reservas y de estos jaguares es fundamental para mantener una población viable para la región de la Selva Maya, la cual incluye la región de Calakmul, Sian Kaan y el Gran Petén en Guatemala y Belice (Sanderson et al., 2002; Chávez et al., 2007). Esta región mantiene la población de jaguares más grande para todo Mesoamérica, y además tiene altas posibilidades de mantener una población viable de jaguar a largo plazo (Sanderson, et al., 2002; Aguilar et al., 2007).

Una acción prioritaria para la conservación del jaguar y otras especies de mamíferos grandes en la Selva Lacandona debe ser el mantener la conexión entre las reservas de la región, y buscar que éstas mantengan la conexión con las demás reservas que componen las Selva Maya (Sanderson et al., 2002). La Comunidad Lacandona acordó en una asamblea ejidal proteger 42,000 hectáreas como una reserva comunal denominada Sierra La Cojolita (INE-SEMARNAP, 2000). Esta reserva comunal se encuentra al norte del Monumento Natural Bonampak y potencialmente conecta a esta ANP's con el Monumento Natural Yaxchilán y con la región de la del Sierra del Lacandón en Guatemala.

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la conectividad de Monumento Natural Yaxchilán con el resto de la Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona por medio de muestreos de colecta e identificación de rastros y muestreos con trampas cámara.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Capacitar debidamente a los guardaparques de Monumento Natural Yaxchilán en la identificación y colecta de rastros de mamíferos grandes y medianos y en la correcta utilización de trampas-cámara.

b) Desarrollo de un protocolo de monitoreo de mamíferos grandes y medianos para el Monumento Natural Yaxchilán el cual pueda ser implementado por los guarparques y esté enfocado en evaluar la conectividad de esta reserva con el resto

de las ANP's de la Selva Lacandona.

c) Implementar un muestreo con trampas cámara enfocado a los jaguares y sus presas para el Monumento Natural Yaxchilán.

METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL PRESENTE ESTUDIO.

A) Metodología utilizada para los muestreos con trampas-cámara.

Estudios recientes llevados a cabo en varios sitios del continente Americano han demostrado que la técnica de foto-trampeo permite la estimación de densidades de jaguar de manera robusta (Wallace et al., 2003; Silver et al., 2004; Maffei et al., 2004; Soisalo y Cavalcanti, 2006), y esta técnica ya ha sido aplicada en varias poblaciones de jaguar en México (de la Torre, 2009). Para estimar la densidad de los jaguares se utilizará la técnica de foto-trampeo en combinación con los modelos de captura-recaptura para poblaciones cerradas (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998). Esta técnica toma la ventaja de utilizar las marcas distintivas de los animales fotografiados para identificarlos individualmente, posteriormente el historial de captura se analiza con el fin de obtener una estimación de la abundancia absoluta de la especie en cuestión (Otis et al., 1978).

El diseño de muestreo que se utilizó en este estudio para estimar la densidad de los jaguares en el Monumento Natural Bonampak se basó en el protocolo estandarizado para el Censo Nacional del Jaguar (CENJAGUAR-Medellín et al., 2006; Chávez et al., 2007a), pero incluyendo algunas adopciones realizadas por las condiciones logísticas de esta área de estudio. Dicho protocolo contempla celdas de muestreo de 9 km², que representa aproximadamente el área de actividad mínima estimada para las hembras en Calakmul, Campeche (Chávez, 2006). Así mismo, se utilizaron tres estaciones de foto-trampeo dentro de las celdas, separadas entre 1 y 4 km, con el fin de aumentar la probabilidad de fotografiar a los jaguares que se encuentren presentes dentro de estas celdas de muestreo.

Se colocaron 27 estaciones de foto-trampeo distribuidas dentro de toda el área de muestreo. De estas 27 estaciones de foto-trampeo 14 fueron estaciones dobles, las cuales estuvieron conformadas por dos trampas cámaras dobles, esto con la finalidad de tener fotos de ambos flancos de los jaguares para aumentar la probabilidad de identificarlos individualmente. Estas estaciones de foto-trampeo estuvieron activas de 30 días trampa.

Las estaciones de foto-trampeo se colocaron sobre senderos y sobre algunas playas a la orilla del río Usumacinta. La separación entre cada una de las estaciones de foto-trampeo fue de entre 1 a 3 km, para evitar huecos grandes que pudieran cubrir el área de actividad de un jaguar, esto para cumplir con el segundo supuesto de que todos los jaguares que habiten en el área de muestreo tienen la probabilidad *mayor a cero* de ser fotografiados (Karanth y Nichols, 1998; 2002; Silver, 2004). Aunque el diseño del muestreo contempló que las estaciones de trampeo estuvieran colocadas de manera homogénea, las cámaras se colocaron en los sitios donde anteriormente se observaron

rastros de jaguar (estudio prospectivo) o en los sitios donde fuera más probable fotografiar un jaguar (como senderos, caminos de fauna, margen de arroyos), a una distancia no mayor a 400 m de los puntos seleccionados (Figura 1).

