

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Análisis de la abundancia, patrones de actividad y área de vida del
ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador.

Disertación previa a la obtención del título
de Licenciada en Ciencias Biológicas

JULIA C. SALVADOR MALDONADO

Quito, 2010

1. RESUMEN

El presente estudio se enfocó principalmente en aspectos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) como la abundancia, área de vida y patrones de actividad en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. La naturaleza elusiva de esta especie y los remotos hábitats donde se encuentran, hacen que estos felinos sean difíciles de estudiar. Hoy en día la metodología de trampas cámara se ha convertido en una herramienta fundamental en las investigaciones biológicas para registrar especies raras y de difícil observación como el ocelote. Esta metodología, en combinación con modelos de captura recaptura, permite estimar la densidad poblacional de mamíferos grandes y medianos los cuales, como el ocelote, pueden ser identificados por patrones de manchas naturales en su cuerpo. En el Ecuador, la aplicación de esta técnica es reciente. Se muestreó en dos localidades (vía Maxus y Lorocachi) con diferentes niveles de actividad antrópica, durante un periodo de 90 días consecutivos en cada localidad. Se utilizaron 26 pares de trampas cámara, separadas por 2 – 3 km entre sí, en cada sitio. Las densidades de ocelotes obtenidas en este estudio se encuentran entre las más altas en comparación con otros trabajos realizados con trampas cámara en el Neotrópico. Los patrones de actividad evidencian que el ocelote posee una vida principalmente nocturna, ya que fueron capturados (mediante fotografías) con mayor frecuencia durante la noche (183 registros durante la noche de un total de 207). Además, los resultados de esta investigación permitieron estimar que el ocelote posee un área de vida menor a 10 km² en los sitios estudiados dentro del Parque. La metodología de trampas cámara debe ser considerada como una de las alternativas más eficientes para obtener información sobre densidad y patrones de actividad, entre otros, de animales que poseen un único patrón de manchas en su cuerpo.

Palabras clave: abundancia, actividad, área de vida, captura-recaptura, ocelote (*Leopardus pardalis*), trampas cámara, Yasuní.

2. ABSTRACT

This study was focused on gathering information regarding the ecological aspects of the ocelot (*Leopardus pardalis*), more specifically about its abundance, home range and, activity patterns at the Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. The elusive behaviour and the remote areas where these felines are distributed make them difficult to study. Nowadays, camera trapping methodology can be considered as a fundamental tool that can support recording rare species such as the ocelots. This methodology, combined with capture-recapture models, allows estimation of population densities of large and medium size mammals, such as ocelots, that can be identified by the unique spot patterns of their skin. The application of this methodology can be considered to be fairly new in Ecuador. Two localities that presented different levels of human disturbance, named Via Maxus and Lorocachi, were exhaustively sampled during a 90 days-round period at each location. Twenty six pairs of trapping cameras separated by 2 – 3 km between them were placed at each site. Ocelot densities obtained by this study using camera trapping techniques are ranked among the highest within the Neotropics. The analysis of activity patterns revealed that ocelots are mostly nocturnal. Photography records showed that individuals were captured more frequently mainly during night periods (183 nocturnal records from a total of 207). Additionally, the results of this investigation allowed to calculate that at the studied locations, ocelots have a home range of approximately 10 km². Camera trapping methodology should be considered as one of the most efficient alternatives to get information such as population densities and activity patterns of animals that present unique body marks.

Key words: abundance, activity, camera traps, capture-recapture, home range, ocelot (*Leopardus pardalis*), Yasuni.

3. INTRODUCCIÓN

A diferencia de los grandes felinos, como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), las especies neotropicales de menor tamaño como el ocelote (*Leopardus pardalis*) han sido poco estudiadas. La naturaleza elusiva de estos félidos y los inaccesibles y remotos hábitats en donde se encuentran, los hacen difíciles de estudiar. La necesidad de conocer el comportamiento animal de especies silvestres como esta ha incentivado el desarrollo de nuevas técnicas de investigación *in situ*.

Diversos métodos se pueden utilizar para el monitoreo de poblaciones o comunidades de fauna en su ambiente natural. Históricamente, métodos indirectos tales como la identificación de materia fecal, huellas y otros vestigios han sido empleados en el estudio de mamíferos grandes y medianos, debido principalmente a la gran dificultad de capturarlos u observarlos en su medio natural (Bisbal, 1986; Emmons, 1987; Lyra-Jorge *et al.*, 2008). Estos métodos han brindado información muy importante sobre la historia natural de muchas especies (Farrell *et al.*, 2000). Sin embargo, no han sido exitosas al momento de estimar su tamaño y densidad poblacional (Emmons, 1987; Konecny, 1989, Karanth, 1995; Gittleman, 1996; Maffei *et al.*, 2005; Dillon y Kelly, 2007).

En la actualidad, metodologías más sofisticadas y sistemáticas están disponibles para estimar abundancias absolutas y otros aspectos ecológicos de poblaciones de vertebrados terrestres (Lyra-Jorge *et al.*, 2008). Entre las más destacadas se encuentra la metodología de radio telemetría, que también ha sido empleada para el estudio de felinos, permitiendo estimar su densidad y área de vida (Gese, 2001; Dillon y Kelly, 2008). Pero los hábitos nocturnos de estas especies, la complejidad de sus hábitats y su amplio rango de distribución dificulta la aplicación de esta técnica. Además, es a menudo muy costosa,

requiere de tiempo intensivo de trabajo y es estresante para el animal (Karanth y Nichols, 1998; Sunquist y Sunquist, 2002; Noss *et al.*, 2003; Maffei *et al.*, 2004).

Otra metodología muy utilizada es la de transectos lineales, la cual se basa en el registro y conteo de todos los animales observados a lo largo de líneas de muestreo, establecidas dentro de un área de estudio (Zuñiga, 2004). Es empleada mayormente para el estudio de especies relativamente comunes pero más que nada fáciles de ver o detectar, ya que es necesario obtener un número considerable de avistamientos de individuos de una población para poder estimar su densidad absoluta (Krebs, 1989; Voss y Emmons, 1996; Karanth y Nichols, 2002).

Por otra parte, a inicios de 1980, Ullas Karanth y James Nichols desarrollaron la metodología de trampas cámara en combinación con modelos de captura-recaptura para estimar la densidad de tigres (*Panthera tigris*) en el Sureste de Asia (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998). Hoy en día, este método ha sido adaptado para el estudio de otros felinos como el jaguar (*Panthera onca*) en Centroamérica y Suramérica (Kelly, 2003; Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004), y recientemente en ocelotes (*Leopardus pardalis*) en el Pantanal de Brasil (Trolle y Kéry, 2003), en el bosque seco de Bolivia (Maffei *et al.*, 2005), en los bosques del Atlántico de Argentina (Di Bitetti *et al.*, 2006), en el Sur de los Estados Unidos (Haines *et al.*, 2006) y en Belize (Dillon y Kelly, 2007).

La metodología de trampas cámara permite estimar la densidad poblacional de mamíferos grandes y medianos los cuales, como el ocelote, pueden ser identificados por patrones de manchas naturales en su cuerpo; además posee un gran potencial para el estudio de aspectos del comportamiento animal como: distribución, migración, área de vida, patrones

diarios de actividad, mortalidad, supervivencia, reclutamiento, diversidad, selección y uso de hábitat entre otras, (Seber, 1982; Pollock *et al.*, 1990; Karanth, 1995; Rodgers *et al.*, 1996; Karanth y Nichols, 1998; Rabinowitz, 2003; Ramsey y Usner, 2003; Di Bitetti *et al.*, 2006).

En los últimos años esta metodología se ha convertido en una herramienta fundamental en las investigaciones biológicas para registrar especies de comportamiento elusivo y que viven en baja densidad, proporcionando dato más precisos y reales que cualquier otra técnica (Maffei *et al.*, 2002; Trolle y Kéry, 2003; Maffei *et al.*, 2005; Di Bitetti *et al.*, 2006).

En el Ecuador la aplicación de esta técnica es reciente; el presente estudio es el primero en aplicar la metodología de trampas cámara, en forma sistemática, para estimar la abundancia y otros aspectos ecológicos del ocelote en la amazonía ecuatoriana, misma con la cual se pretende aportar con datos más precisos sobre el estado de sus poblaciones.

3.1 ASPECTOS ECOLÓGICOS

El ocelote (*Leopardus pardalis*) es un gato neotropical de tamaño medio, cuyo peso está entre los 7 – 16 kg; se encuentra ampliamente distribuido a través del continente americano, desde el sur de Texas en los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, atravesando las costas de México, America Central y América del Sur (Emmons y Feer, 1997; Murray y Gardner, 1997; Sunquist y Sunquist, 2002; Figura 1). También se tiene registros de la presencia de esta especie en la Isla Trinidad y la Isla Margarita en Venezuela (Bisbal, 1986; Sunquist y Sunquist, 2002).

El ocelote se distingue de otras especies muy similares, como el margay (*Leopardus wiedii*), por su tamaño algo mayor (72,6 – 100 cm, versus 53 – 79 cm) y por su cola, que difícilmente alcanza el piso (25,5 – 41 cm, versus 33 – 51 cm; Murray y Gardner, 1997; Emmons y Feer, 1999; Sunkist y Sunkist, 2002; Sunkist y Sunkist, 2009).

El pelaje del ocelote es corto y su color de fondo varía incluso dentro de una misma población, desde crema a un amarillo rojizo, gris rojizo o gris, cubierto de manchas negras bien definidas en forma de puntos y líneas (Sunkist y Sunkist, 2009). La región ventral es blanca con manchas negras ocasionales; exhibe piernas largas y pies grandes, los anteriores más grandes que los posteriores (Murray y Gardner, 1997; Tirira, 2007; Sunkist y Sunkist, 2009). El patrón en la disposición y diseño de las manchas es exclusivo de cada individuo (Tirira, 2007).

La mayoría de ocelotes alcanzan su tamaño adulto después de los 24 – 30 meses de crecimiento (Sunkist y Sunkist, 2009); los machos producen esperma viable no antes de los 30 meses de edad, sin embargo, se tiene conocimiento que algunos pueden producir esperma viable a los 24 meses (Mondolfi, 1986). Las hembras pueden comenzar la crianza a los 18 meses de edad pero usualmente no tienen su primera cría antes de los 24 meses (Mondolfi, 1986; Laack, 1991).

Los ocelotes presentan un ciclo reproductivo poliéstrico (varias etapas de celo) a pesar de que existe crianza estacional en las partes septentrionales de su rango de distribución (Tewes, 1986). El estro de un ocelote hembra tiene una duración de siete a diez días. En estado salvaje el ciclo del estro ocurre cada cuatro o seis meses (Murray y Gardner, 1997). La hembra pare entre uno y dos crías (lo habitual es una sola) cada dos años, luego de un

período de gestación de 78 – 85 días (Mondolfi, 1986; Emmons, 1988; Murray y Gardner, 1997; Sunkist y Sunkist, 2009).

Es un depredador oportunista que consume cualquier presa disponible de tamaño pequeño y mediano como roedores, aves, serpientes y otros vertebrados (Oliveira, 1994; Murray y Gardner, 1997; Tirira, 2007; Sunkist y Sunkist, 2009). En Perú, el 92% de la dieta incluye presas menores a 1 kg de peso, principalmente ratas arroceras y espinosas, pero dada la oportunidad pueden cazar presas grandes como venados (*Mazama americana*) y hasta un pecarí de collar (*Pecari tajacu*; Emmons, 1987; Ludlow y Sunkist, 1987; Murray y Gardner, 1997; Sunkist y Sunkist, 2009). La dieta del ocelote puede cambiar según el hábitat en el que se encuentran, para satisfacer sus requerimientos energéticos normales, un ocelote necesita consumir entre 600 – 800 g de carne por día (Emmons, 1987).

El ocelote busca y captura sus presas principalmente sobre el suelo; caza usualmente durante la noche lo que podría estar relacionado con los patrones de actividad de sus presas (Bisbal, 1986; Emmons 1987; Tirira, 2007; Sunkist y Sunkist, 2009). Ocupa gran parte de su tiempo en busca de alimento, con frecuencia utiliza caminos y senderos existentes para desplazarse. Ocasionalmente trepa a los árboles para descansar durante el día y como refugio emplea árboles caídos, depresiones en la tierra en la base de los árboles grandes y espacios de vegetación espesa (Tirira, 2007; Sunkist y Sunkist, 2009).

Los ocelotes pueden estar activos entre doce y catorce horas al día (Sunkist y Sunkist, 2009). Estudios realizados en el bosque lluvioso amazónico de Perú y en los llanos de Venezuela muestran que los ocelotes son mayormente nocturnos (Ludlow y Sunkist 1987, Emmons 1988, Sunkist *et al.*, 1989). Aunque en Belize, en el Pantanal de Brasil y en el

Parque Nacional Iguazú de Argentina y Brasil se ha visto que los ocelotes pueden ser bastante activos durante el día (Crawshaw y Quigley, 1989; Konecny, 1989; Crawshaw, 1995).

Dentro de su distribución, el ocelote vive en simpatría con otras especies de felinos tales como jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), margay (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*); varios estudios han demostrado evidencia de separación ecológica entre estos animales (Bisbal, 1986; Mondolfi, 1986; Emmons, 1987; Konecny, 1989; Sunkist *et al.*, 1989).

Los ocelotes generalmente son animales territoriales y solitarios (Sunkist y Sunkist, 2002). Su área de vida varía en tamaño, las hembras generalmente parecen tener territorios que no se solapan con un rango de 0,8 a 15 km², los machos suelen tener territorios más grandes, de 3,5 a 46 km², que generalmente incluyen territorios de dos o tres hembras reproductivas (Tewes, 1986; Emmons, 1987; Ludlow y Sunkist, 1987; Crawshaw y Quigley, 1989; Konecny, 1990; Sunkist y Sunkist, 2002).

El área de vida del ocelote ha sido estimada en varias regiones de su distribución mediante la técnica de radio telemetría. El área de vida que Konecny (1989) estimó para un ocelote hembra y un ocelote macho en el bosque lluvioso de Bélize fue de 14,68 km² y 31,25 km² respectivamente. En los bosques subtropicales del noreste de Argentina y suroeste de Brasil, Crawshaw (1995) estimó áreas de vida de mayor tamaño tanto para hembras como para machos (17,40 km² y 38,80 km² respectivamente). Por otro lado, en el bosque lluvioso de Perú, Emmons (1988) encontró que el área de vida de un ocelote hembra es mucho menor con un valor de 1,98 km². No se sabe con exactitud por qué el ocelote presenta áreas

de vida pequeñas en ciertos hábitats, se asume que mejores condiciones del hábitat puede soportar mayor número de presas, permitiendo que el ocelote se mueva menos en busca de alimento (Tewes, 1986; Konecny, 1989).

Asimismo, con la técnica antes mencionada, la densidad del ocelote ha sido estimada a lo largo de su distribución geográfica. La densidad más alta de ocelotes reportada hasta el momento es en Perú (Parque Nacional Manú) y Venezuela, donde se registró una densidad de 80 y 40 adultos en 100 km², respectivamente (Ludlow y Sunkist, 1987; Emmons, 1988). En la región de Pantanal, Brasil, la densidad de ocelotes se estimó en 13,7 individuos en 100 km², lo que se atribuyó a menor densidad de presas en este lugar (Crawshaw, 1995). Sin embargo, este método puede no ser muy preciso para estimar la densidad debido al pequeño tamaño de muestra ya que no todos los individuos del área de estudio pueden ser capturados o marcados. Además, el gran esfuerzo que involucra la captura de los individuos y las operaciones de radio seguimiento, limitan la utilidad de esta técnica (Karanth, 1995; Trolle y Kéry, 2003).

La metodología de trampas cámara, en combinación con modelos de captura y recaptura, provee datos más precisos y realistas sobre la estimación de la densidad poblacional, por esta razón ha sido aplicada en los últimos años para estimar la densidad poblacional del ocelote (Trolle y Kéry, 2003; Maffei *et al.*, 2005; Di Bitetti *et al.*, 2006). Con esta técnica, Trolle y Kéry (2003) determinaron una densidad de 56 individuos de ocelotes en 100 km² al sureste de la región del Pantanal en Brasil. Maffei *et al.*, (2005) encontró una densidad de 24 y 66 ocelotes por 100 km² en los bosques secos al este de Bolivia. Di Bitetti *et al.*, (2006), en el bosque atlántico de Misiones en Argentina, estimó una densidad de 12,9 y 19,1 individuos de ocelotes por 100 km².

En el Ecuador, el ocelote se distribuye en la Costa, Amazonía y estribaciones de los Andes, habita en bosques tropicales y subtropicales, entre 0 y 1 500 m de altitud, aunque usualmente se lo encuentra a menos de 900 m; está presente en bosques con buena cobertura vegetal, tanto húmedos como secos; casi exclusivamente en bosques primarios o secundarios de crecimiento antiguo, prefiere zonas cerca de ríos y otros cuerpos de agua (Tirira, 2007).

De acuerdo al Libro rojo de los mamíferos del Ecuador, el ocelote se encuentra extinto en muchas áreas del trópico occidental del país en las cuales se tiene evidencia histórica de su presencia (Tirira, 2001). Se piensa que las poblaciones más saludables y numerosas de ocelotes están en el trópico amazónico (Tirira, 2007). *Leopardus pardalis* está clasificada por la UICN como una especie de “preocupación menor” (IUCN, 2010) y está incluido en el apéndice I del CITES. Las principales amenazas del ocelote, a nivel continental y local son la pérdida y degradación de su hábitat (Sunquist y Sunquist, 2002; Di Bitetti *et al.*, 2008), su cacería, con fines de obtener su piel o como medida de retaliación por parte de granjeros, pues este félido suele atacar animales de granja (Tirira, 2007).

El presente estudio describe aspectos sobre la ecología y comportamiento del ocelote en la región amazónica del Ecuador, específicamente en el Parque Nacional Yasuní. La conservación del Parque se encuentra amenazada por actividades antrópicas que en él se desarrollan. Actualmente, concesiones petroleras cubren la mitad de la región norte del Parque; dentro del mismo y en su zona de amortiguamiento se encuentran construidas cuatro vías de acceso para la explotación petrolera las cuales han dado apertura a las actividades extensivas de los seres humanos como la colonización, deforestación,

fragmentación, la cacería ilegal y de subsistencia de la fauna, al noroeste del parque, y la tala ilegal al sur y oeste del mismo (MAE, 1999).