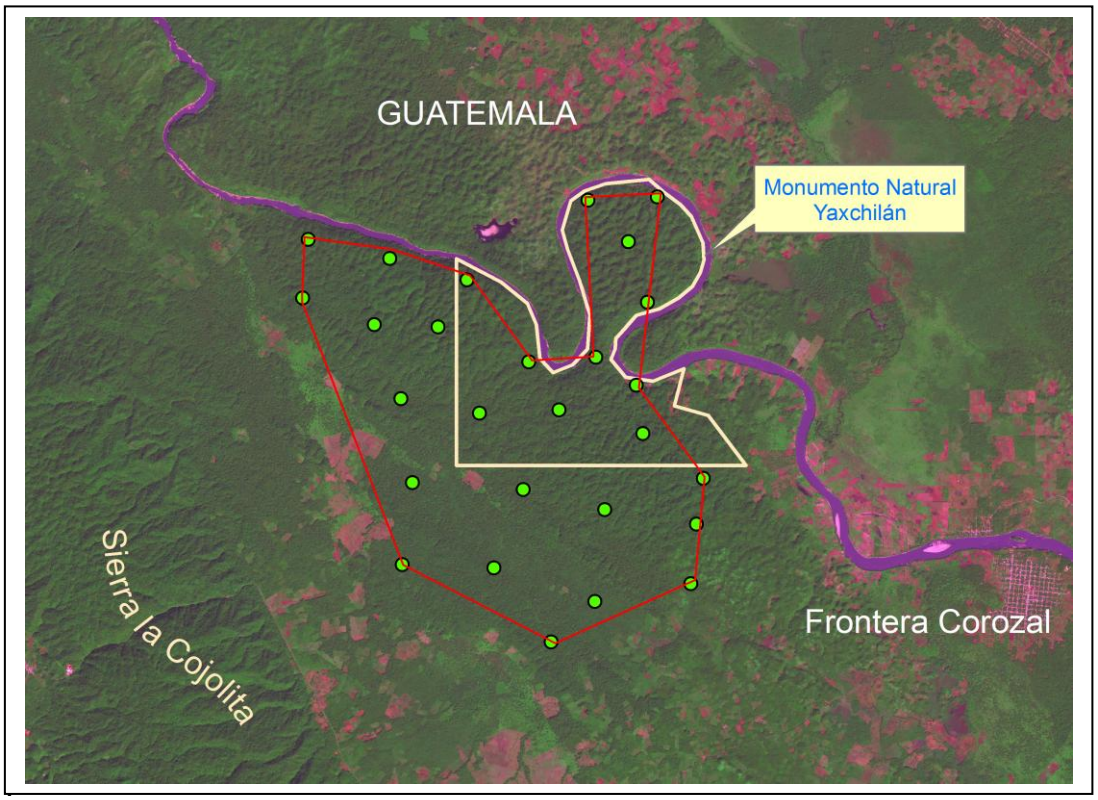


Figura 1. Localización de las estaciones de foto-trampeo. Durante esta temporada toda el área se cubrió simultáneamente con 27 estaciones de foto-trampeo, las cuales estuvieron 30 días. El área total cubierta por las estaciones de foto-trampeo en esta temporada fue de 60 km² (polígono rojo).

Para este estudio se utilizaron 31 trampas cámara de la marca Cuddeback® (modelo Expert: Cuddeback,) y 10 de la marca Camtrakker® (Camtrakker TM, Camtrack South Inc. Georgia, EUA). El esfuerzo de muestreo final fue de 810 días trampa y el polígono mínimo convexo (el área total que cubrieron las cámaras) cubierto por las cámaras fue de 60 km². En este estudio se definió como un *evento de muestreo* cada día que estén activas las estaciones de foto-trampeo (cada 24 horas = un evento de muestreo) y como *captura* a una fotografía de un individuo de jaguar diferente dentro de cada evento de muestreo.

B) Análisis de los datos obtenidos por medio de trampas cámara.

1) Estimación de la densidad de jaguar en el área de estudio.

Para estimar la abundancia absoluta y densidad de los jaguares, se identificaron individualmente los jaguares fotografiados por medio su patrón de manchado en ambos flancos. Los datos obtenidos se acomodaron en una matriz de ausencia y presencia, en

donde las columnas fueron los días de esfuerzo de captura y los renglones los individuos capturados (en este caso fotografiados). Para estimar el número de jaguares en el área de muestreo por medio del historial de captura y recaptura se utilizó el programa CAPTURE (Otis et al., 1978). El programa CAPTURE estima el tamaño de la población muestreada por medio de los siguientes pasos: 1) Probar si no se violaron los supuestos de captura-recaptura, incluyendo si la población analizada se comportó como una población cerrada; 2) Revisar el historial de captura (datos) mediante varios modelos estadísticos (M_0, M_t, M_b, M_h y la combinación de todos estos modelos), para decidir cual es el modelo más adecuado para los datos analizados; 3) Estimar la probabilidad de captura y el tamaño de la población o abundancia absoluta (N), con un error estándar y un intervalo de confianza.