Los impactos causados por la construcción de carreteras dentro de los bosques tropicales y áreas protegidas son numerosos y atentan contra la conservación de la flora y fauna silvestre de los mismos (Goosem, 1997; Donadlson y Bennet, 2004). La presencia de la vía Maxus dentro del Parque Nacional Yasuní (vía que atraviesa aproximadamente 100 km el Parque) ha incrementado el impacto de la cacería de subsistencia e ilegal (esta última con fines de lucro), llevada a cabo por comunidades indígenas (Huaorani entre otras) que se encuentran asentadas sobre ella (Franzen, 2006; Franzen y Eaves, 2007).

Esta investigación, se enfocó en dos áreas con diferentes grados de intervención antropogénica, a fin de detectar posibles cambios en las variables de estudio entre estos lugares.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 GENERAL

Conocer aspectos ecológicos y de comportamiento del ocelote en la región Amazónica del Ecuador, necesarios para el manejo y conservación de esta especie.

3.2.2 ESPECÍFICOS

Objetivos específicos de este estudio incluyen: (1) estimar la densidad del ocelote; (2) estimar el área de vida del ocelote; y (3) analizar los patrones de actividad del ocelote, en áreas bajo diferentes grados de intervención antropogénica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en dos localidades en el Parque Nacional Yasuní (PNY), ubicado al nororiente de la Amazonía Ecuatoriana entre las provincias de Orellana y Pastaza. Es el área protegida más grande del Ecuador continental con un área de 982 000 hectáreas y comprende importantes cuencas de los ríos Napo, Yasuní, Tiputini, Nashiño, Cononaco y varios afluentes del Curaray, río que limita al Parque por el sur (Valencia *et al.*, 2004; Zapata *et al.*, 2006). Al occidente se encuentra la Reserva Étnica Huaorani, con 680 000 hectáreas; en conjunto constituyen la Reserva de la Biósfera Yasuní (declarada por la UNESCO en 1989), y a pesar de que sus límites no han sido marcados oficialmente, al área la rodea una zona de amortiguamiento de aproximadamente 10 km, por lo que la reserva abarca cerca de 2 800 000 hectáreas en total (Barrera y Jorgenson, 2003; Figura 2).

La Reserva de la Biósfera Yasuní se encuentra en la región muy húmeda tropical y se caracteriza por áreas de elevaciones donde predomina un paisaje formado por una sucesión de pequeñas colinas, así como también zonas planas que se ven afectadas permanentemente por inundaciones en temporadas lluviosas y por el crecimiento de los ríos (Cañadas-Cruz, 1983; Sierra, 1999). El área está cubierta por una vegetación densa y heterogénea de Bosque Siempre Verde, con copas que pueden llegar a medir entre 25 – 30 m de altura y árboles emergentes que superan los 40 m o más de altura (Sierra, 1999; Valencia *et al.*, 2004). Su rango altitudinal es 200 – 600 m sobre el nivel del mar (MAE, 2002).

El clima de la región es cálido, húmedo y sin estaciones marcadas (Nabe-Nielson, 2001). La humedad relativa es mayor al 90%; la precipitación media anual es de 3 200 mm (Bass

et al., 2010). Aunque se considera a la precipitación y a la temperatura de esta región como no estacionales, existen meses que son más lluviosos que otros (Valencia *et al.*, 2004). Este es el caso de mayo y junio donde el nivel de precipitación llega a los 400 mm, mientras que los meses más secos corresponden a agosto y septiembre donde la cantidad de lluvias no supera los 200 mm. Por otra parte, la temperatura promedio es de 28,2 °C y fluctúa entre los 21,5 y 34,7 °C (Nabe-Nielson, 2001), rara vez supera los 35 °C o se encuentra por debajo de los 20 °C (Harling, 1979; Valencia *et al.*, 2004).

Dentro del Parque es posible diferenciar tres tipos de bosque: Bosque de Tierra Firme no Inundable, localizada en la parte alta, sobre las colinas; el Bosque Estacionalmente Inundado por aguas blancas ó *varzea*; y el Bosque Permanentemente Inundado por aguas negras o *igapó* (Sierra, 1999; MAE, 2002). Además existen formaciones pantanosas o moretales, pozas y lechos de ríos, muchos de ellos con gran cantidad de plantas acuáticas, numerosas hierbas y arbustos (Sierra, 1999; MAE, 2002).

El extenso bosque del Yasuní es uno de los más diversos y variados en cuanto a flora y fauna silvestre. Se ha estimado que contiene 4 000 especies de plantas, 653 especies de aves, 268 de peces, 111 de anfibios, 107 de reptiles y 173 especies de mamíferos (Jaramillo y De Vries, 2002; WCS, 2003).

La integridad ecológica de la parte norte y oeste del Parque Nacional Yasuní, así como porciones del norte de la Reserva Étnica Huaorani, se encuentra amenazada por las actividades humanas. Se ha documentado que la desaparición de especies, debido al tráfico de animales, la cacería y la destrucción del hábitat, está fuertemente ligada a los lugares con más presiones humanas (MAE, 1999; Zambrano y Silva, 2003).

4.1.1 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

El estudio se realizó en un período de un año y tres meses, desde julio del 2007 hasta noviembre del 2008; durante este período de tiempo se muestrearon dos localidades en el Parque Nacional Yasuní.

El primer sitio, donde se llevó a cabo esta investigación, está ubicado en la parte Norte del Parque Nacional Yasuní, a lo largo de la carretera Maxus (Figura 3A). La carretera Maxus se extiende por más de 100 km dentro del parque y sobre ella se encuentran asentadas varias comunidades Huaorani (Guiyero, Timpoka y Dícaro; Franzen, 2006; Franzen y Eave, 2007). A partir de su creación en 1993, esta vía ha facilitado las diferentes actividades humanas dentro del Parque Nacional Yasuní. Actualmente, esta zona se encuentra bajo varias amenazas que ponen en riesgo su integridad, siendo las principales la cacería, la pesca y tráfico de especies silvestres, la actividad maderera, la actividad agrícola, la colonización, la fragmentación y aislamiento del hábitat y la exploración y explotación de petróleo altamente asociada con la polución de medios acuáticos y terrestres, deforestación y apertura de carreteras (MAE, 1999).

Los Huaorani, mismos que han habitado históricamente esta región, han sido tradicionalmente semi nómadas y cazadores-recolectores pero transformaciones en su sistema de vida los han llevado a la actualidad al sedentarismo y por lo tanto a un sistema expansivo lo cual puede ser una amenaza para las comunidades de animales locales que se encuentran bajo mayores presiones de cacería (Larrick *et al.*, 1979; Robinson y Bennett 2004; Franzen y Eave, 2007). Ya existen evidencias empíricas en la zona de que la cacería de especies de monos y pecaríes, por parte de los Huaorani, podría estar sobre los límites de su sostenibilidad (Franzen, 2006).

El segundo sitio de muestreo, denominado Lorocachi, está ubicado hacia el límite sur del Parque Nacional Yasuní (zona de amortiguamiento), en el extremo oriental de la Provincia de Pastaza por donde recorre el río Curaray (Figura 3B). En esta zona no existe actividad petrolera o carreteras. Se accede únicamente vía aérea o fluvial. Pequeñas comunidades indígenas se encuentran asentadas en las riveras del río Curaray. Cercana al área de estudio se encuentran la comunidad Quichua llamada Lorocachi y el Batallón de Selva #48 “Sangay”.

Las actividades del batallón son en su mayoría de mantenimiento y de administración, mientras que la comunidad se dedica en su mayor parte a la pesca y a la agricultura. La cacería también es parte de sus actividades, pero en menor grado que en la parte norte del Parque, y es probablemente únicamente para la subsistencia.

La comunidad ha desarrollado normas y reglamentos orientados a la regulación de las actividades de vida de las familias, considerando prácticas sustentables de manejo de los recursos y favoreciendo la recuperación de áreas y especies amenazadas de fauna en vías de extinción, por ejemplo han limitado la frecuencia de caza así como también el número de presas por familia (Comunicación personal de los líderes de Lorocachi).

De acuerdo al estudio realizado por Zapata *et al.*, (2006), esta porción del parque presenta extensos bosques con niveles más bajos de amenaza en comparación con lo que sucede al noroeste del parque, donde se puede verificar áreas con mayor disturbio, aparentemente concentradas a lo largo de vías de comunicación y transporte como ríos y carreteras (Figura 4).

4.2 MÉTODOS DE CAMPO

Se emplearon trampas cámara para estudiar las poblaciones de ocelotes en ambos sitios de muestreo. Se trabajó con trampas cámara modelo LeafRiver C1-BU, que trabajan con un sistema pasivo infrarrojo (sensor) que puede detectar un cambio de temperatura ambiental y movimiento. Estas cámaras son activadas cuando un objeto o animal con una temperatura diferente a la temperatura ambiental se mueve dentro de la zona de detección de la trampa-cámara (Silver, 2004).

El presente estudio fue desarrollado dentro de un proyecto más grande enfocado principalmente en la conservación del jaguar. La metodología empleada en esta investigación permitió obtener información tanto del jaguar como de otras especies de forma simultánea (Anexo 1). Para este trabajo, se empleó específicamente la información sobre el ocelote.

Durante el curso del estudio se instalaron dos grillas de trampas cámara (conjunto de estaciones de trampas cámara), una en cada sitio de muestreo. Para la instalación de cada grilla, se elaboraron (con machete) transectos de 4 – 5 km de longitud. Un número de 52 trampas cámara fueron instaladas en 26 estaciones, que fueron distribuidas siguiendo un patrón de muestreo sistemático, donde las estaciones se ubicaron entre 2 – 3 km de distancia entre una y otra. Sin embargo, para aumentar la probabilidad de fotografiar ocelotes, se escogieron sitios propicios dentro de estas distancias, como por ejemplo a lo largo de senderos viejos, transectos elaborados, cerca de saladeros, riachuelos y ríos o donde se encontraron indicios de la presencia de felinos (huellas, heces, rasguños) (Silver *et al.*, 2004). Para mayor detalle del diseño de las grillas y la ubicación de las estaciones de trampas cámaras ver la Figura 5.

Cada ubicación de trampas-cámara (llamada estación) fue georeferenciada mediante el uso de un receptor del sistema de posicionamiento global (GPS), modelo Garmin GPS Map 76Cx. Cada estación constó de dos cámaras (como lo recomienda Karanth *et al.*, 2002) colocadas a una altura de 40 – 45 cm sobre el suelo, una a cada lado del transecto, apuntándose una frente a la otra con el fin de fotografiar ambos lados del animal a la vez, (derecho e izquierdo), ya que el patrón de manchas varía del lado izquierdo al lado derecho del mismo animal (Figura 6). De esta manera, se incrementaron las posibilidades de reconocer individuos recapturados.

Adicionalmente, para incrementar la posibilidad de tener una buena fotografía (cuerpo completo del animal) se emplearon atrayentes como Hawbackers' wildcat #1 y #2. Estos atrayentes contienen extractos vegetales (*catnip*) y extractos glandulares de lince. Se los utilizaron únicamente para llamar la atención de animales que estuvieran cerca del lugar y para lograr que estos se detengan un par de segundos a curiosear frente a la cámara (Harrison, 1997). Los atrayentes fueron utilizados en pocas cantidades y con poca frecuencia (aproximadamente 6 gotas cada 10 a 15 días, en cada estación de trampa cámara).

Estas cámaras trabajan con flash automático y funcionan con películas fotográficas tradicionales. Durante el estudio se emplearon películas Kodak ASA 400 y baterías para mantenerlas en óptimo funcionamiento, razón por la que durante el tiempo que duró la investigación, en cada sitio de muestreo, se realizaron revisiones periódicas, mediante recorridos diarios por los transectos, para confirmar el buen funcionamiento de las cámaras y verificar el número de fotos tomadas. Se cambiaron los rollos fotográficos cada 10 – 15 días o cuando fue necesario (antes de que el rollo se termine), de igual manera se revisaron las baterías. Cada rollo fotográfico fue debidamente rotulado con la fecha de instalación de

la cámara o cambio de rollo, código de la estación y código de la trampa-cámara. Esta misma información fue escrita en una cartilla y fotografiada en la primera foto de cada rollo.

Por otra parte, las cámaras se programaron para que estén activas las 24 horas del día, durante los 90 días consecutivos del censo, con un intervalo mínimo de un minuto entre fotos consecutivas, es decir, después de disparar la primera foto, la cámara se demoró un minuto en estar lista para tomar la siguiente foto. Adicionalmente, en cada fotografía se registró automáticamente la fecha y la hora (Maffei *et al.*, 2005; Di Bitteti *et al.*, 2006).

Se aplicó el método de captura-recaptura (e.g., programa CAPTURE, Rexstad & Burnham 1991) en combinación con la metodología de trampas cámara para estimar el tamaño poblacional del ocelote mediante la identificación fotográfica de cada uno de los individuos; los análisis de captura-recaptura de esta metodología (Krebs, 1989; Silver *et al.*, 2004) asumen que:

1. La muestra de la población que se evalúa es demográficamente cerrada, es decir, no hay migración, muertes o nacimientos en el período de muestreo.
2. Cada individuo tiene una probabilidad mayor a cero de ser capturado (fotografiado en este caso).

Para cumplir con el primer supuesto, las cámaras se mantuvieron en funcionamiento por un período de 90 días en cada sitio de muestreo. En el sitio denominado vía Maxus, el censo se llevó a cabo entre el 25 de Noviembre del 2007 y el 9 de Marzo del 2008 y en Lorocachi, entre el 24 de Julio de 2008 y el 24 de Octubre del mismo año, sin una estacionalidad marcada en ambos lugares. Se consideró que en estos períodos de tiempo,

cambios en la población debido a nacimientos, muertes o migración no serían significativos (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; Trolle y Kéry, 2003; Silver *et al.*, 2004; Maffei *et al.*, 2005)

Por otra parte, con el fin de asegurar la cobertura de toda el área de estudio con las trampas cámara, sin dejar espacios en los cuales los ocelotes tendrían la probabilidad de cero de ser capturados, se instalaron estaciones de muestreo entre 2 – 3 km de espaciamiento entre sí. Sin embargo, a pesar de que el espaciamiento entre estaciones de trampas cámara fue diseñado para el estudio del jaguar, se asumió que 2 – 3 km de espaciamiento entre estaciones fue una distancia prudente, tomando en cuenta que el área de vida del ocelote es muy variable a lo largo de su distribución por el Neotrópico y que es una distancia similar a la usada en estudios anteriores para cumplir con el segundo supuesto (Di Bitetti *et al.*, 2006; Maffei y Noss, 2007).

Antes de empezar los censos, en el primer sitio de muestreo se realizó un ensayo piloto para analizar el comportamiento de las cámaras bajo las condiciones climáticas de Yasuní. Se verificó la duración de las baterías, el número de fotografías tomadas en un tiempo determinado, la tolerancia de las cámaras a la humedad, a la lluvia y a otros factores externos.

4.2.1 RECORRIDOS DE OBSERVACIÓN EN TRANSECTOS LÍNEA

Como parte del proyecto, además de la metodología de trampas cámara, se realizaron a diario caminatas diurnas a partir de las 7:00 h por el sistema de transectos de trampas cámara, a una velocidad de 1 – 2 km/h con el fin de registrar especies de mamíferos mediante observación directa (principalmente especies presa del jaguar). Los recorridos de

observación tuvieron la finalidad de registrar la presencia del ocelote en el área de estudio. Se recorrieron de 10 – 14 km diarios en cada transecto, por un periodo de tiempo mayor a 90 días en cada sitio de muestreo.

Para registrar las especies observadas durante los recorridos, se utilizó una hoja guía en donde se anotaron los siguientes datos: lugar, fecha, hora (de inicio y fin de la caminata), clima (soleado o nublado), hábitat, tipo de registro (observación directa, huella, auditivo, excremento, otros), hora del registro, coordenadas del registro, distancia animal al transecto, especie, número de individuos, estado reproductivo de la especie, sexo y otras observaciones (estado anímico, comportamiento del animal, etc.)

4.3 ANÁLISIS DE DATOS

4.3.1 ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA

Las capturas y recapturas de ocelotes fueron obtenidas a través de fotografías. Cada individuo fue identificado mediante el patrón natural de sus manchas y otras características como el sexo y cicatrices (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998).

Los rollos fotográficos obtenidos de los censos, en ambos sitios de muestreo, fueron procesados para obtener los negativos. Estos negativos fueron posteriormente escaneados a color en un escáner Nikon SUPER COOLSCAN 5000 ED, 35 mm/APS (IX240) film Scanner. Se seleccionaron únicamente las fotografías de ocelotes.

Los datos de cada foto fueron ingresados en una base de datos (Anexo 2). Las fotografías fueron impresas a color para tener un mejor detalle de las manchas o marcas de los

diferentes individuos. Una vez impresas, éstas fueron pareadas en base a la estación en donde fueron capturadas, fecha y hora. Posteriormente a esto, fueron separadas de acuerdo al lado derecho o izquierdo del animal y se realizó la identificación de los individuos comparando el patrón de manchas basado en un solo lado (Figura 7).

Luego de haber identificado cada uno de los individuos de *Leopardus pardalis*, en cada sitio de muestreo, se realizaron historias de captura de cada individuo formando matrices de captura para cada población. En éstas, cada fila corresponde a cada uno de los individuos y las columnas a las ocasiones de muestreo, donde se indica con un “1” cuando el individuo i es capturado en la ocasión j y “0” cuando ese individuo no fue capturado en tal ocasión (Anexo 3); la matriz de historia de captura de cada población fue ingresada y analizada bajo el marco de modelos de captura-recaptura en el programa CAPTURE para estimar el tamaño de las poblaciones (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 1982; Rexstad y Burnham, 1991). El supuesto de población demográficamente cerrada fue asumido y analizado estadísticamente por el programa, así como también el error estándar de la abundancia.

El programa CAPTURE estima abundancias utilizando varios modelos que difieren en las posibles fuentes de variación que pueden afectar la probabilidad de captura. Estas fuentes de variación son la heterogeneidad individual, respuesta de comportamiento y tiempo. La heterogeneidad individual se refiere a la variación en la probabilidad de captura entre individuos. La respuesta de comportamiento se refiere a cambios en la probabilidad de captura que ocurren después de que un individuo es capturado por primera vez. La variación en el tiempo se refiere a la variación en la probabilidad de captura de una ocasión de muestreo a otra (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 1982).