Una vez teniendo una estimación de la abundancia generada por el programa CAPTURE, se obtuvo la estimación de la densidad de los jaguares en el área de muestreo. Para esto se le añadió un área adicional (área buffer) al área de muestreo (polígono mínimo convexo que cubren las estaciones de foto-trampeo), con el fin de tomar en cuenta a aquellos individuos que su área de actividad está representada parcialmente en el área muestreada (Karanth y Nichols, 1998; Karanth y Nichols 2002; Silver 2004). Se han utilizado dos diferentes enfoques para estimar el ancho de esta área adicional (o buffer): 1) *La mitad del promedio de las distancias máxima recorridas por los individuos recapturados (1/2MMDM)* y 2) *El promedio de las distancias máximas recorridas de los individuos recapturados (MMDM)*. En este estudio se utilizaron ambos enfoques para estimar la densidad de los jaguares en el área de muestreo. Una vez calculadas las distancias adicionales (buffer) con ayuda de un sistema de información geográfica (ArcView – ESRI, 2002) se estimará el área efectiva de muestreo cubierta por las cámaras en km² (*área efectiva de muestreo = área de muestreo + área adicional*). Por tanto la densidad estará dada por:

$$D = N/A$$

Donde:

D = densidad
N = abundancia calculada por el programa CAPTURE
A = área efectiva de muestreo en km²

Las estimaciones de densidad se expresaron en número de jaguares por 100 km². El error de las estimaciones se calculó como está descrito en los protocolos de Karanth y Nichols (1998) y Karanth y Nichols (2002).

2) Metodología detallada para la observación y colecta de rastros.

Se utilizaron ocho senderos lineales los cuales cubrieron una superficie aproximada de 50 km^2 dentro del Monumento Natural Yaxchilán, estos senderos estuvieron ubicados selva primaria, selva secundaria, acahuales y en algunas áreas de cultivo. El registro de rastros se realizó en dos periodos para cada transecto con un esfuerzo de muestreo de cuatro días durante por periodo (un día por transecto). Los rastros considerados dentro de los transectos fueron los avistamientos, huellas, excretas, restos y madrigueras.

Todos los rastros encontrados se registraron en la ficha de campo con los datos básicos de: especie, transecto, sendero, fecha, hora, medidas y tipo de unidad de paisaje (selva primaria, secundaria, acahuales y áreas de cultivo). Todos los rastros se fotografiaron con una referencia de escala. También se tomaron algunos moldes de huellas como registros. Todos rastros encontrados se compararon contra un catálogo de huellas de mamíferos de México.

Para todos los rastros de mamíferos grandes y medianos colectados se calculó un índice de abundancia relativa por especie a través de la siguiente fórmula:

$IAR = No.R/Ue$

Donde:
IAR = índice de abundancia relativa
No.R = número de rastros (como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras)
Ue = unidad de esfuerzo (metros recorridos en cada sendero)

En este caso el número de rastros corresponde al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras y unidad de esfuerzo corresponde a metros recorridos en cada sendero.

3) *Abundancia relativa de los mamíferos grandes y medianos presentes en Monumento Natural Yaxchilán.*

Para determinar la abundancia relativa de todos los mamíferos grandes y medianos presenten dentro del Monumento Natural Yaxchilán utilizamos todas las capturas fotográficas que se registraron mediante las trampas cámara colocadas para los jaguares. Para esto se consideró como *evento de muestreo* un día (cada 24 horas) por estación de foto-trampeo; y se consideró como *captura* a la fotografía o grupo de fotografías por especie, obtenidas en cada estación de foto-trampeo dentro de un evento de muestreo (Maffei et al., 2002; Azuara, 2005; de la Torre, 2009). Para las especies grupales solamente se contabilizó como una captura a cada fotografía o serie de fotografías obtenidas dentro de un evento de muestreo. No se consideraron las capturas de las especies de mamíferos con un peso menor a 500 gr. (adulto), ya que las trampas cámara y este método de monitoreo no fueron diseñados para obtener datos de estas especies, por lo que las capturas de mamíferos pequeños en este caso son pocas e incidentales (Azuara, 2005). Para cada una de estas especies se calculó un índice de abundancia relativa o frecuencia de captura estandarizando a 1000 días trampa:

$IAR = n * 1000 / E$

IAR = índice de abundancia relativa estandarizado a 1000 días trampa.

n = número de capturas por especie por temporada.

E = esfuerzo de muestreo (en días trampa).

ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DE JAGUAR EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Durante todo el estudio solamente se obtuvieron siete capturas independientes con un esfuerzo de muestreo total de 810 días trampa. Estas siete capturas corresponden a dos individuos diferentes (1 ♂, 1), de estos individuos solamente el macho fue recapturado 5 veces. El éxito total de captura fue de 8.64 capturas de jaguar por cada 1000 días trampa. La distancia máxima del único jaguar recapturado en este estudio fue de 6.43 km. Ambos individuos fueron identificados satisfactoriamente en todas las fotografías obtenidas.

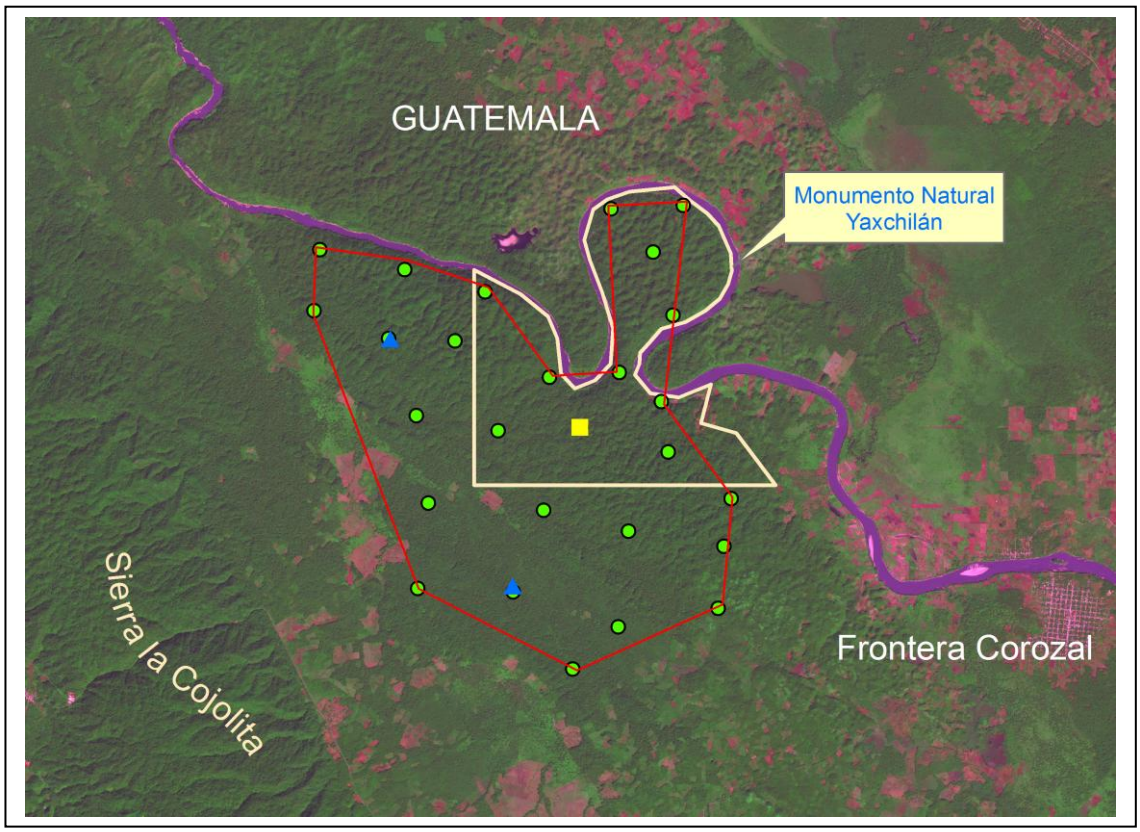


Figura 2. Localización de los sitios donde se obtuvieron registros por medio de las trampas cámara en este estudio. Los triángulos azules corresponden al macho y los cuadros amarillos a la hembra.

Figura 3. Dos capturas fotográficas del jaguar macho. En las fotografías se muestran ampliadas algunas rosetas donde se puede apreciar detalladamente que el patrón de manchado es el mismo, de esta manera se identificaron a los jaguares individualmente.

En este estudio se obtuvieron siete capturas en diferentes eventos de muestreo independientes. Se consideraron como 30 eventos de muestreo. La matriz de ausencia y presencia que se utilizó para hacer la estimación para hacer la estimación de abundancia para esta temporada por medio del programa CAPTURE fue la siguiente:

Macho	0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
Hembra	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Según los resultados arrojados por el programa CAPTURE, el modelo seleccionado para hacer la estimación es el modelo nulo (M_0 = 1.0), que nos da una abundancia de 2 individuos (SE ± 0.89), con una probabilidad de captura de 0.086. El segundo modelo que mejor se ajusta al historial de captura obtenido en este estudio es el modelo de heterogeneidad a la captura (M_h = 0.95), el cual nos estima una abundancia

absoluta de 2 individuos (SE ± 2.86) con una probabilidad de captura de 0.044. De acuerdo con el criterio de selección del programa CAPTURE el modelo más adecuado sería el modelo nulo (M_0), pero debido a que el modelo de heterogeneidad (M_h) a la captura supuestamente representa un mayor realismo biológico de acuerdo con la ecología poblacional de los jaguares (Karanth y Nichols, 1998; Silver, 2004), y utiliza un estimador más robusto (por utilizar un estimador *jackknife*), se utilizó la estimación obtenida por este modelo para el cálculo de las densidades de jaguar. Los resultados de la prueba de población cerrada no mostraron alguna evidencia de la violación de este supuesto (z = -2.159; p = 0.32371).

La distancia máxima viajada por el unico individuo que fue recapturado en este estudio fue de 6.45 km. Utilizando el enfoque de Wilson y Anderson (1983) para hacer la estimación del ancho del área adicional, el cual utiliza la mitad del promedio de las distancias máximas viajadas (1/2MMDM) por los jaguares entre las recapturas, tenemos una área efectiva de muestreo de 189 km² (Figura, 3). Utilizando el enfoque de Soisalo y Cavalcanti (2006), el cual utiliza solamente el promedio de las distancias máximas viajadas (MMDM) por los jaguares entre las recapturas, tenemos un área efectiva de muestreo de 317 km². Utilizando la estimación de abundancia absoluta, obtenida mediante el historial de captura y recaptura durante la temporada de muestreo y las estimaciones del área efectiva de muestreo se hicieron dos estimaciones de densidad para los jaguares en Monumento Natural Yaxchilán (Cuadro, 2). La densidad más conservadora fue de 0.63 jaguares por cada 100 km² y la más alta de 1.05 jaguares por cada 100 km².

Cuadro 2. Estimación de densidades de jaguar para Monumento Natural Yaxchilán.

	Enfoque utilizado para estimar el ancho del área adicional	**Área efectiva de muestreo en km²**	**Resultados de estimación de densidad (jaguares/100 km²)**
Muestreo Yaxchilán diciembre 2010-enero 2011	1/2MMDM	189	1.2 (SE ± 1.9)
	MMDM	317	0.6 (SE ± 1.8)

ABUNDANCIA RELATIVA DE TODAS LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS GRANDES Y MEDIANOS.

Cuadro 3. Frecuencias de capturas de los mamíferos grandes y medianos durante el muestreo con trampas cámara llevado al cabo en Bonampak, Selva Lacandona, Chiapas de mayo a junio del 2011.

Especie	**Número de capturas en 1,147 días trampa**	**Número de capturas en 1000***
Didelphis virginiana	5	6.17
Dasypus novemcinctus	22	27.16
Panthera onca	7	8.64
Puma concolor	8	9.88
Leopardus pardalis	22	27.16
Conepatus semistriatus	2	2.47
Eira barbara	3	3.70
Nasua narica	6	7.41
Tapirus bairdii	2	2.47
Pecari tajacu	5	6.17
Mazama temama	16	19.75
Dasyprocta punctacta	38	46.91
Cuniculus paca	22	27.16
Sylvilagus brasilensis	1	1.23
Total de capturas	**159**	**196.23**

Por medio de las trampas cámara se registraron un total de 15 especies de mamíferos grandes y medianos (Cuadro, 3). En total se obtuvieron 159 capturas independientes de estas especies en un esfuerzo total de muestreo de 810 días trampa. Algunas fotografías

de estas especies se encuentran en el Apéndice 1.

RECOMENDACIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN.

Considerando la estimación de densidad que es comparable con otros estudios similares (donde utilizamos el ½ MMDM para estimar el ancho del área adicional o buffer), tendríamos que habría 1.05 jaguares por cada 100 km² dentro del Monumento Natural Yaxchilán. Considerando este número, la densidad obtenida en este estudio es más baja a la reportada en otros sitios en México y Centroamérica (Nuñez et al., 2002; Ceballos et al., 2002; Silver et al., 2004; Chávez, 2006; Chávez et al., 2007b; Faller et al., 2007; Salom-Perez et al., 2007). Incluso es menor a otras estimaciones realizadas con la misma metodología para la misma región de la Selva Lacandona (1.7 – 4.6 jaguares por cada 100 km² - de la Torre, 2009; de la Torre y Medellín, 2011). Esta situación es preocupante, ya que el área donde se implementó el muestreo conserva en excelentes condiciones la cobertura forestal, lo que nos haría pensar que se encuentra en un excelente estado de conservación. Por el tipo de hábitat y la productividad de esta selva se esperaba obtener una densidad al menos a la obtenida en otros sitios de la Selva Lacandona (de la Torre, 2009; de la Torre y Medellín, 2011).