Tomando en cuenta la información antes mencionada, a continuación se presentan los modelos que emplea el programa CAPTURE (Otis *et al.*, 1978):

1. El modelo nulo (M_0), asume que no existe ninguna variación tanto en la probabilidad de captura entre los individuos ni a lo largo del periodo de estudio, es decir, que todos los miembros de una población tienen las mismas probabilidades de ser capturados en cualquier ocasión de trampeo.
2. El modelo M_t (variación a través del tiempo), asume que todos los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser capturados en una ocasión de trampeo en particular, pero que esta probabilidad puede cambiar de una ocasión a la siguiente.
3. El modelo M_b (variación de comportamiento), asume que la probabilidad de captura difiere entre los individuos que fueron previamente capturados y los que no, debido a un comportamiento de respuesta a la captura.
4. El modelo M_h (heterogeneidad de la probabilidad de captura entre individuos), asume que cada miembro de la población tiene su propia probabilidad de ser capturado independientemente del resto de la población (basado en el sexo, edad, patrones del rango de distribución, dominancia, actividad). Por ejemplo, aquellos individuos que poseen una área de vida más grande están expuestos a un mayor número de trampas cámara, dominancia social o diferencias en la edad o el sexo de los individuos pueden causar que las probabilidad de captura de un individuo sea diferente a la de otro.

Por último, el programa CAPTURE mediante un proceso de selección, identificó al modelo que mejor explicó los datos observados. El programa posee un algoritmo de selección que

utiliza una función discriminante para proveer un criterio objetivo para seleccionar el modelo más apropiado (Otis *et al.*, 1978; Rexstad y Burnham, 1991). En base a éste análisis, CAPTURE muestra el criterio de selección de modelos, mediante un valor entre 0 y 1 que representa el modelo que se desempeña mejor para el conjunto de datos (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 1982).

Con el programa estadístico SPSS 17, se realizó la prueba de χ^2 (*Chi* cuadrado) para determinar si existen diferencias en las abundancias estimadas entre los dos sitios de muestreo, para determinar la probabilidad de encontrar una diferencia mayor o igual entre los dos sitios de muestreo.

4.3.2 DISTANCIAS MÁXIMAS DE MOVIMIENTO Y ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO

Para determinar el área efectiva de muestreo en vía Maxus y Lorocachi, se siguió la metodología estándar descrita por Karanth y Nichols (1998). Primero se calculó la Distancia Máxima de Movimiento (DMM) de cada ocelote fotografiado en más de una estación de trampas cámara. La DMM de cada individuo se obtuvo con el programa ArcGIS 9.2, con el cual se midió la distancia máxima existente entre un punto de captura (estación de trampa cámara) y otro (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; Karanth y Nichols, 2002).

Posteriormente, se realizó la sumatoria de las distancias máximas de movimiento obtenidas en los dos sitios de muestreo y se la dividió para el número total de ocelotes recapturados en más de una estación de trampas cámara con el fin de obtener un Promedio de la

Distancia Máxima de Movimiento (PDMM; Karanth y Nichols, 1998; Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004; Maffei *et al.*, 2005).

Los ocelotes que fueron capturados una sola vez no tienen una distancia máxima de movimiento por lo que fueron excluidos del análisis del PDMM. Los ocelotes que fueron capturados frecuentemente en una sola estación de trampas cámara tienen una distancia máxima de movimiento de cero. Algunos estudios incluyen estos ceros en el cálculo del PDMM (Silver *et al.*, 2004) y otros no (Trolle y Kery, 2003). En este estudio, los individuos con distancias máximas de cero fueron excluidos del análisis del PDMM (ver discusión Dillon, 2005).

El área efectiva de muestreo está conformada por el área dentro del polígono mínimo convexo formado por las trampas cámaras más externas de la grilla, más una zona de influencia alrededor de las mismas. Esta zona de influencia se utiliza con el fin de tomar en cuenta los individuos cuyas áreas de vida se solapan con la distribución de las trampas cámaras.

Para calcular la amplitud de la zona de influencia alrededor de cada trampa cámara, este estudio se basó en un protocolo estándar de trampas cámara donde se utiliza al PDMM/2 como zona de influencia ya que este ha sido considerado como una aproximación del radio del área de vida de los individuos (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998). Sin embargo, este método ha sido considerado como poco preciso en investigaciones similares con trampas cámara y en su lugar se ha recomendado la utilización del valor entero del PDMM como zona de influencia (Parmenter *et al.*, 2003; Trolle y Kery, 2005; Soisalo y Cavalcanti, 2006; Dillo y Kelly, 2008; Ver Sección 6.2).

Por lo tanto, para determinar el área efectiva de muestreo en vía Maxus y Lorocachi, se utilizaron los dos métodos antes mencionados (PDMM/2 y PDMM) como zona de influencia con el fin de compararlos para tener insumos sobre la posible subestimación o sobrestimación de los datos de densidad poblacional, para lo cual con cada método se estimó un área efectiva de muestreo diferente.

Finalmente, para estimar el área efectiva de muestreo, se utilizó el programa ArcGIS 9.2, mediante el cual se elaboraron zonas de influencia circulares (cuyo radio fue equivalente al PDMM/2 y al PDMM independientemente) alrededor de cada trampa cámara. Una vez calculadas y formadas las zonas de influencia alrededor de cada cámara, se calculó el área total, en cada sitio de muestreo, mediante la sumatoria del área de todas las zonas de influencia no solapadas. Esta metodología ha sido aplicada en numerosos estudios similares de felinos con trampas cámara (Karanth y Nichols, 1998, Silver *et al.*, 2004; Maffei *et al.*, 2005; Trolle y Kéry, 2005; Di Bitteti *et al.*, 2006; Dillon y Kelly, 2007).

4.3.3 DENSIDAD

Para estimar la densidad (D) de la población en cada sitio de muestreo, se dividió la abundancia estimada de ocelotes (N) (determinada por el programa CAPTURE) para el área efectiva de muestreo ($A(W)$). En cada sitio de estudio se estimaron dos áreas efectivas de muestreo por separado, una derivada del PDMM/2 y otra derivada del PDMM. El resultado de los dos cálculos es un rango de datos dentro del cual se encontraría la densidad real de individuos en cada área de muestreo.

Finalmente se calculó el error estándar de la estimación de la densidad de ocelotes en cada sitio de muestreo, usando la fórmula provista por Karanth y Nichols, (1998).

$$\hat{v}ar(\hat{D}) = \hat{D}^2 \left[\frac{\hat{v}ar(\hat{A}(W))}{[\hat{A}(W)]^2} + \frac{\hat{v}ar(\hat{N})}{\hat{N}^2} \right]$$

La densidad está definida como $\hat{D} = \hat{N}/\hat{A}(W)$, donde $\hat{N}$ es la abundancia poblacional estimada y $\hat{A}(W)$ es el área sobre la cual los animales fueron encontrados (Karanth y Nichols, 1998). Tanto N como su variancia fueron estimadas por el programa capture. El área efectiva de muestreo $\hat{A}(W)$ fue estimada como se describe en los métodos, mediante el cálculo de una zona de influencia alrededor de cada trampa cámara. El valor de la variancia del área efectiva de muestreo [$\hat{v}ar(\hat{A}(W))$] se obtiene a partir de la aplicación de una constante de ajuste descrita por Karanth y Nichols, (1998).

Una vez determinada la variancia de la densidad, se calculó el error estándar de la densidad aplicando la siguiente fórmula (Otis *et al.*, 1978):

$$\hat{Se}(D) = \left[\sqrt{\hat{v}ar(D)} \right]$$

Al resultado de esta fórmula se lo multiplicó por 100 para obtener el error estándar de la densidad en 100 km².

4.3.4 PATRONES DE ACTIVIDAD

Además de estimar abundancias y densidades, los datos de las trampas cámara pueden ser usados para estimar otros parámetros. Gracias a que la fecha y hora fueron registradas en cada fotografía y, tomando en cuenta que las trampas cámara funcionaron durante las 24 horas del día, se asumió que las capturas por período de tiempo reflejarían los patrones de

actividad del ocelote en las áreas de estudio (Maffei *et al.*, 2004, Maffei *et al.*, 2005; Cuéllar *et al.*, 2006; Di Bitetti *et al.*, 2006; Dillon y Kelly, 2007).

Para realizar este análisis, se utilizó el total de las capturas fotográficas de ocelotes; las fotografías fueron separadas por cada hora del día. El número total de ocelotes capturados a cada hora fue dividido para el número total de capturas con el fin de determinar el porcentaje de actividad por ocelote durante el día. Se estimaron los patrones de actividad tanto para ocelotes hembras como para machos y para ambos sexos combinados. Con estos datos se crearon gráficos para determinar el porcentaje de actividad de *Leopardus pardalis* durante el día, en cada sitio de muestreo.

Se consideró que el día empieza a las 6:00 h y termina a las 18:00 h, mientras que la noche empieza a partir de las 18:00 h y termina a las 6:00 h. Se siguió el criterio de Schaik y Griffiths, (1996) y Gómez *et al.*, (2005) para clasificar a los ocelotes de cada sitio de muestreo de acuerdo a su actividad diaria, como: nocturnos (si más del 90% de las observaciones ocurrieron durante la noche), diurnos (si más del 90% de las observaciones ocurrieron durante el día), principalmente nocturnos (si entre el 70% – 90% de las observaciones ocurrieron durante la noche), principalmente diurnos (si entre el 70% – 90% de las observaciones ocurrieron durante el día), crepusculares si el 50% de las observaciones están entre la fase crepuscular (eventos que ocurren una hora antes y una hora después del amanecer y el atardecer) y diurno-nocturno si la actividad ocurrió a cualquier hora del día.

Se realizó una prueba de χ^2 , con el programa estadístico SPSS 17, para determinar si existe una independencia en la distribución de observaciones en el día y la noche en relación a las dos localidades muestreadas.

4.3.5 ESFUERZO DE MUESTREO TRAMPAS CÁMARA

Para medir el esfuerzo de muestreo en vía Maxus y Lorocachi, se tomó como unidad de medida a los días-trampa. Se consideró como día-trampa a un día de muestreo de 24 h por el número de estaciones de trampas cámara instaladas dentro del área de estudio; es decir, para obtener el esfuerzo total de días-trampa se multiplicó el número total de días de muestreo por el número de estaciones de trampas cámara instaladas en cada sitio.

5. RESULTADOS

Durante el periodo de ésta investigación, en el Parque Nacional Yasuní, cada una de las 52 cámaras ubicadas en 26 estaciones estuvieron activas 2 160 horas en un área efectiva de más de 100 km² en cada sitio de muestreo, que equivale a un esfuerzo de muestreo para cada una de las localidades de estudio de 2 340 días-trampa (Tabla 1).

5.1 FOTO CAPTURA DE OCELOTES

En total se obtuvieron 99 capturas fotográficas de ocelotes en la vía Maxus y 108 en Lorocachi; en ambos casos, el 79% de las capturas (78 y 85 capturas respectivamente) fueron utilizadas para hacer una identificación clara de los individuos; el resto de ellas fueron descartadas del análisis de identificación ya que la posición del cuerpo del animal no fue la más adecuada para su identificación. Tampoco fueron consideradas las fotografías borrosas.

Mediante los patrones naturales de manchas corporales y otras características como el sexo (presencia o ausencia de testículos) y cicatrices, se identificaron 35 individuos de ocelotes en vía Maxus (19 hembras, 11 machos y 5 individuos cuyo sexo no pudo ser determinado) y 43 recapturas. En Lorocachi se registraron 36 individuos (14 hembras, 17 machos y 5 individuos cuyo sexo no pudo ser determinado) y 49 recapturas (Tabla 2).

La instalación de dos trampas cámara por estación permitió maximizar la identificación de cada uno de los individuos de ocelote. En la mayoría de las ocasiones se fotografiaron ambos lados del cuerpo de los individuos sin importar la dirección que estos llevaron sobre el transecto, permitiendo identificarlos mediante un solo lado del cuerpo (derecho o izquierdo) en las ocasiones que fueron capturados. Además, este método evitó la pérdida

de información en los casos cuando una de las cámaras de la estación se dañó o falló en la captura fotográfica del animal.

5.2 ABUNDANCIA

El programa CAPTURE seleccionó al modelo M_h (heterogeneidad de la probabilidad de captura entre individuos) como el modelo más adecuado para analizar y explicar los datos observados en vía Maxus y Lorocachi (Tabla 3). Mediante este modelo se estimó una abundancia de 53 individuos de ocelotes en vía Maxus con un error estándar de $(\pm 9,8)$ y 60 individuos en Lorocachi con un error estándar de $(\pm 10,7)$; Tabla 4).

Los resultados de χ^2 (*chi cuadrado* = 0,434; *gl* = 1; *p* = 0,510) mostraron que no existe una independencia de las abundancias para las dos localidades (Anexo 4).

5.3 DISTANCIAS MÁXIMAS DE MOVIMIENTO Y ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO.

Las distancias máximas recorridas por los individuos fotografiados en al menos dos estaciones de trampas cámara variaron en ambos sitios de muestreo. En el sitio de la vía Maxus se recapturaron seis individuos en más de una estación cada uno, dando como resultado, entre las observaciones, distancias máximas de movimiento que variaron entre 0,37 km y 3,14 km (Figura 8a). Sin embargo, en Lorocachi se recapturó únicamente un individuo en dos estaciones de trampas cámara, que presentó una distancia máxima de movimiento de 2,55 km (Figura 8b).

El número de individuos de ocelotes recapturados en más de una estación de trampas cámara fue muy bajo para los dos sitios, en relación al número total de individuos capturados en cada sitio (vía Maxus $n=35$ y Lorocachi $n=36$). Por esta razón, para obtener un valor más preciso del promedio de las distancias máximas de movimiento (PDMM) en cada sitio, se promediaron las DMM de los siete individuos recapturados en ambos sitios. De esta manera, el promedio de las distancias máximas de movimiento que se obtuvo para vía Maxus y Lorocachi fue de 1,77 km.

Al utilizar el PDMM/2 (como zona de influencia alrededor de cada cámara) para calcular el área efectiva de muestreo (AEM) se obtuvo un AEM de 62,70 km² en vía Maxus y otra de 64,29 km² en Lorocachi (Figura 9). En ambos casos se obtuvieron áreas efectivas de muestreo que no se sobrelapan dejando espacios fuera de la cobertura de las trampas cámara dentro del área de estudio. Por otra parte, empleando el PDMM como tal, se estimó un AEM de 169,242 km² y otra de 172,4 km² en vía Maxus y Lorocachi, respectivamente; en ambos casos se obtuvieron áreas efectivas de muestreo continuas solapándose unas con otras sin dejar espacios dentro del área de estudio (Figura 10).

5.4 DENSIDAD

La densidad se obtuvo dividiendo el tamaño de la población estimada (N) para el área efectiva de muestreo $A(W)$, la cual fue estimada mediante el Promedio de la Distancia Máxima de Movimiento (PDMM) y la mitad de este valor (PDMM/2) obteniéndose un rango de un valor mínimo y un máximo de la densidad real de individuos encontrados. En vía Maxus se obtuvo una densidad que varió entre 84,5 (± 21) – 31,3 ($\pm 6,6$) individuos en 100 km². Por otra parte, en Lorocachi se obtuvo una densidad que varió entre 93,3 (± 22) – 34,8 ($\pm 7,1$) individuos en 100 km² (ver detalles en Tabla 5).

5.5 PATRONES DE ACTIVIDAD

En ambos sitios de muestreo se obtuvieron suficientes capturas independientes de ocelotes como para analizar los datos en intervalos de una hora. Utilizando el 100% de las capturas fotográficas de ocelotes (99 en vía Maxus y 108 en Lorocachi, sin descartar ninguna de ellas), se registró que los ocelotes tienen mayor actividad desde las 18:00 h hasta las 05:00 h.

En vía Maxus, los picos de mayor actividad del ocelote fueron poco después del atardecer, entre las 18:00 h – 22:00 h, luego a las 0:00 h y nuevamente un aumento poco antes del amanecer entre las 04:00 h – 05:00 h. Al empezar la mañana, a las 06:00 h, la actividad se reduce en gran medida con pocos registros hasta las 18:00 h (Figura 11a).

El 89,9% de las fotografías registradas en vía Maxus fueron durante la noche (18:00 h - 6:00 h), mientras que sólo un 10,1% de las fotografías fueron registradas durante el día.

Cuando los patrones de actividad fueron separados por sexos en vía Maxus, se pudo observar que tanto hembras como machos tienen mayor actividad durante la noche pero con algunas diferencias en sus picos de actividad a ciertas horas (Figura 11b). Las hembras presentaron picos de mayor actividad a las 21:00 h y entre las 04:00 h – 05:00 h, mientras que los machos, a diferencia de las hembras, mostraron mayor actividad a las 22:00 h, a las 1:00 h y a las 3:00 h.

De igual manera, en Lorocachi los ocelotes mostraron mayor actividad durante la noche, con picos de actividad entre las 18:00 h – 21:00 h, luego otra vez con un pico antes de la medianoche y otro antes del amanecer alrededor de las 04:00 h. A partir de las 06:00 h la actividad disminuyó considerablemente, con pocos registros durante el resto del día

(Figura 12a). En este caso el 87% de las fotografías fueron tomadas durante la noche y 13% durante el día. En el análisis por sexos separados (Figura 12b), tanto hembras como machos mostraron un patrón similar de actividad a partir de las 18:00 h. Los picos de mayor actividad para ambos sexos se encontraron entre las 18:00 h – 21:00 h y luego a las 23:00 h.

Finalmente, los datos de ambos sitios de muestreo fueron agrupados para determinar los patrones de actividad del ocelote en el Parque Nacional Yasuní. Al agrupar los datos se obtuvo un total de 207 capturas de ocelotes. El 88,46% de las capturas ($n=183$) se realizaron durante la noche y el 11,54% ($n=24$) durante el día. Los análisis de χ^2 muestran que los valores observados durante la noche difieren significativamente de los valores observados durante el día (Chi cuadrado = 122,130; $gl = 1$; $p < 0,001$; Anexo 5). Además, no se encontró una relación entre los patrones de actividad del ocelote y las dos localidades muestreadas (chi cuadrado = 0,413, $gl = 1$, $p = 0,521$; Anexo 6). En la Figura 13, se puede observar que los ocelotes en el Parque Nacional Yasuní inician su actividad a partir de las 18:00 h y termina a las 06:00 h, con un bajo número de observaciones durante el día.

5.6 RECORRIDOS DE OBSERVACIÓN EN TRANSECTOS LÍNEA

Como se detalló en la metodología, tanto en el área de estudio de vía Maxus como en la de Lorocachi se realizaron recorridos de observación durante todo el período de la investigación. Los recorridos tuvieron una duración de 6 – 8 h diarias, a una velocidad de 1 – 2 km/h. En total se recorrieron a pie 926 km en vía Maxus y 892 km en Lorocachi. Sin embargo, a pesar del gran esfuerzo de muestreo, no se obtuvo registros del ocelote en ambos sitios de muestreo.