La variación en las densidades entre el Monumento Natural Yaxchilán, el sur de la RBMA y lo demás sitios dentro de la región de las Selvas Mayas podría deberse a diferencias locales en la disponibilidad de presas, composición del hábitat y perturbación antropogénica (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Quigley y Crawshaw, 1992). El área de muestreo de este estudio se localizaba en las cercanías de los poblados de Lacanja Chansayab, Bethel y San Javier, los cuales son poblados que pertenecen a la sub-comunidad de los Lacandones de la Comunidad Lacandona. Con base a observaciones personales y a los datos obtenidos en este estudio, podemos especular que existe un efecto de la cacería de subsistencia en el área de muestreo, ya que los pobladores locales frecuentemente entran dentro de la Reserva Comunal Sierra La Cojolita y dentro de Monumento Natural Bonampak a cacería. El impacto de la cacería de subsistencia por parte de los pobladores podría reducir la disponibilidad de presas para los jaguares (Jorgenson y Redford, 1993; Hill et al., 1997; Escamilla et al., 2000; Leite y Galvão, 2002; Carrillo et al., 2000). Una menor disponibilidad de presas dentro del Monumento Natural Bonampak promovería una baja densidad de jaguares en este sitio.

Ante los datos mencionados anteriormente consideramos que es necesario que se tomen medidas pertinentes para disminuir el riesgo de extinción de esta población de jaguares, así como para disminuir la presión de la cacería hacia las presas del jaguar en el interior de la Monumento Natural Yaxchilán. Nosotros proponemos las siguientes acciones de conservación que consideramos como prioritarias:

a) Para conservar esta población de jaguares a largo plazo es prioritario mantener la conexión de esta población con las demás poblaciones de jaguar adyacentes (Sierra El Lacandón Guatemala, Calakmul México, El Petén Guatemala y Belice). La comunidad lacandona acordó en una asamblea ejidal proteger 42,000 hectáreas como una reserva comunal, denominada Sierra La Cojolita. Esta reserva comunal es absolutamente crucial para mantener la conexión entre las ANP's de la Selva Lacandona (conecta a la RBMA, la Reserva de la Biosfera Lacantún y al Monumento Natural Bonampak con el Monumento Natural

Yaxchilán), y a su vez esta reserva comunal es una zona clave para mantener la conexión entre la Selva Lacandona con la Sierra del Lacandón, Guatemala y por consecuencia con la región del Gran Petén y con Calakmul. Como acción prioritaria consideramos que es necesario, en colaboración con las comunidades lacandonas y los gobiernos estatal y federal, promover un plan de manejo para esta reserva comunal el cual asegure su conservación a largo plazo.

b) Adicionalmente, consideramos también que se deben promover en esta región mecanismos de conservación complementarios a las ANP´s, como el pago de servicios ambientales o el establecimiento de ejidos forestales, para asegurar la conservación de los fragmentos de selva de tamaño considerable que se encuentran fuera de las ANP´s. Esto contribuirá a mantener los posibles corredores para el desplazamiento de jaguares de una población a otra. Además esto ayudará también a que la matriz fuera de las ANP's de la Selva Lacandona sea compatible con la conservación.

c) La cacería sigue siendo una actividad frecuente para la subsistencia para muchos pobladores de escasos recursos en la región de la Selva Lacandona. Consideramos que una alternativa para amortiguar el efecto de la cacería en el borde sur de la RBMA seria implementar Unidades Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA´s) en los fragmentos de selva que se encuentran en los ejidos colindantes a la reserva con planes de manejo sólidos. Esto podría permitir que los habitantes de esta zona continúen aprovechando la fauna silvestre de la región, pero ahora de una manera organizada y que asegure el uso sustentable de este recurso.

LITERATURA CITADA.

Aranda, M. 1996. Distribución y abundancia del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en el estado de Chiapas México. Acta Zoológica Mexicana 68:45-52.

Azuara, D. 2005. Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Azuara, D., R. A. Medellín, E. Cruz y M. G. Palacios-Mendoza. 2006. Selva Lacandona. Pp. 63, en: Chávez, C. y G. Ceballos (editores). Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO, Alianza WWF Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 83 pp.

Carrillo, E. J., G. Wong y A. D. Cuaron. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. Conservation Biology 14:1580-1591.

Caso, A., C. Lopez-Gonzalez, E. Payan, E. Eizirik, T. de Oliveira, R. Leite-Pitman, M. Kelly y C. Valderrama. 2008. *Panthera onca*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on

14 June 2010.

Ceballos, G., C. Chavez, A. Rivera, C. Manterola y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. 403-418 en Medellín R. A., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (editores). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México. 647 pp.

Ceballos, G., C. Chavez, R. List, R. A. Medellín, C. Manterola, A. Rojo, M. Valdez, D. M. Brousset, S. M. B. Alcantara (*comité editorial*). 2006. Proyecto para la conservación y manejo del jaguar en México. Serie: Proyectos de recuperación de especies prioritarias 14. SEMARNAT. México. 59 pp.

Chávez, C., 2006. Ecología poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.

Chávez, C., G. Ceballos, R. Medellín y H. Zarza. 2007a. Primer censo nacional del jaguar. Pp 133-142 en Ceballos G., C. Chávez, R. List y H. Zarza (editores). Conservación y manejo del jaguar en México estudios de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México. 259 pp.

Chávez, C., G. Ceballos, y M. Amin. 2007b. Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. Pp 91-100 en Ceballos G., C. Chávez, R. List y H. Zarza (editores). Conservación y manejo del jaguar en México estudios de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México. 259 pp.

Crawshaw, P. G. y H. B. Quigley. 1991. Jaguar spacing, activity and habitat use in a seasonally flooded enviroment in Brazil. Journal of Zoology London 223:357-370.

Davis, S., V. Haywood, O. Herrera-MacBride, J. Villa-Lobos and A. Hamilton. 1997. Centre of plants diversity. A guide and strategy for their conservation. The World Wide Fund for Nature, UICN and The World Conservation Union. 578 pp.

De Jong, B. H. J., S. Ochoa-Gaona, M. A. Castillo-Santiago, N. Ramirez-Marcial y M. A. Cairos. 2000. Carbon flux and patterns and land-use/land-cover change in the Selva Lacandona, Mexico. Ambio 29:504-511.

De la Torre, J. A. 2009. Estimación poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y abundancia relativa de sus presas en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México. Tesis de Maestria. Universidad Nacional Autónoma de México.

De la Torre J. A. y R. A. Medellín. 2011. Population estimate of jaguar *Panthera onca* at the Natural Protected Areas of the Greater Lacandona Ecosystem, Chiapas, Mexico. *Oryx* 45:546-553.

Dillon, A., y M. J. Kelly. 2007. Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. Oryx 41: 469-477.

Dillon, A. y M. J. Kelly. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. Journal of Zoology 275:391-398.

Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, C. Galindo-Leal. 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. Conservation Biology 14:1592-1602.

Faller, J. C., C. Chávez, S. Johnson, y G. Ceballos. 2007. Densidad y tamaño poblacional del jaguar en el noreste de la Península de Yucatán. Pp 111-122 en Ceballos G., C. Chávez, R. List y H. Zarza (editores). Conservación y manejo del

jaguar en México estudios de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México. 259 pp.

Hill, K., J. Padwe, C. Bejyvagi, A. Bepurangi, F. Jakugi, R. Tykuarangi, y T. Tykuarangi. 1997. Impact of hunting on large vertebrates in Mbaracayu Reserve, Paraguay. Conservation Biology 6:1339-1353.

Instituto Nacional de Ecología (INE) – Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturalez y Pesca (SEMARNAP). 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Montes Azules. 2000. Dirección Ejecutiva de Participación Social, Enlace y Comunicación, Instituto Nacional de Ecología. 255 pp.

Jorgenson, J. y K. Redford. 1993. Human and big cats as predators in the neotropics. Zoological Symposium, The Zoological Society of London 65:367-390.

Karanth, U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. Biological Conservation. 71:333-338.

Karanth, K. U. y J. D. Nichols. 1998. Estimation of tigers densities in the India using photographic captures and recaptures. Ecology 79:2852-2862.

Karanth, K. U. y J. D. Nichols. 2002. Monitoring Tigers and their Prey, a Manual for Researchers, Managers and Conservationist in Tropical Asia. Centre for Wildlife Studies. Bangalore.

Kelly, M. J. 2008. Design, evaluate, refine: camera trap studies for elusive species. Animal Conservation 11:182-184.

Leite, M. R. P. y F. Galvão. 2002. El jaguar, el puma y el hombre en tres áreas protegidas del Bosque Atlántico Costero de Paraná, Brasil. Pp 237-250, en Medellín R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (editores). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México. 647 pp.

Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. Revista Boliviana de Ecología 11:55-65.

Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss. 2004. One thousand jaguar (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lya National Park. Journal of Zoology London 262:295-304.

Mandujano, S., S. Gallina, G. Arceo y L.A. Pérez-Jiménez. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. Acta Zoológica Mexicana 20:45-67.

Medellín, R. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. Conservation Biology. 8:780-799.

Medellin, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber (2002). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Economica-Universidad Nacional Autonoma de Mexico -Wildlife Conservation Society. Serie Texto Científico Universitario. Fondo de cultura económica. 639 pp.

Medellín, R.A., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. Ramos-Fernández y S. Ávila. 2006. Censos y Monitoreos. Pp. 25-35, en Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO, Alianza WWF Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 83 pp.

Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico) evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. Biodiversity

and Conservation 8: 1621-1641.

Nichols, J. D. 1992. Capture-Recapture Models using marked animals to study populations dynamics. Bioscience 42:94-102.

Nichols, J. D. y K. U. Karanth. 2002. Field surveys: assessing spatial distributions of tigers and prey. Pp. 61-69, en: Monitoring Tigers and their prey (Karanth K.U. y J. D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.