6. DISCUSIÓN

El uso de la metodología de trampas cámara para el estudio de los animales salvajes ha mejorado indudablemente nuestro entendimiento sobre sus relaciones ecológicas y dinámica poblacional. Es de especial utilidad para el estudio de especies que presentan patrones corporales que permiten su identificación individual; pues mediante la aplicación de modelos de captura-recaptura se puede estimar el tamaño de sus poblaciones. También permite conocer otros aspectos de la ecología de especies animales como patrones de actividad, preferencias de hábitat y disponibilidad de presas.

6.1 ABUNDANCIA

En este estudio, se esperaba encontrar una menor abundancia de ocelotes en el área donde existen mayores presiones por la actividad humana. Sin embargo, a pesar de que las actividades de cacería, explotación petrolera y vías de acceso están presentes en mayor grado en vía Maxus y son más frecuentes que en Lorocachi, no se encontraron diferencias significativas en el número de individuos de ocelotes capturados entre ambos sitios de muestreo, ni en las abundancia estimadas.

Diferentes factores, que no fueron evaluados directamente en este estudio, podrían explicar los resultados mencionados. Por ejemplo, el ocelote no se encuentra dentro de la lista de especies cazadas con fines de lucro o subsistencia por parte de las comunidades Huaorani en vía Maxus (Franzen, 2006). Esto podría explicar que, a pesar de que vía Maxus este bajo una mayor presión antrópica en comparación a Lorocachi, el número de individuos de ocelotes no difiera mayormente entre los dos sitios antes mencionados.

Por otra parte, además de que el ocelote no está siendo cazado directamente, las poblaciones de sus presas tampoco estarían siendo afectadas por las actividades de cacería

en este sitio. La dieta del ocelote es muy variada, se alimenta de aves, anfibios, reptiles e incluso insectos, pero mayoritariamente se alimenta de micromamíferos no voladores (roedores) menores a 1 kg de peso (Bisbal, 1986; Emmons, 1987; Ludlow y Sunquist, 1987; Konecny, 1989; Murray y Gardner, 1997; Sunquist y Sunquist, 2002; Abreu *et al.*, 2007), los cuales no son las presas preferidas por las comunidades Huaorani (Frazen, 2006). El estudio de Franzen (2006) destaca que las comunidades de primates, ungulados y aves son las más frecuentemente cazadas por las comunidades Huaorani cercanas al área de estudio (Guiyero y Timpoka). Sin embargo, a pesar de que animales grandes como la guanta (*Cuniculus paca*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*), tamanduas (*Tamandua mexicana*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el venado colorado (*Mazama americana*), pueden ser cazados por el ocelote, estos son encontrados relativamente con poca frecuencia en su dieta (Emmons, 1987; Ludlow y Sunquist, 1987; Murray y Gardner 1997).

Al parecer, las actividades de cacería podrían no estar afectando a las poblaciones de ocelotes en el área de estudio, sin embargo es necesario realizar más estudios para confirmar estos resultados; se ha recomendado que se realicen varios muestreos en los mismos sitios para obtener variancias de las estimaciones de abundancia. Además, es necesario conocer, mediante un diseño experimental apropiado, dentro de las áreas estudiadas, las especies presa del ocelote y cuál es el estado de sus poblaciones.

6.2 ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO

Uno de las principales dificultades que enfrenta la estimación de la densidad de especies animales, a partir de datos provenientes de captura recaptura, es conocer el tamaño del área sobre la cual dicha población es estimada. El área en este caso, está descrita como un polígono convexo formado por la unión de las cámaras más externas de la grilla de trampas

cámara. Esto asume que los animales no se mueven desde afuera del límite del polígono hacia dentro del mismo y viceversa, sin embargo, es poco probable que esta suposición sea verdad a menos que el estudio fuese llevado a cabo en una isla pequeña o que se creen barreras físicas alrededor del área del polígono para impedir el movimiento de los animales (Wilson y Anderson, 1985).

Para solucionar este problema, una zona de influencia con cierta amplitud es añadida al área definida por el polígono para reflejar el área más allá del límite formado por el polígono que potencialmente está contribuyendo con animales para la estimación de la abundancia; es decir, animales que se encuentran fuera del área del polígono, cerca de su borde y cuyas áreas de vida se solapan con los límites del polígono (Otis *et al.*, 1978; Wilson y Anderson, 1985). De esta manera el área del polígono más la zona de influencia, conforman el área efectiva de muestreo.

El método con el que se estima la zona de influencia juega un papel muy importante para la determinación del área efectiva de muestreo y ha tenido mucha controversia en muchos estudios sobre densidad (Wilson y Anderson, 1985; Parmenter *et al.*, 2003; Soisalo y Cavalcanti, 2006; Otis *et al.*, 1978; Karanth y Nichols, 1998; Karanth y Nichols 2002). Métodos *ad hoc* han sido desarrollados con la finalidad de identificar el método más adecuado para estimar la amplitud de la zona de influencia (Wilson y Anderson, 1985; Parmenter *et al.*, 2003). Lo que se recomienda con más frecuencia es que dicha zona se obtenga a partir del radio del área de vida reportada para la especie en el lugar de estudio (obtenido por telemetría), sin embargo, cuando este se desconoce, se ha sugerido utilizar el promedio de las distancias máximas de movimiento (PDMM) o la mitad de éste

(PDMM/2; Otis *et al.*, 1978; Wilson y Anderson, 1985; Karanth y Nichols, 1998; Karanth y Nichols 2002; Parmenter *et al.*, 2003; Soisalo y Cavalcanti, 2006; Dillon y Kelly, 2008).

En el Ecuador no existen datos publicados acerca del tamaño del área de vida del ocelote en el Parque Nacional Yasuní, por esta razón, se utilizó la metodología estándar recomendada por Karanth y Nichols (1998) para estimar la zona de influencia de acuerdo al PDMM/2, el cual ha sido considerado como una aproximación del radio del área de vida; este método fue inicialmente establecido por Wilson y Anderson (1985) para mamíferos pequeños y ha sido adoptado y comúnmente empleado en muchas investigaciones de ocelotes y otros felinos con trampas cámara (Trolle y Kéry 2003, Silver *et al.*, 2004; Maffei *et al* 2005, Di Bitetti *et al.* 2006, Trolle y Kery 2005, Dillon y Kelly 2007, Dillon y Kelly, 2008), sin embargo, aun no es claro si debe ser utilizado para carnívoros con territorios muy amplios. Otros estudios con mamíferos pequeños (Parmenter *et al.*, 2003) y felinos como el ocelote (Trolle y Kéry, 2005; Dillon y Kelly, 2008) y el jaguar (Soisalo y Cavalcanti, 2006), han comprobado la eficiencia del valor entero del PDMM para ser utilizado como zona de influencia; en particular, estos estudios han corroborado que el radio del área de vida obtenido por telemetría es similar al valor entero del PDMM obtenido con trampas cámara, mientras que el PDMM/2 subestima el radio del área de vida promedio lo que resulta en una sobreestimación de la densidad (Parmenter *et al.*, 2003; Trolle y Kéry, 2005; Soisalo y Cavalcanti, 2006, Dillon y Kelly, 2008).

Los dos métodos (PDMM/2 y PDMM) empleados en este estudio, dieron como resultado un rango de áreas efectivas de muestreo que varía entre 60 – 170 km², en cada sitio de muestreo.

6.3 ÁREA DE VIDA

Uno de los objetivos de esta investigación fue estimar el área mínima de vida del ocelote en el Parque Nacional Yasuní, mediante la técnica de trampas cámara a partir de la Distancia Máxima de Movimiento (DMM) y el método del polígono mínimo convexo, para todos aquellos individuos capturados en más de tres estaciones de trampas cámara. Sin embargo, esto no fue posible ya que las estaciones de trampas cámara al parecer estuvieron muy espaciadas entre sí e impidieron capturar de forma precisa los movimientos de los diferentes individuos de ocelotes dentro del área de estudio.

Este estudio, sobre ocelotes, es parte de otro mayor que se desarrolla en el área de estudio. Las grillas de muestreo fueron diseñadas para el estudio del jaguar, lo que explica las distancias utilizadas para separar las estaciones de muestreo entre sí. Estas distancias resultaron ser demasiado amplias para capturar los movimientos del ocelote, razón por la cual, la mayoría de individuos de ocelotes fueron capturados en una sola estación de trampas cámara, muy pocos en dos y ninguno en tres o más. Por consiguiente, estos resultados impidieron, aplicar el método del polígono mínimo convexo, ya que se necesitan al menos tres puntos de coordenadas o de captura para formar un polígono (Moorcroft y Lewis, 2006; Goulart *et al.*, 2009). En estudios similares se ha demostrado que al colocar las estaciones de trampas cámaras muy separadas unas de otras, se tiende a un mayor número de recapturas de los individuos en una sola estación de muestreo, dando como resultado distancias máximas de movimiento de cero (Dillon y Kelly, 2007; Maffei *et al.*, 2008), debido a que la distancia existente entre las estaciones de muestreo supera el diámetro del área de vida de la especie bajo estudio (Dillon y Kelly, 2007; Maffei *et al.*, 2008).

La Distancia Máxima de movimiento de un animal capturado en más de una estación de muestreo, es la distancia máxima existente entre dos estaciones; esta distancia es considerada como una aproximación del diámetro del área de vida (Wilson y Anderson, 1985). En esta investigación las estaciones de muestreo (estaciones de trampas cámara) estuvieron separadas por una distancia de 2 – 3 km entre sí. Estas distancias podrían estar superando el diámetro del área de vida del ocelote en el Parque Nacional Yasuní. Por otra parte, la densidad de estaciones de muestreo en vía Maxus y Lorocachi fue de aproximadamente una estación por cada 10 km², el hecho de que pocos individuos pudieron ser capturados en más de una estación de muestreo sugiere que los ocelotes podrían tener áreas de vida que generalmente no sobrepasan los 10 km² en las localidades estudiadas del Parque Nacional Yasuní. A pesar de que esta estimación no es muy precisa, el área de vida del ocelote en el Parque Nacional Yasuní sería de entre las más pequeñas en comparación con las registradas en otras regiones de su distribución.

Estudios en diferentes regiones estiman el área de vida de los ocelotes entre 2 – 40 km² (Emmons, 1988; Crawshaw, 1995). No se sabe con exactitud porqué los ocelotes exhiben áreas de vida pequeñas en ciertos hábitats, se asume que posiblemente es el resultado de un bosque en buen estado de conservación (Konecny, 1989) ya que el ecosistema podría soportar una mayor densidad de individuos; mejores condiciones del hábitat pueden soportar mayor número de presas permitiendo de esta manera que los ocelotes viajen menos distancias en su busca.

Otras investigaciones de ocelote con trampas cámara han empleado distancias menores para separar las estaciones de muestreo entre sí (0,5 km – 1,5 km) aumentando la probabilidad de capturar a los individuos en más de dos estaciones de muestreo, permitiéndoles, en algunos casos, estimar de forma más precisa los movimientos de los

individuos (Trolle y Kéry, 2003; Maffei *et al.*, 2005; Trolle y Kéry, 2005; Dillon y Kelly, 2007). Sin embargo, al tener un número limitado de equipos (trampas cámara) y al reducir las distancias de separación entre estaciones de muestreo se reduce también el área cubierta por las cámaras.

El tamaño de la grilla y el área cubierta por esta (en cada sitio de muestreo) fue lo suficientemente grande (más de 100 km² aproximadamente) como para registrar los movimientos reales de los ocelotes, tomando en cuenta que el área de vida más grande registrada hasta el momento es de aproximadamente 40 km² y la más pequeña 2 km² (Emmons, 1988; Crawshaw, 1995), sin embargo con un mayor número de equipos se habría instalado a las estaciones de trampas cámara más cercanas entre sí y la captura de los movimientos de los individuos habría sido más precisa.

La metodología de trampas cámara ha sido empelada recientemente para estimar el tamaño del área de vida de felinos como el ocelote (Maffei *et al.*, 2005; DiBitteti *et al.*, 2006; Dillon y Kelly, 2005), sin embargo todavía carece de precisión. Probablemente esta metodología no sea la mejor para estimar patrones de movimiento y áreas de vida a menos que los esfuerzos de muestreo sean muy altos y que el área de estudio se encuentre cubierta por un sistema denso de estaciones de muestreo (Di Bitetti *et al.*, 2006; Maffei *et al.*, 2008).

6.4 DENSIDAD

Las densidades de ocelotes obtenidas en este estudio se encuentran entre las más altas en comparación con otros trabajos realizados con trampas cámara en el Neotrópico (Trolle y Kéry, 2003; Trolle y Kery, 2005; Maffei *et al.*, 2005; Haines *et al.*, 2006; Di Bitteti *et al.*,

2006; Dillon y Kelly, 2007; Dillon y Kelly, 2008; Di Bitteti *et al.*, 2008; ver Anexo 7). No obstante, debido a los métodos empleados para estimar el área efectiva de muestreo (PDMM/2 y PDMM) el resultado obtenido corresponde también a un rango de valores dentro del que se encontraría la densidad real.

El emplear solamente el PDMM/2 puede subestimar la medición del área efectiva de muestreo, ya que se obtuvieron áreas, alrededor de cada estación de trampeo, que no se sobrelaparon, dejando espacios fuera de la cobertura de las trampas cámara, dentro del área de estudio. Siguiendo el criterio de Maffei *et al.*, (2005) para evitar incluir estos espacios en el cálculo del área total, se tomó en cuenta únicamente las áreas cubiertas por las trampas cámara, pero, este procedimiento puede provocar una reducción del área efectiva de muestreo y consecuentemente una sobrestimación de la densidad. Otros estudios realizados con mamíferos pequeños y felinos como el ocelote y el jaguar, encuentran resultados similares y mencionan que el PDMM/2 subestima del área efectiva de muestreo, lo que resulta en una sobrestimación de la densidad (Parmenter *et al.*, 2003; Trolle y Kéry, 2005; Soisalo y Cavalcanti, 2006, Dillon y Kelly, 2008). Por otra parte, el uso del valor entero del PDMM para estimar el área efectiva de muestreo, como lo sugiere Parmenter *et al.*, (2003), Trolle y Kéry (2005), Soisalo y Calvalcanti (2006), resultó en la obtención de densidades más bajas en comparación con las obtenidas a partir del PDMM/2, para ambos sitios de muestreo; se ha comprobado la eficiencia del PDMM como método para estimar el área efectiva de muestreo en algunos estudios, en particular se ha corroborado que el radio del área de vida obtenido por telemetría es similar al PDMM obtenido con trampas cámara, es decir, en este caso el área efectiva de muestreo no sería subestimada (Parmenter *et al.*, 2003; Trolle y Kéry, 2005; Soisalo y Cavalcanti, 2006, Dillon y Kelly, 2008), en este

caso el riesgo que se puede correr es el de sobrestimación del área efectiva de muestreo y consecuente subestimación de la densidad.

A partir de estos métodos (PDMM y PDMM/2), se obtuvieron valores mínimos y máximos de densidad en cada sitio de muestreo. No obstante, a pesar de que la determinación del área efectiva de muestreo y su efecto en las estimaciones de densidad necesita ser analizada con más detalle, este estudio consideró que la densidad estimada de ocelotes tanto en vía Maxus como en Lorocachi, a partir del promedio de las distancias máximas de movimiento (PDMM), es un valor más apropiado para la toma de decisiones ya que, por principio de precaución, sería más conveniente usar un valor bajo de densidades de ocelotes (aunque pudiera estar subestimado) de manera que las estrategias de conservación que se puedan proponer sean más efectivas en las poblaciones naturales. Este valor en las áreas estudiadas (31,3 y 34,8 individuos en 100 km² para vía Maxus y Lorocachi respectivamente), deja abierta la posibilidad de que los valores de densidad sean un poco mayores, o que se encuentren dentro del rango sugerido en cada sitio. Asimismo, se tomó en cuenta que la sobreestimación de la densidad podría dar paso a la subestimación del riesgo de amenaza o de peligro de las especies de felinos y podría por lo tanto, demorar las estrategias de conservación.

Por otra parte, existe una gran variación de las densidades estimadas entre los sitios estudiados a lo largo de la distribución geográfica del ocelote y hasta la fecha no se ha podido aclarar cuáles son las principales determinantes de esta variación (Di Bitetti *et al.*, 2008). Las metodologías empleadas y el tamaño de las áreas muestreadas en cada sitio, a lo largo de la distribución geográfica del ocelote, juegan un papel importante en la determinación de la densidad del ocelote, aunque, existen otros factores que no fueron

evaluados en este estudio directamente (e.j. abundancia de presas, latitud y precipitación; Di Bitetti *et al.*, 2008), que podrían estar afectando las densidades de ocelotes a escala continental y que podrían explicar los resultados de este estudio.

Di Bitetti *et al.*, (2008) mediante la compilación de datos de densidad, latitud y precipitación media anual de muchos estudios de ocelotes, sugiere que las densidades están positivamente correlacionadas con la precipitación y negativamente correlacionadas con la latitud. Es decir, las densidades más altas de ocelotes ocurren en áreas más cercanas a la línea ecuatorial las mismas que presentan altos niveles de precipitación.

De acuerdo a esta hipótesis, se esperaría que en la Amazonía del Ecuador se encuentren densidades muy altas de ocelotes debido a su cercanía a la línea ecuatorial, sin embargo, para confirmar estas hipótesis, es necesario realizar experimentos que incluyan la estimación de abundancia de presas y de otros depredadores más grandes como el jaguar y el puma por su importancia en sus ecosistemas como controladores de presas y de otros depredadores más pequeños.

La predicción o estimación de densidad a partir de interpolación de datos de la hipótesis de Di Betetti y colaboradores (2008) refleja la posibilidad de que las poblaciones de ocelotes se encuentren a una densidad de 65 y 60 individuos por 100 km² para vía Maxus y Lorocachi, respectivamente.

6.5 PATRONES DE ACTIVIDAD

Los patrones de actividad del ocelote, obtenidos durante este estudio mediante la metodología de trampas cámara demuestran que, a pesar de que los ocelotes pueden estar

activos durante el día, su actividad se concentra en horas de la noche y se encuentra bien definida por un aumento abrupto de la actividad justo después del atardecer (18:00 h) y una declinación drástica de la misma después del amanecer (6:00 h).