Novell, K. y Jackson P. 1996. WildCats, status, survey and conservation action plan. IUCN/SSC Cats Specialist Group. The World Conservation Union.383 pp.

Nuñez, R., B. Miller y F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. 107-126 en Medellín R. A., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (*comp.*). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México.

Nuñez, R. 2006. Área de actividad, patrones de actividad y movimiento del jaguar (*Panthera onca)* y del puma (*Puma concolor*), en la Reserva de la Biosfera "Chamela-Cuixmala", Jalisco. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed populations. Wildlife Monographs 62:1-135.

Quigley, H. B. y P. G. Crawshaw Jr. 1992. A conservation plan for the jaguar Panthera onca in the Pantanal region of Brazil. Biological Conservation 61:149-157.

Rabinowitz, A. y B. G. Nottingham, Jr. 1986. Ecology and behavior of jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. Journal of Zoology London 210:149-159.

Rexstad, E. y K. P. Burnham. 1991. User´s guide for interactive program CAPTURE. Abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Forth Collins Colorado, USA.

Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2005. Habitat preferences of ungulates in hunted and nonhunted areas in Calakmul forest, Mexico. Biotropica 37:676-685.

Rovero, F. y A.R. Marshall. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. Journal of Applied Ecology 46:1011-1017.

Salom-Peréz, R., E. Carrillo, J. C. Sáenz, y J. M. Mora. 2007. Critical condition of the jaguar *Panthera onca* population in Corcovado National Park, Costa Rica. Oryx 41:51-56.

Schaller, G. y P. G. Crawshaw. 1980. Movements patterns of jaguar. Biotropica 12:161-168.

Scognamillo, D., I. E. Maxit, M. Sunquist y J. Polisar. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venenzuela llanos. Journal of Zoology London 259:269-279.

Sanderson, E., K. Redford, C. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. Rabinowitz, J. Robinson y A. Taber. 2002. Planning to save species: the jaguar as model. Conservation Biology 16:58-72.

Seymour, K. L. 1989. Panthera onca. Mammalian species 340:1-9.

Silver, S. 2004. Assesing jaguar abundance using remotely triggered camera. Wildlife Conservation Society. Jaguar Conservation Program.

Silver, S., L. Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M. Kelly, R. Wallace, H. Gomez y G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca*

abundance and density using capture/recapture analysis. Oryx 38:148-154.

Soisalo, M., y S. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. Biological Conservation 129: 487-496.

Swank, W. and J. Teer. 1989. Status of the Jaguar-1987. Oryx 23:14-21.

Taber A., Chetkiewicz C., R. Medellín, A. Rabinowitz y K. Redeford. 2002. La conservación del jaguar en el nuevo milenio. 629-640 en Medellín R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (*compiladores*). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México.

Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percastegui, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008a. An evaluation of camera traps for inventorying large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals. Animal Conservation 11:169-178.

Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percastegui, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008b. Further notes on the analysis of mammals inventory data collected with camera traps. Animal Conservation 11:187-189.

Vásquez M. y M. Ramos. 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: investigación para su conservación. Publicaciones especiales ECOSFERA No. 1. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales A. C. México.

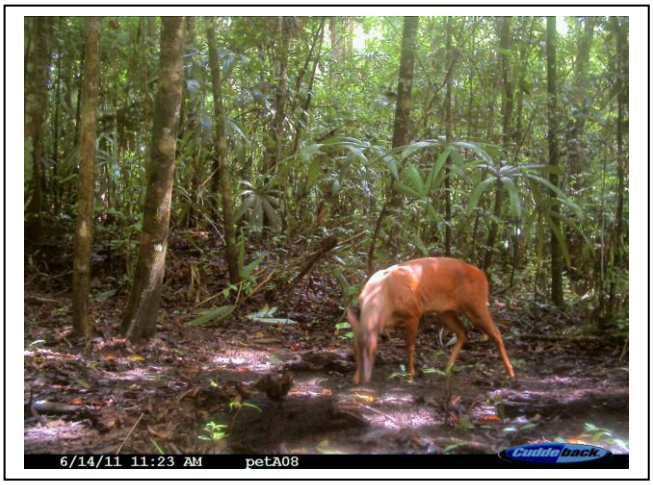
Wallace, R., H. Gómez, G. Ayala y F. Espinoza. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the tuichi valley Bolivia. Mastozoología. Neotropical / Journal of Neotropical Mammalogy 10:133-139.

Wilson, R. K., y D. R. Anderson. 1985. Evaluation of two density estimators of small mammals population size. Journal of Mammalogy 66:13-21.

APÉNDICE 1. Fotografías de algunas especies fotografiadas por medio de las trampas cámara.

Puma (*Puma concolor*)

Sereque (*Dasyprocta punctata*)



Temazate (*Mazama temama*)

Tapir (*Tapirus bairdii*)

Ocelote (*Leopardus pardalis*)

Armadillo (Dasypus novemcinctus)