Las dos poblaciones de ocelotes muestreadas en el Parque Nacional Yasuní muestran patrones de actividad muy similares. En ambos casos más del 87% de las capturas fotográficas fueron registradas durante la noche, razón por la cual y de acuerdo al criterio de Gómez *et al.*, (2005), se ha clasificado a esta especie como “principalmente nocturna” en el Parque Nacional Yasuní. Sin embargo, cabe mencionar que las observaciones de los patrones de actividad del ocelote, registradas en el área de vía Maxus, no estuvieron lejos (0,1%) de caer en la categoría de especie nocturna o completamente nocturna (Ver Sección 4.3.4) (Schaik y Griffiths, 1996; Gómez *et al.*, 2005)

Estos resultados son consistentes con los obtenidos en la Amazonía Boliviana por Gómez *et al.*, (2005) y siguen un patrón general al reportado previamente por algunos autores en estudios anteriores en el Neotrópico, donde han demostrado que los ocelotes son mayormente activos durante la noche (Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988; Sunquist *et al.*, 1989, Murray y Gardner, 1997; Gómez *et al.*, 2005; Maffei *et al.*, 2005; Di Bitetti *et al.*, 2006; Dillon y Kelly, 2007; Goulart *et al.*, 2009; Kolowski y Alonso, 2009).

El comportamiento nocturno del ocelote puede estar relacionado a los patrones de actividad de sus presas. Estudios sobre el comportamiento alimenticio del ocelote en la región, reportan que este felino se alimenta de vertebrados pequeños menores a 1 kg de peso, principalmente mamíferos pequeños (roedores) los cuales en su mayoría son nocturnos y se encuentran ampliamente distribuidos en el Neotrópico (Bisbal 1986,

Emmons 1987, Ludlow y Sunquist 1987, Konecny 1989, Murray y Gardner 1997, Trolle y Kéry 2003, Abreu *et al.* 2007).

Otro de los motivos por los cuales el ocelote presenta hábitos nocturnos podría ser debido a la estrategia de exclusión competitiva. Dentro de su rango de distribución el ocelote se encuentra en simpatria con otros carnívoros como el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el jaguarundi (*Puma yaguarundi*), el margay (*Leopardus wiedi*) y el cabeza de mate (*Eira Barbara*), sin embargo, algunos estudios han evidenciado diferenciación en el nicho ecológico entre estas especies (Bisbal, 1986; Mondolfi, 1986; Emmons, 1987; Konecny, 1989; Sunquist *et al.*, 1989; Gomez *et al.*, 2005; Goulart *et al.*, 2009). El comportamiento de cacería del ocelote, principalmente nocturno, permite separarlo de otros competidores como el jaguar y el puma los cuales tienen patrones de actividad diurno-nocturno y crepuscular (Maffei *et al.*, 2002; Gomez *et al.*, 2005; Goulart *et al.*, 2009). Otros carnívoros, (también potenciales competidores para el ocelote) difieren en su nicho ecológico, como por ejemplo: el jaguarundi (*Puma yaguarundi*) y el cabeza de mate (*Eira Barbara*) presentan patrones de actividad principalmente diurnos. A pesar de que estas especies se alimentan de mamíferos pequeños y otros vertebrados al igual que el ocelote, estas difieren en el grupo que prefieren (Bisbal, 1986; Emmons, 1988; Konecny, 1989; Sunquist *et al.*, 1989).

Por otra parte, el margay (*Leopardus weidi*), que es una especie nocturna difiere en otras dimensiones de su nicho ecológico. Konecny (1989), comparó los hábitos alimenticios del ocelote y margay, simpátricos en el bosque tropical de Belize. Registró que ambos felinos se alimentan principalmente de mamíferos pequeños. Sin embargo, al ser el margay una especie principalmente arborícola prefiere roedores arbóreos, tales como las ratas

trepadores de orejas grandes (*Ototylomys phyllotis*) y ardillas montaÑeras (*Sciurus deppei*), así como también pájaros pequeños, frutas y artrópodos. El ocelote por el contrario, se alimentan más frecuentemente de presas terrestres.

6.6 RECORRIDOS DE OBSERVACIÓN EN TRANSECTOS LÍNEA

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la metodología de transectos lineales no es adecuada para el estudio de especies de comportamiento elusivo y nocturno como el ocelote, ya que a pesar de los grandes esfuerzos realizados no se obtuvieron registros visuales de la presencia de esta especie en las áreas estudiadas. Por lo tanto, se puede resaltar la efectividad de la metodología de trampas cámara y la deficiencia de los transectos lineales para el estudio de felinos como el ocelote, sobre todo para aquellos estudios que buscan conocer el estado de las poblaciones de esta especie.

Por otra parte, la metodología de trampas cámara permite registrar datos muy precisos sin necesidad de capturar físicamente al animal y sin que el investigador se encuentre presente, razón por la cual, esta técnica no invasiva no altera el comportamiento natural de los animales.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo genera los primeros datos sobre abundancia, patrones de actividad y área de vida, mediante la metodología de trampas cámara, en el Parque Nacional Yasuní.

La densidad de ocelotes encontrada en el parque se encuentra entre las más altas, en comparación con las de otros sitios estudiados con la metodología de trampas cámara, a lo largo de su distribución en el Neotrópico. A pesar de que no se encontraron diferencias en el tamaño de sus poblaciones, en los sitios con diferentes grados de intervención antropogénica, el ocelote se encuentra constantemente amenazado por las actividades antrópicas, la pérdida y degradación de su hábitat y por su cacería.

El ocelote ha evidenciado tener un comportamiento principalmente nocturno en el Parque Nacional Yasuní, posiblemente relacionada a la actividad de sus presas o como una adaptación de evasión de competencia con otros carnívoros.

El área de vida del ocelote en el Parque Nacional Yasuní se encuentra entre las más pequeñas en comparación con las registradas en otras regiones de su distribución en el Neotrópico, posiblemente por mejores condiciones de hábitat y mayor disponibilidad de presas.

Son necesarios mayores esfuerzos de muestreo para responder a las nuevas preguntas que la información de este estudio ha generado. Se recomienda que se realicen varios muestreos en los mismos sitios estudiados para obtener variancias de las estimaciones de abundancia. Para comprender la relación existente entre el tamaño poblacional del ocelote y la disponibilidad de alimento en los sitios estudiados, es necesario conocer las presas de las que se alimenta específicamente en las áreas estudiadas y su abundancia. Mediante un diseño experimental apropiado con trampas cámara y análisis de materia fecal posiblemente estas inquietudes podrían ser aclaradas.

Para futuros estudios de ocelotes con trampas cámara se recomienda emplear una distancia menor a la empleada en el presente estudio para separar las estaciones de muestreo entre sí. De esta forma se obtendrán un mayor número de individuos recapturados en más de una estación de muestreo, lo que permitiría estimar con mayor precisión los movimientos del ocelote y por lo tanto su área de vida efectiva. En el caso de contar con los fondos suficientes, se recomienda usar la metodología de telemetría y trampas cámara simultáneamente.

La metodología de trampas cámara es una herramienta poderosa de gran alcance para los esfuerzos de conservación de las especies silvestres y sus hábitats. La implementación de esta técnica permite monitorear permanentemente a poblaciones de especies amenazadas, así como también el impacto causado por actividades antropogénicas y plantear estrategias de manejo adecuadas que favorezcan y garanticen la conservación de las especies. La información generada en este estudio permitirá establecer estrategias para la conservación del ocelote, tanto en la Amazonía como en los bosques occidentales del país.

8. LITERATURA CITADA

- Abreu, K. Moro-Rios, R. Silva-Pereira, J. Miranda, J. Jablonski, E. Pasos, F. 2007. Feeding habits of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Southern Brazil. Mammalian Biology - Zeitschrift fur Saugetierkunde 73, no. 5: 407-411.
- Adams, L., Geis, A. 1983. Effects of roads on small mammals. Journal of Applied Ecology 20:403-415.
- Barrera, A., Jorgenson, J. 2003. Conservación de la biodiversidad a escala de paisaje: el Bosque Húmedo Gran Yasuní Napo en Ecuador. En: Polanco-Ochoa, R. (ed), 2003. Manejo de fauna silvestre en la Amazonía y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá Colombia.
- Bass, M., Finer, M., Jenkins, C., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D., McCracken, S., Pitman, N., English, P., Swing, K., Villa, G., Di Fiore, A., Voigt, C., Kunz, H. 2010. Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuni National Park. PLoS ONE 5(1):1-22.
- Bisbal, F. 1986. Food habitats of some Neotropical carnivores in Venezuela (Mammalia, Carnivora). Mammalia 50: 329-340.
- Cañadas-Cruz, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, MAG – PRONAREG, Quito, Ecuador.
- CITES. 2010. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Revisada el 30 de Junio, de 2010, de: www.cites.org/esp/app/appendices.shtml
- Crawshaw, P. G. 1995. Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville.
- Crawshaw, P. Quigley, H. 1989. Notes on ocelot movement and activity in the Pantanal region, Brazil. Biotropica 21:377-379.

- Cuellar, E., Maffei, L., Arispe, R., Noss, A. 2006. Geoffroy's cats at the northern limit of their range: activity patterns and density estimates from camera trapping in Bolivian dry forests. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 41: 169–177.
- Di Bitetti, M., Paviolo, A., DeAngelo, C. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270: 153–163.
- Di Bitetti, M., Paviolo, A., DeAngelo, C., Di Blanco, Y. 2008. Local and continental correlates of the abundance of Neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology* 24: 189–200.
- Dillon, A. 2005. Ocelot density and home range in Belize, Central America: Cameratrapping and radio telemetry. MSc dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. 136 pp.
- Dillon, A., Kelly, M. 2007. Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. *Oryx* 41, 469–477.
- Dillon, A., Kelly, M. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology* 275: 391–398
- Donaldson, A., Bennet, A. 2004. Ecological effects of roads: Implications for the internal fragmentation of Australian parks and reserves. *Parks Victoria Technical Series* No. 12. Parks Victoria: Melbourne.
- Rivadeneira-Roura, C. 2007. Parque Nacional Yasuní. En: Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador (ECOLAP y MAE. 2007 eds). ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, Quito.
- Efford, M. 2004. Density estimation in live – trapping studies. *Oikos* 106: 598–610.

- Emmons, L. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 20(4): 271-283.
- Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Rev Ecological (Terre Vie)*. 43: 133 – 157.
- Emmons, L., Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: A field guide. University of Chicago Press
- Emmons, L., Feer, F. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: Una guía de campo. Editorial F.A.N
- Farrell, L., Roman, J., Sunquist, M. 2000. Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats. *Molecular Ecology* 9: 1583-1590.
- Forman, R., Alenxander, L. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231
- Frazen, M. 2006. Evaluating the Sustainability of Hunting: a comparison of harvest profiles across three Huaorani communities. *Envirommental Conservation* 33 (1): 1-10.
- Franzen, M., Eaves, J. 2007. Effect of market access on sharing practices within two Huaorani communities. *Ecological Economics* 63 (4): 776 – 785.
- Gese, E. 2001. Monitoring of terrestrial carnivore populations. 372-396, En: *Carnivore conservation* (JL Gittleman, SM Funk, D Macdonald y RK Wayne, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gittleman, J. 1996. *Carnivore behavior, ecology and evolution*. Volume 2. Cornell University Press, Ithaca. 644 pp.
- Gómez, H., Wallace, R., Ayala, G., Tejada, R. 2005. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40(2): 91-95.

- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: The effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest clearings. Pp. 241–255 in W.F. Laurance, R. Bierregaard Jr. (Eds.). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press: Chicago.
- Goulart, F., Graipel, M., Tortato, M., Ghizoni, I., Rodrigues, L., Oliverira-Santos, L., Cáceres, N. 2009. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 4(3):137-143.
- Haines, A., Tewesa, M., Laackb, L., Horne, J., Youngd, J. 2006. A habitat-based population viability analysis for ocelots (*Leopardus pardalis*) in the United States. *Biological Conservation* 132: 424–436.
- Harling, G. 1979. Vegetation Types of Ecuador. A. brief survey. En: *Tropical Botany*. (Larsen, K y Holm N.B., eds) Academy Press. London. England.
- Harrison, R. L. 1997. Chemical attractants for Central American felids. *Wildlife Society Bulletin* 25:93-97.
- Heilbrun, R., Silvy, N., Peterson, M., Tewes, M. 2006. Estimating bobcat abundance using automatically triggered cameras. *Wildlife Society Bulletin* 34(1): 69-73.
- ISEC. 2001. *International Society for Endangered Cats*. Revisada el 10 de Noviembre, de 2010, de: www.wildcatconservation.org/Ocelote.html
- IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010. Revisada el 14 de Octubre, de 2010, de: www.iucnredlist.org
- Jaramillo, J. y De Vries, T. 2002. Estudio de Flora y Fauna en el Bloque 31, Parque Nacional Yasuní. PECOM de Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente, Quito, Ecuador.

- Karanth, K. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture - recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.
- Karanth, K., Nichols, J. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79(8): 2852-2862.
- Karanth, K., Nichols, J. 2002. Monitoring tigers and their prey. Centre for Wildlife Studies, Banagalore, 193 pp.
- Karanth, K. U., Kumar, N., Nichols, J. 2002. Field surveys: estimating absolute densities of tigers using capture–recapture sampling. Páginas 139–152 En: K. U. Karanth and J. D. Nichols, editors. *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India
- Karanth, K., Chundawat, R., Nichols, J., Kumar, N. 2004. Estimation of tiger densities in the tropical dry forests of Panna, Central India, using photographic capture–recapture sampling. *Animal Conservation* 7: 285–290.
- Kelly, M. 2003. Jaguar monitoring in the Chiquibul Forest, Belize. *Caribbean. Geography*. 13, 19–32.
- Kelly, M., Noss, A., DiBitetti, M., Maffei, L., Arispe, R., Paviolo, A., De Angelo, C., DiBlanco, Y. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, Belize. *Journal of Mammalogy* 89: 408–415.
- Kolowski, J., Alonso, A. 2009. Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation* In Press, Corrected Proof.
- Konecny, M. 1989. Movement patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America. Pp. 243 – 264. En: *Advances in Neotropical mammalogy* (Redford, K., Einsenberg, J. Eds.). The Sandhill Crane Press, Inc., Gainesville, 614 pp.
- Krebs, C. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher. New York, pp 654.

- Laack, L. 1991. Ecology of the ocelot (*Felis pardalis*) in south Texas. Master's Thesis. Texas A&I University, Kingsville.
- Larrick, J.W., Yost, J.A., Kaplan, J., King, G., Mayhall, J., 1979. Patterns of health and disease among the Waorani Indians of Eastern Ecuador. *Medical Anthropology* 3(2): 147–189.
- Ludlow, M., Sunquist, M. 1987. Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *National Geographic Research* 3(4): 447-461.
- Lyra-Jorge, M., Ciocheti, C., Pivello, V., Meirelles, S. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research* 54:739–744.
- MAE, 1999. Plan de manejo estratégico del Parque Nacional Yasuní. Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Quito, Ecuador.
- MAE, 2002. Plan Operativo Gerencial 2003-2004. Parque Nacional Yasuní. Ministerio del Ambiente de la República de Ecuador. Quito, Ecuador.
- Mader, H. 1984. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological Conservation* 29(1): 81-96.
- Maffei, L., Noss, A. 2008. How Small is too Small? Camera Trap Survey Areas and Density Estimates for Ocelots in the Bolivian Chaco. *Biotropica* 40(1):71-75.
- Maffei L., Cuéllar, E., Noss, A. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de Mamíferos en el Ecotono del Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11: 55-65.
- Maffei, L., Cuéllar, E., Noss, A. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* 262: 295-304.

- Maffei, L., Noss, J., Cuéllar, E., Rumiz, D. 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology* 25: 1-6.
- Mondolfi, E. 1986. Notes on the biology and status of the small wild cats in Venezuela. Pp. 125-146 En: Miller, S., Everett, D. eds. *Cats of the World: biology, conservation, and management*. Washington D.C.: National Wildlife Federation.
- Moorcroft, P., Lewis, M. 2006. *Mechanistic Home Range Analysis*. New Jersey, pp 104
- Murray, L., Gardner, H. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species*. 548: 1- 10.
- Nabe-Nielson, J. 2001. Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 17: 1-19.
- Noss, A., Cuéllar, R., Barrientos, J., Maffei, L., Cuéllar, E., Arispe, R., Rómiz, D., Rivero, K. 2003. A camera trapping and radio telemetry study of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in Bolivian dry forests. *Tapir Conservation, Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group* Vol. 12 / No. 1
- Oliveira, T. 1994. *Neotropical cats: ecology and conservation*. Sao Luis, Brazil, 244 pp. En: Murray, L., Gardner, G. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species*. 548: 1-10.
- Otis, D., Burnham, K., White, G., Anderson, D. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1-135.
- Oxley, D., Fenton, M., Carmody, G. 1974. The effect of roads on populations of small mammals. *Journal of Ecology* 11:51-59.
- Parmenter, R., Yates, T., Anderson, D., Burnham, K., Dunnun, J., Franklin, A., Friggens, M., Lubow, B., Miller, M., Olson, G., Parmenter, C., Pollard, J., Rextad, E., Shenk, T., Stanley, T., White, G. 2003. Small-mammal density estimation: a field comparison of grid-based vs. web-based density estimators. *Ecological Monographs* 73. 1-26

- Patterson, B., Ceballos, G., Sechrest, W., Tognelli, M., Brooks, T., Luna, L., Ortega, P., Salazar, I., Young, B. 2007. Digital Distribution Maps of the Mammals of the Western Hemisphere, version 3.0. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- Pollock, K., Nichols, J., Brownie, C., Hines, J. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. Wildlife Monographs No. 107.
- Rabinowitz, A. 2003. Manual de Capacitación para la investigación de campo y conservación de la fauna silvestre. Editorial FAN. Santa Cruz-Bolivia, pp. 137.
- Ramsey F., Usner D. 2003. Persistence and Heterogeneity in Habitat Selection Studies Using Radio Telemetry. *Biometrics* 59(2): 332-340.
- Rexstad, E. Burnham, K. 1991. User's Guide for Interactive Program CAPTURE: Abundance Estimation of Closed Animal Populations. Colorado State University, Fort Collins, USA.
- Robinson, J., Bennett, E. 2004. Having your wildlife and eating it too: an analysis of hunting sustainability across tropical regions. *Animal Conservation* 7:397-408.
- Rodgers, A., Rempel, R., Abraham, K. 1996. A GPS-Based Telemetry System. *Wildlife Society Bulletin* 24(3): 559-566.
- Royle, J., Dorazio, R. 2008. Hierarchical modeling and inference in ecology: the analysis of data from polpulations, metapopulations and communities. First edition. Amsterdam, pp 254.
- Seber, G. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. Second ed. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, NY.
- Sierra, R. 1999. Propuesta Preeliminar de un sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

- Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas cámara. Wildlife Conservation Society.
- Silver, S., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M., Wallace, R., Gómez, H., Ayala, G. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38: 148-154.
- Soisalo, M., Cavalcanti, M. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129(4): 487–496.
- Sunquist, M., Sunquist, F. 2002. Ocelot, in wild cats of the world. Chicago, IL: University of Chicago Press, 120–129.
- Sunquist, M.E. y Sunquist, F.C. 2009. Family Felidae. En: Handbook of the Mammals of the World, Volume 1, Carnivores (D.E. Wilson y R.A. Mittermeier eds). pp. 727 Lynx Edicions (in association with Conservation International and IUCN), Barcelona.
- Sunquist, M., Sunquist, F., Daneke, D. 1989. Ecological separation in a Venezuelan llanos carnivore community. Pages 197-232 En: K. H. Redford and J. F. Eisenberg. *Advances in Neotropical Mammalogy*. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida, USA.
- Tewes, M. E. 1986. Ecological and behavioral correlates of ocelot spatial patterns. Ph.D. dissertation, University of Idaho, Moscow.
- Tirira, D. 2001. Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. SIMBIOE. Tomo I. 1ra. Edición. Quito-Ecuador, 2001.
- Tirira, D. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Trolle, M., Kéry, M. 2003. Estimation of ocelot density in the pantanal using capture–recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84(2):607–614.

- Trolle, M., Kéry, M. 2005. Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia*. 69 (3- 4): 405- 412.
- Valencia, R., Pitman, N., León, S., Jorgensen, P. 2000. Libro Rojo de las plantas Endémicas del Ecuador, Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 18-21 pp.
- Valencia, R., Foster, R., Villa, G., Condit, R., Svenning, J., Hernández, C., Romoleroux, K., Losos, E., Magard, E., Balslev, H. 2004. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology* 92(2): 214 – 229.
- Van Schaik, C., Griffiths, M. 1996. Activity Periods of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotropica* 28(1): 105-112
- Voss, R.S., Emmons, L.H. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230: 1-115.
- WCS, 2003. Ecuador: Greater Yasuní-Napo Landscape. Wildlife Conservation Society. New York, EEUU.
- White, G., Garrott, R. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. Academic Press, San Diego, California, USA, pp. 383.
- White, G. C., Anderson D. R., Burnham, K. P., Otis D. L. 1982. Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, LA 8787-NERP, Los Alamos.
- Wilson, K. Anderson, D. 1985. Evaluation of a nested grid approach for estimating density. *Journal of Wildlife Management* 49: 675–678.

- Zambrano, A. y E. Silva, 2003. Diagnósticos participativos para el manejo de los recursos naturales en 10 comunidades de la reserva de biosfera Yasuní. Wildlife Conservation Society (WCS) – Programa Ecuador. Quito, Ecuador.
- Zapata, G., Suárez, E., Utreras, V., Vargas, J. 2006. Evaluation of Anthropogenic Threats in Yasuní National Park and its Implications for Wild Mammal Conservation. *Lyonia* 10 (1): 47-57
- Zuñiga, F. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Instituto Nacional de Ecología. México D.F., pp. 515

9. FIGURAS



Figura 1. Mapa de distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*; Fuente: Patterson *et al.*, 2007). La región de color verde representa la distribución del ocelote en el Neotrópico, desde el Sur de los Estados Unidos hasta el Norte de Argentina.

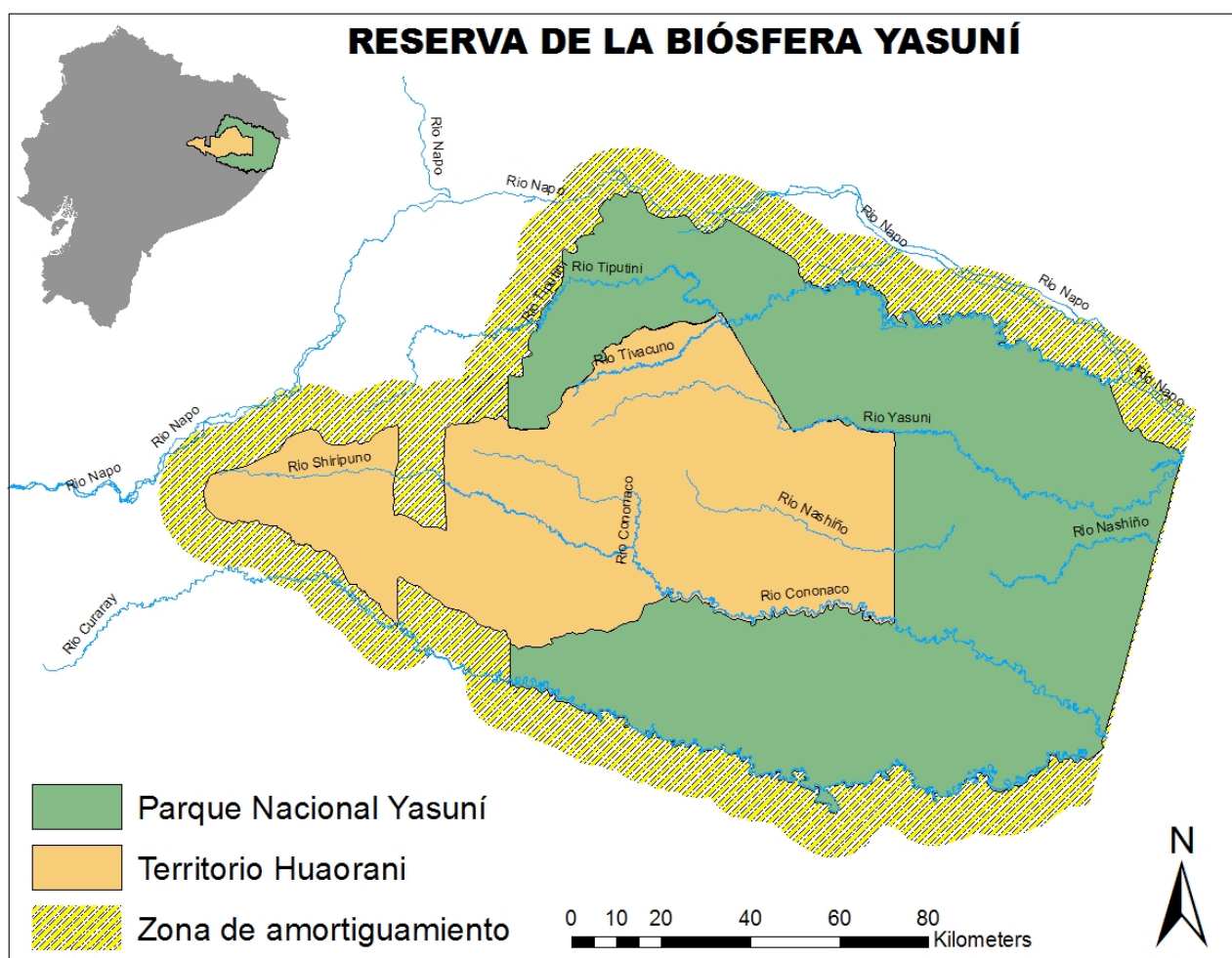


Figura 2. Mapa del Parque Nacional Yasuní y sus límites: Norte: ríos Napo y Tiputini; Sur: Río Curaray; Este: línea paralela a la frontera entre Ecuador y Perú; Occidente: Reserva Étnica Huaorani.

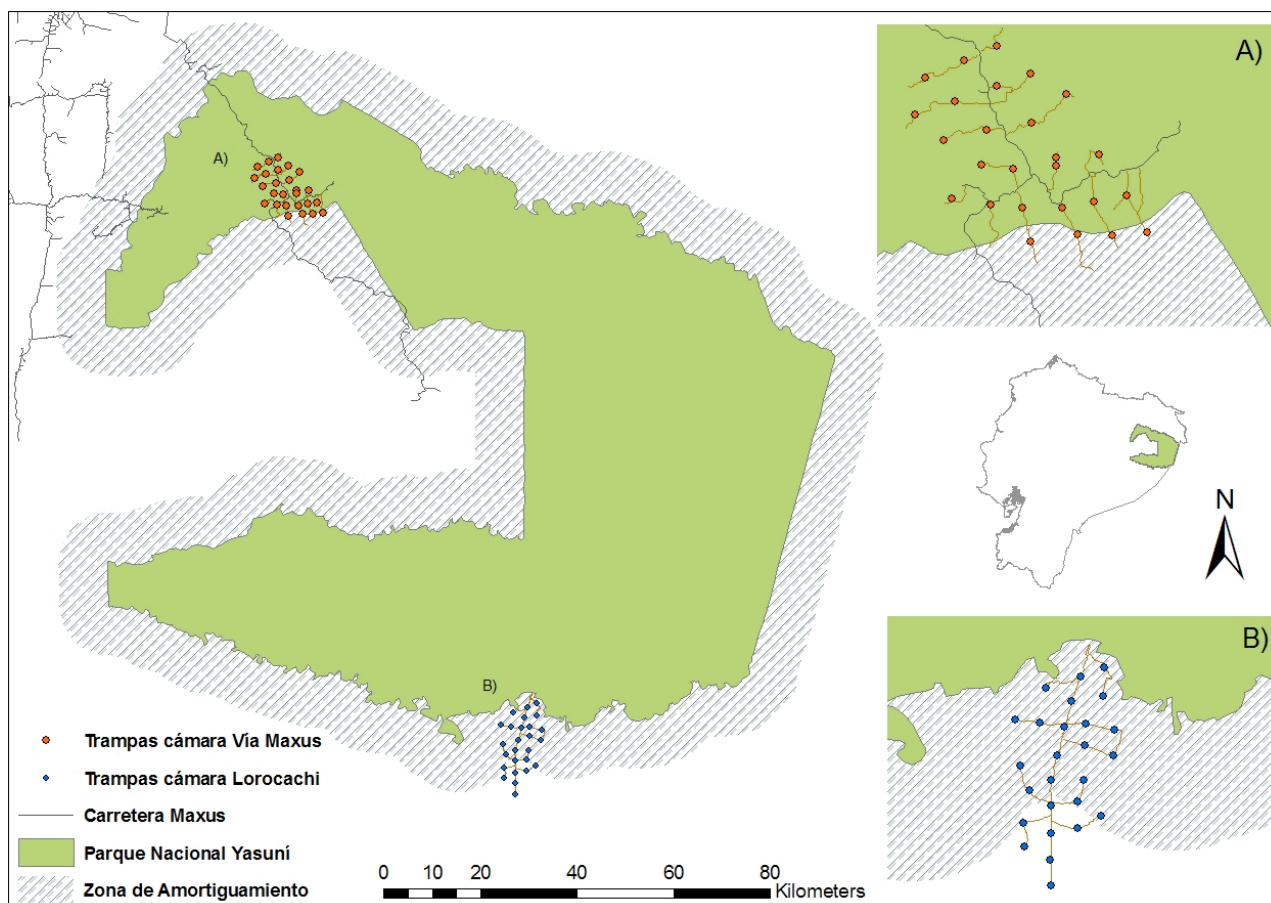


Figura 3. Área de Estudio (Parque Nacional Yasuní) y ubicación de los sitios de muestreo. A) vía Maxus; B) Lorocachi.

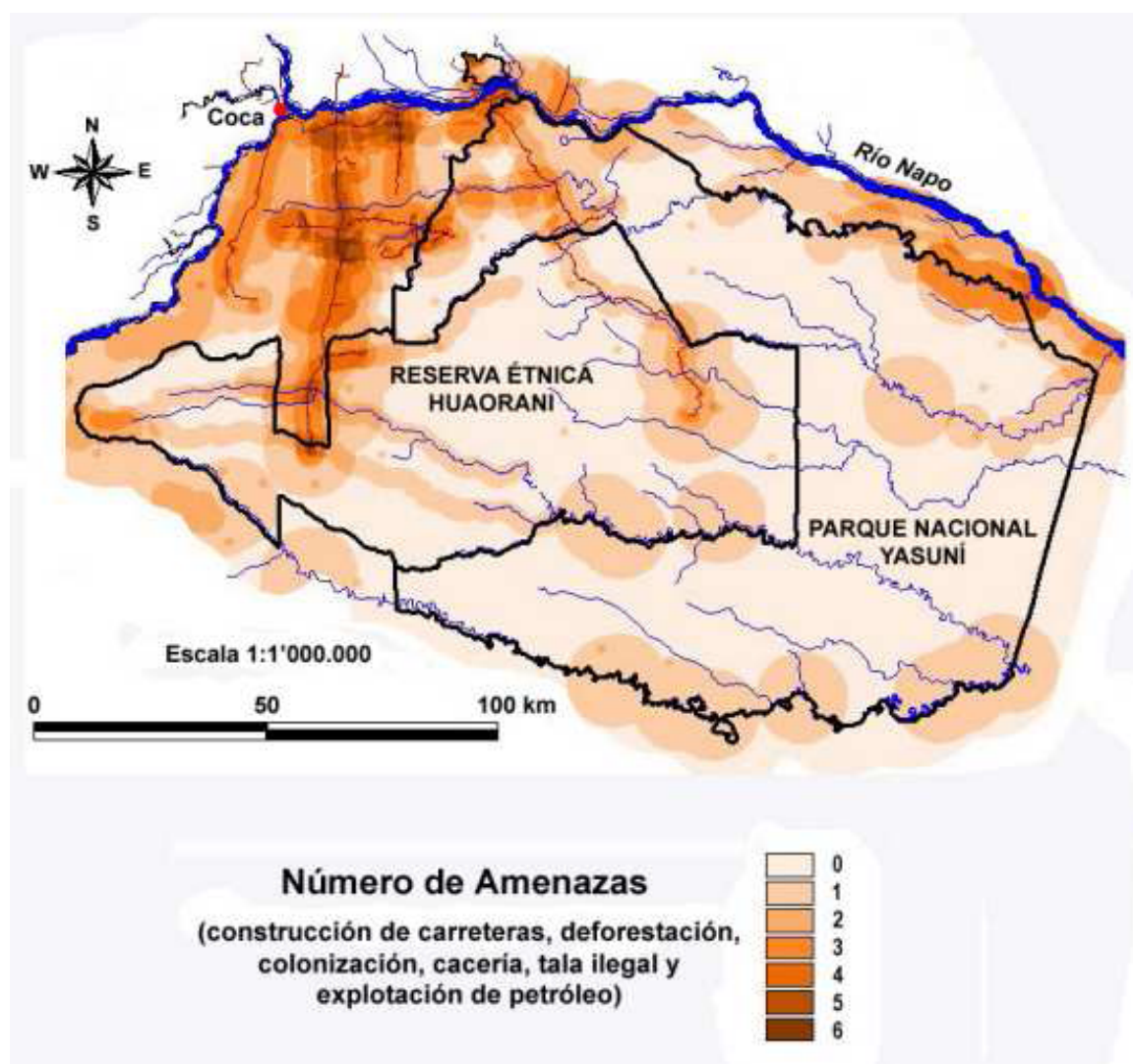


Figura 4. Mapa e índice de amenazas de la Reserva de la Biósfera Yasuní. Los valores de cero a seis representan los niveles de disturbio antropogénico en el PNY. (0 – 1) Áreas libres de influencia humana o niveles muy bajos de disturbio; (4 – 6) Áreas muy deterioradas con altos niveles de actividad antropogénica. Fuente: Zapata *et al.* (2006).

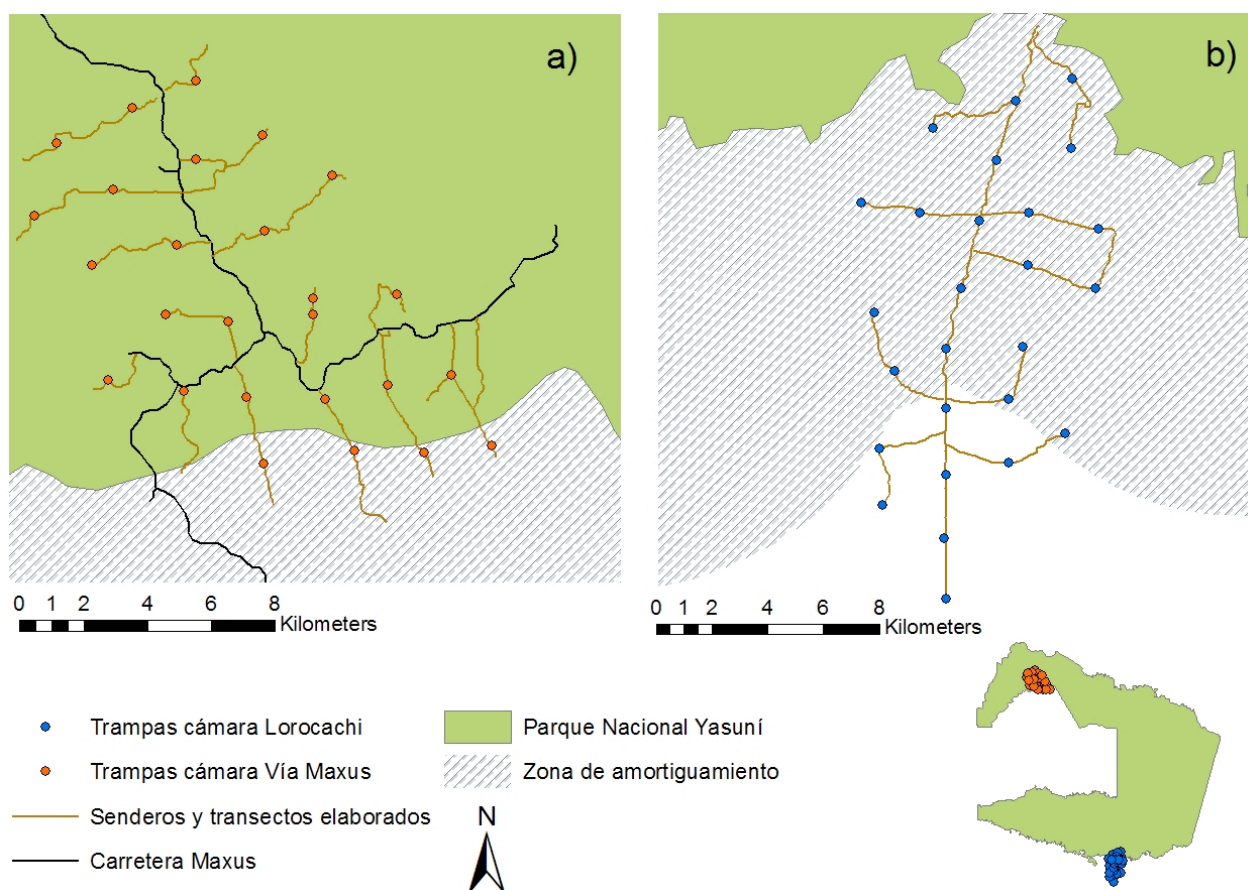
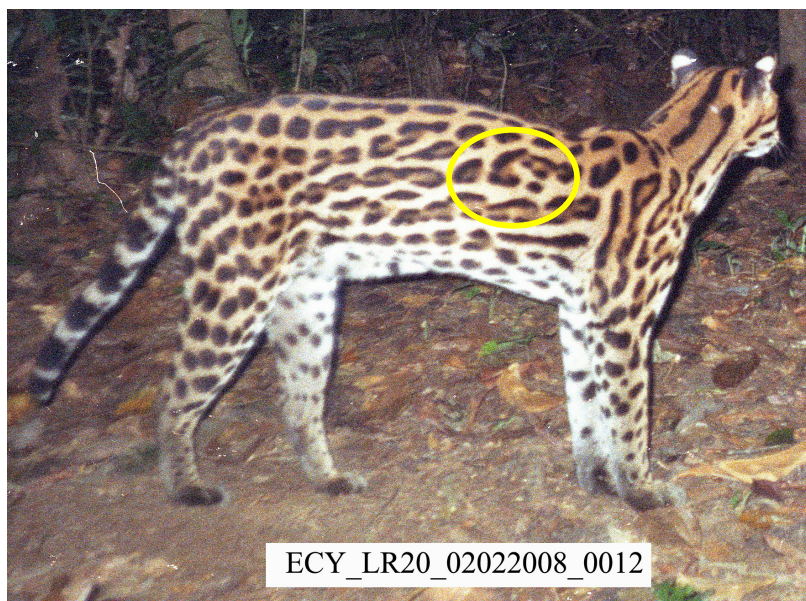


Figura 5. Ubicación y diseño sistemático de las grillas de trampas cámara en cada sitio de muestreo. A) Maxus; B) Lorocachi. Cada estación de trampas cámara está representada por un círculo de color naranja y azul respectivamente; estas fueron instaladas a distancias de 2 – 3 km entre ellas en cada sitio de muestreo.



Figura 6. Capturas fotográficas mediante trampas cámara. Las fotografías a y b representan una captura del lado derecho e izquierdo respectivamente, de un ocelote hembra. El área dentro del círculo indica como los patrones de manchas del lado derecho difiere del izquierdo a pesar de que se trata del mismo individuo.

a)



b)

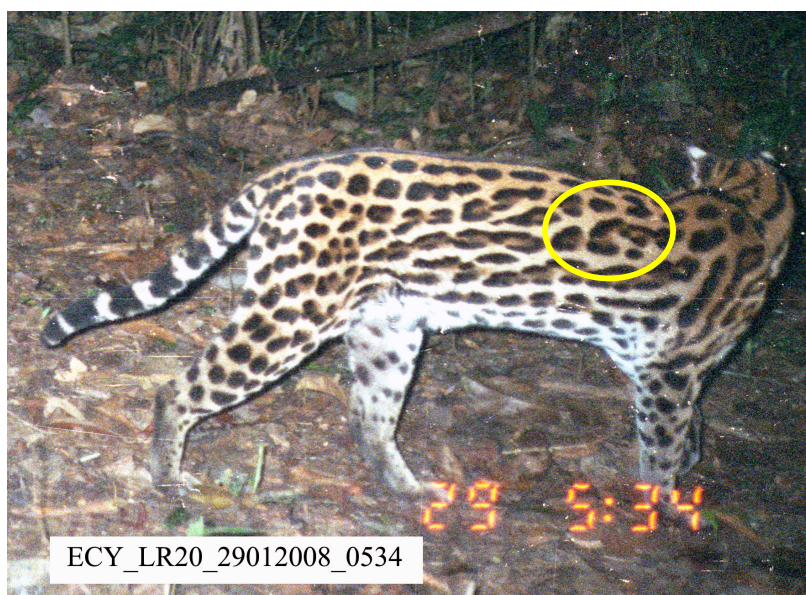


Figura 7. Identificación de individuos de ocelotes (*Leopardus pardalis*) mediante patrones de manchas corporales. El área dentro del círculo representa el patrón utilizado para su identificación. Las fotografías a y b corresponden a la captura y recaptura del lado derecho del individuo O1, en fechas y horas distintas.

c)



d)

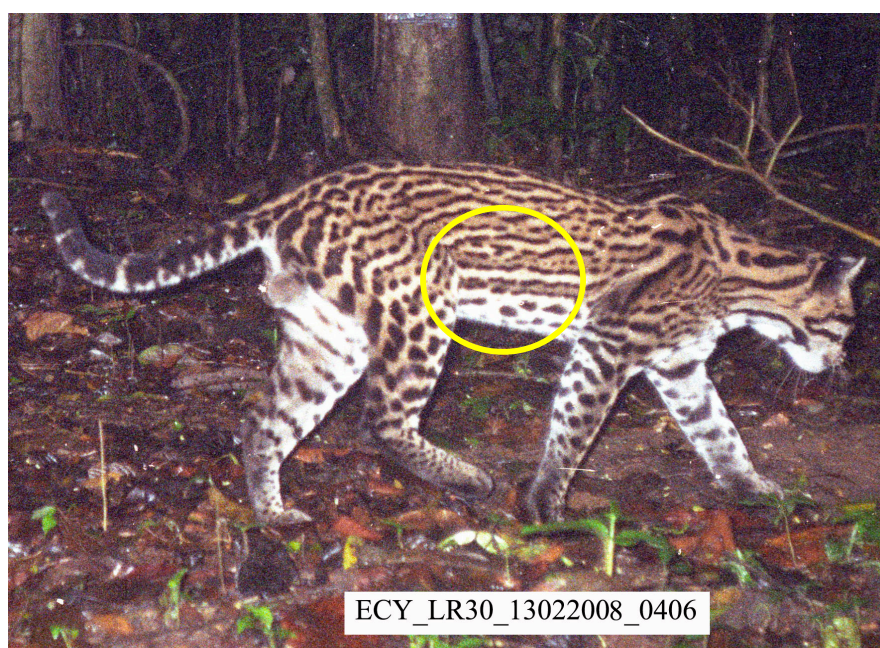


Figura 7 (continuación). Identificación de individuos de ocelotes (*Leopardus pardalis*) mediante patrones de manchas corporales. Las fotografías c y d corresponden a la captura y recaptura del lado derecho del individuo 02 en fechas y horas distintas.

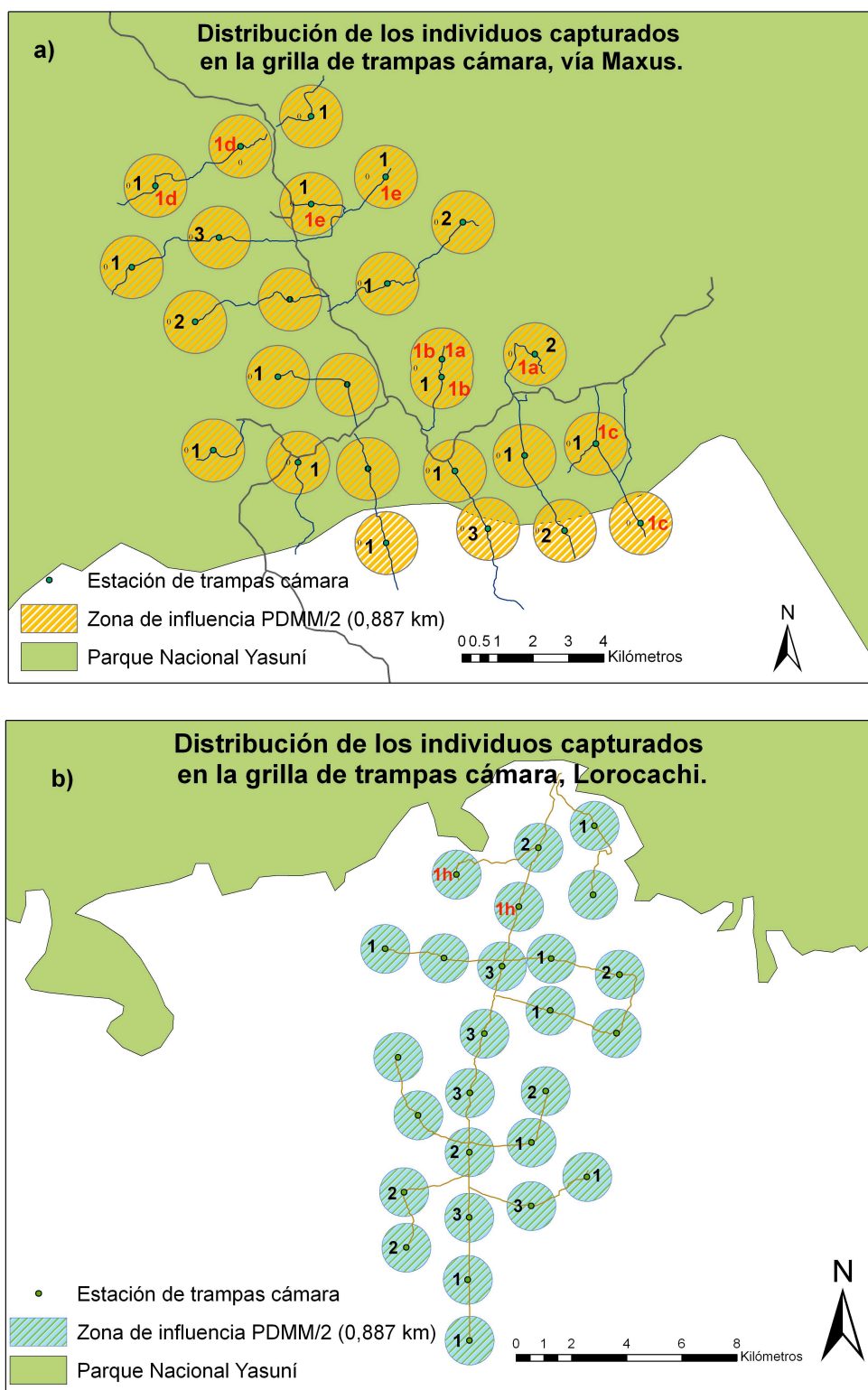


Figura 8. En la figura a y b los números corresponden a los individuos capturados en cada estación de trampas cámara. Los códigos en rojo corresponden a un individuo específico que fue capturado en más de una estación de trampas cámara (ej b: el individuo 1h fue capturado en 2 estaciones de muestreo).

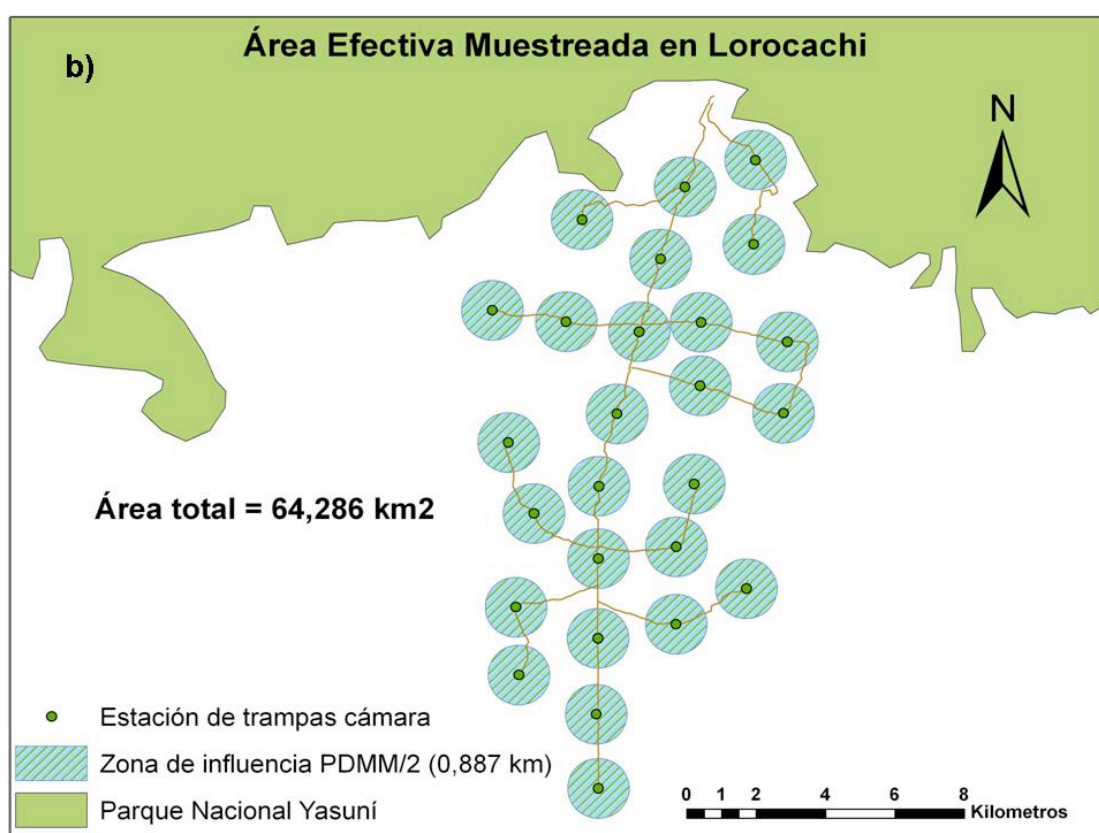
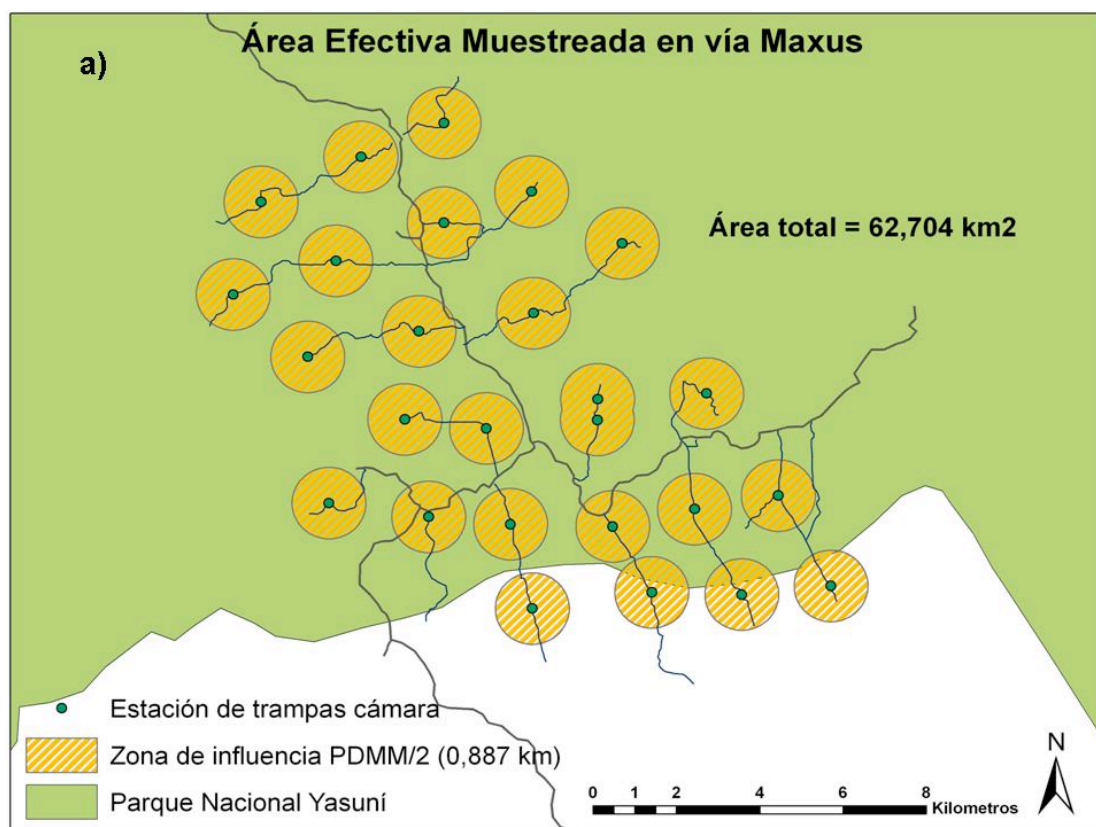


Figura 9. Área efectiva de muestreo a partir del PDMM/2: a) vía Maxus, b) Lorocachi.

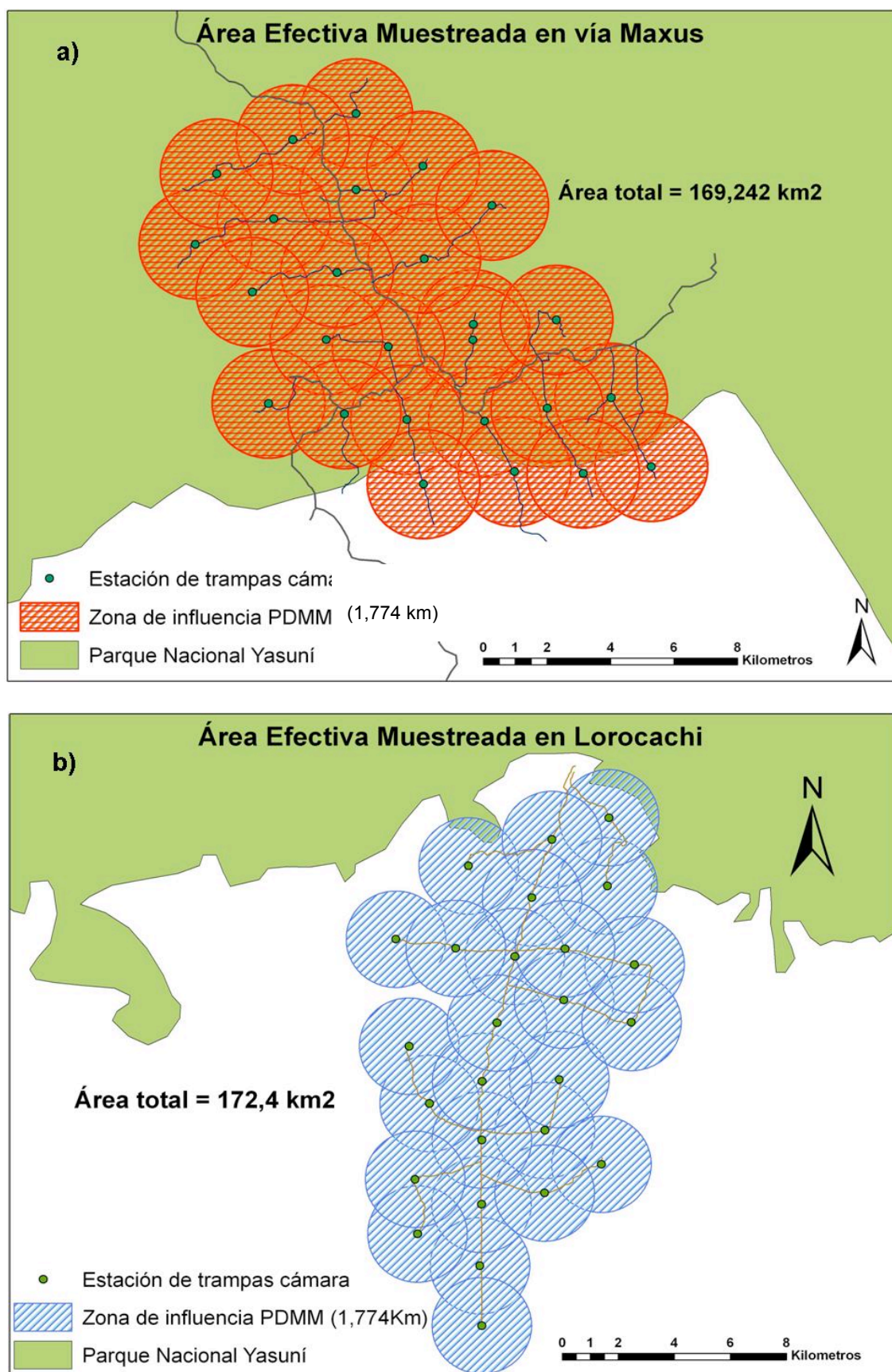
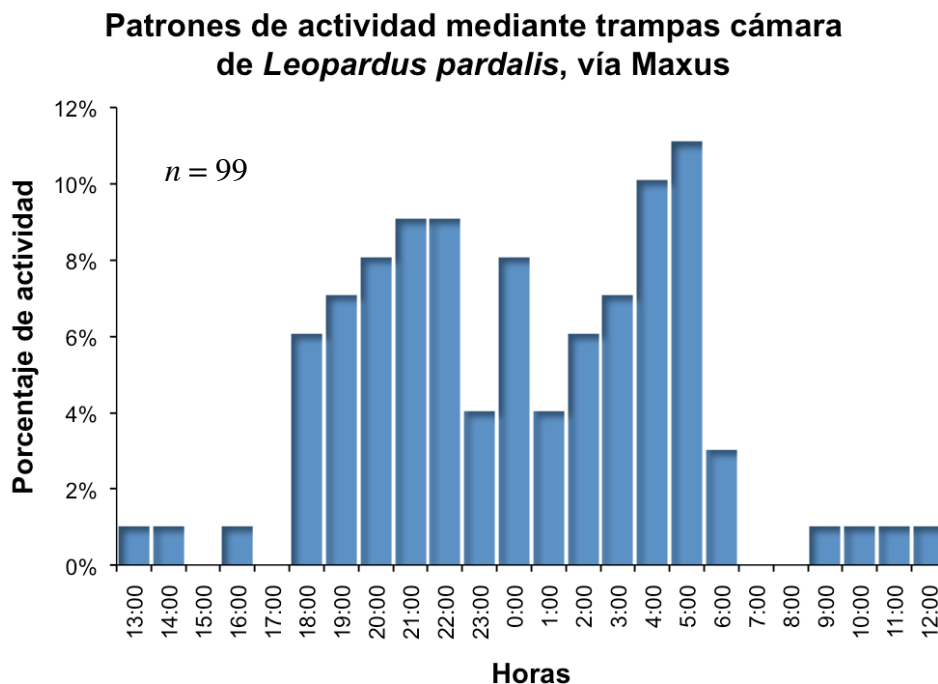


Figura 10. Área efectiva de muestreo a partir del PDMM: a) vía Maxus, b) Lorocachi.

a)



b)

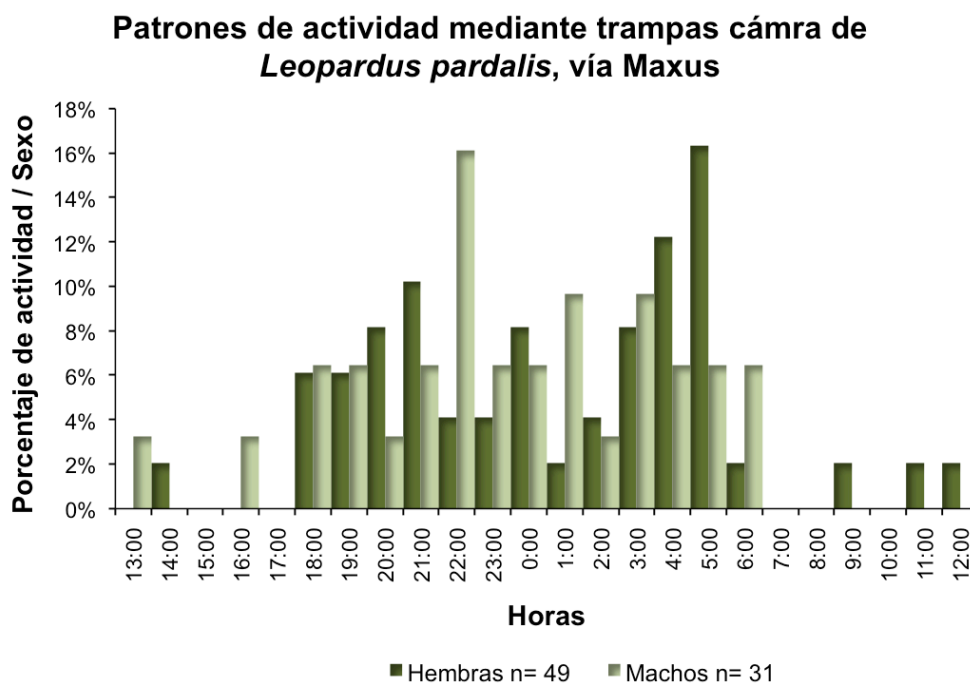
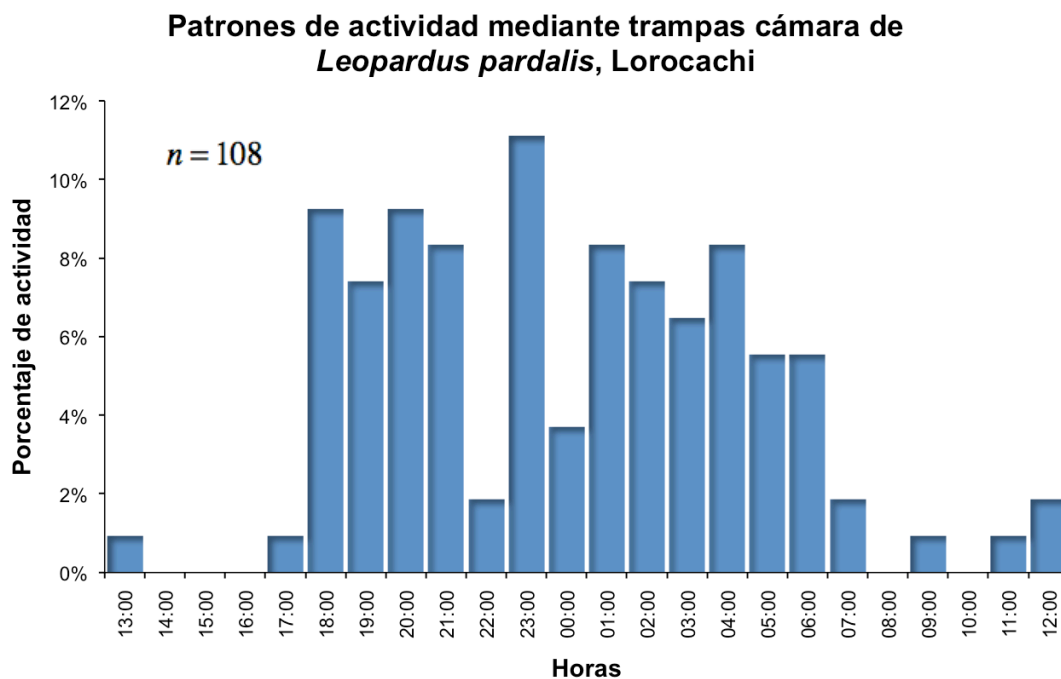


Figura 11. Patrones de actividad del ocelote (*Leopardus pardalis*) en vía Maxus, en el Parque Nacional Yasuní. a) Patrones de actividad del ocelote determinados con el total de capturas de hembras y machos combinados, obtenidos en Vía Maxus. b) Patrones de actividad hembras y machos por separado.

a)



b)

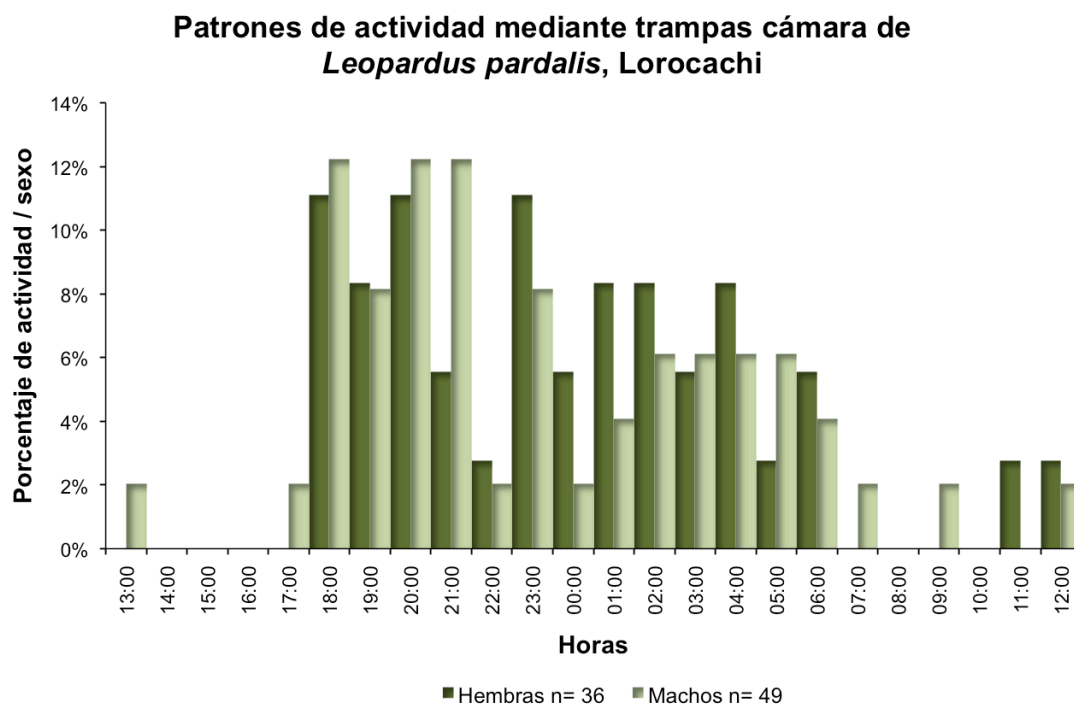


Figura 12. Patrones de actividad del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Lorocachi, en el Parque Nacional Yasuní. a) Patrones de actividad del ocelote determinados con el total capturas de hembras y machos combinados, obtenidos en Lorocachi. b) Patrones de actividad de hembras y machos.

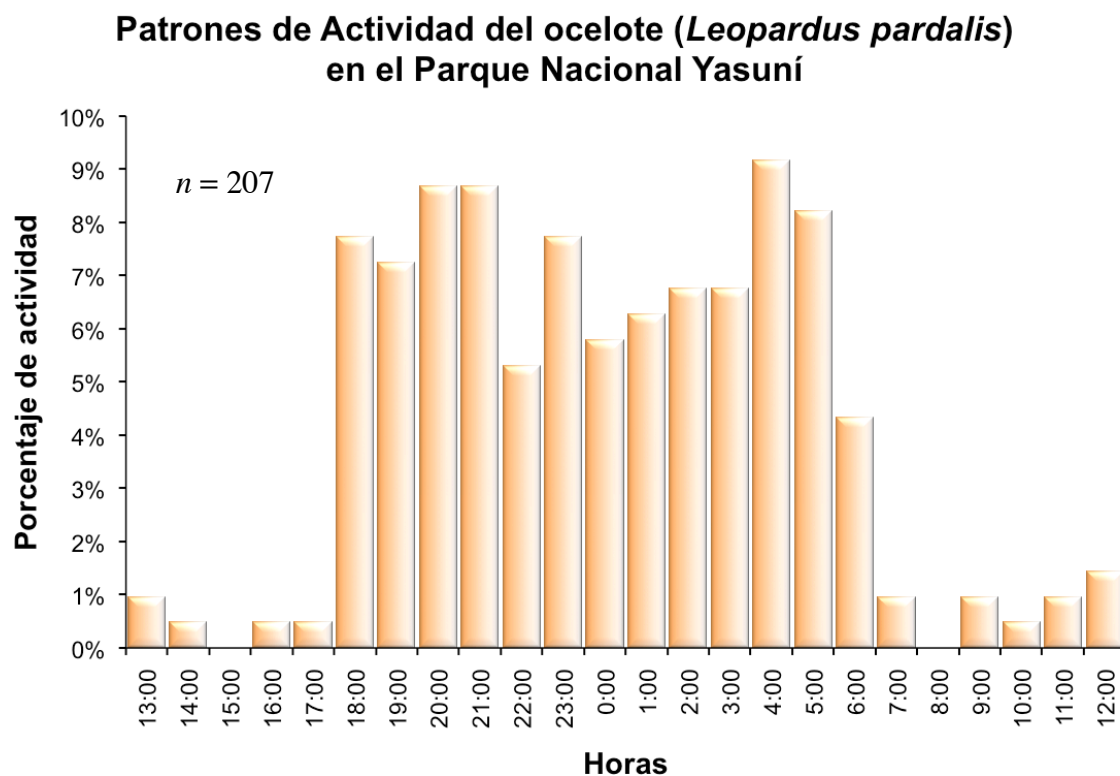


Figura 13. Patrones de actividad del ocelote en el Parque Nacional Yasuní. Datos combinados de vía Maxus y Lorocachi.

10. TABLAS

Tabla 1. Síntesis del diseño, duración y esfuerzo de muestreo para cada sitio de estudio.

	Vía Maxus	Lorocachi
Hábitat	Bosque muy húmedo tropical	Bosque muy húmedo tropical
Fechas	Noviembre 25, 2007 – Marzo 9, 2008	Julio 24 – Octubre 24, 2008
Espaciamiento entre Estaciones (km)	2 - 3 km	2 - 3 km
No. de Estaciones	26	26
No. Días de muestreo	90	90
Total días-trampa	2 340	2 340

Tabla 2. Síntesis del historial de captura y recaptura del ocelote en vía Maxus y Lorocachi.

Cada grilla de trampas cámara fue muestreada por un período de 90 días.

<i>Grilla</i>	<i>Total de capturas</i>	<i>Total de recapturas</i>	<i>No. de individuos</i>	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>	<i>Sexo no determinado</i>
Vía Maxus	78	43	35	11	19	5
Lorocachi	85	49	36	17	14	5

Tabla 3. Criterio de selección de los modelos realizada por el programa CAPTURE. El modelo con el valor más alto entre 0 – 1, es el modelo seleccionado para estimar la abundancia en ambos sitios de muestreo. El modelo más adecuado para analizar los datos observados en vías Maxus y Lorocachique se resaltan en negrillas.

<i>Criterio de Selección de los modelos</i>								
	M_o	M_h	M_b	M_{bh}	M_t	M_{th}	M_{tb}	M_{tbh}
Vía Maxus	0,99	1,00	0,34	0,41	0,00	0,16	0,34	0,58
Lorocachi	0,93	1,00	0,55	0,56	0,00	0,27	0,49	0,63

Tabla 4. Estimación de la abundancia y error estándar (EE) en vía Maxus y Lorocachi, mediante el programa CAPTURE (Las estimaciones se basan en el modelo Mh. Se muestra además el intervalo de 95% de confianza de la abundancia).

<i>Sitio de Muestreo</i>	<i>Tamaño de la Población estimada ($\pm EE$)</i>	<i>Intervalo 95% de confianza</i>
Vía Maxus	53 ($\pm 9,8$)	42 – 83
Lorocachi	60 ($\pm 10,7$)	47 – 92

Tabla 5. Estimación de la densidad del ocelote (animales por 100 km²) en vía Maxus y Lorocachi. Se observa la abundancia de ocelotes estimada por el programa CAPTURE en cada sitio, el área efectiva de muestreo y la amplitud de la zona de influencia (PDMM/2 y PDMM) empleada para estimar el área efectiva de muestreo.

Sitio de muestreo	Abundancia estimada	Amplitud de la zona de influencia (km)	Área efectiva muestreada (km ²)	Densidad / 100 km ² ($\pm EE$)
<i>Vía Maxus</i>	53	0,887 (PDMM/2)	62,70	84,5 $\pm$ 21
	53	1,774 (PDMM)	169,24	31,3 $\pm$ 6,6
<i>Lorocachi</i>	60	0,887 (PDMM/2)	64,28	93,3 $\pm$ 22
	60	1,774 (PDMM)	172,40	34,8 $\pm$ 7,1

11. ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de mamíferos capturados mediante la metodología de trampas cámara en el Parque Nacional Yasuní. Entre las especies identificadas en el presente estudio se encuentran (Tirira, 2007):

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Orden Didelphimorphia	
Familia Didelphidae	
<i>Didelphis</i> sp.	raposa
Orden Cingulata	
Familia Dasypodidae	
<i>Dasypus</i> sp.	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo de nueve bandas
<i>Priodontes maximus</i>	armadillo gigante
Orden Pilosa	
Familia Megalonychidae	
<i>Choloepus didactylus</i>	perezoso
Familia Myrmecophagidae	
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	oso hormiguero gigante, oso banderón
<i>Tamandua tetradactyla</i>	oso hormiguero de oriente, oso mielero
Orden Primates	
Familia Cebidae	
<i>Saimiri sciureus</i>	mono ardilla
Familia Atelidae	
<i>Ateles belzebuth</i>	mono araña
Orden Rodentia	
Familia Caviidae	
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capibara
Familia Cuniculidae	
<i>Cuniculus paca</i>	guanta
Familia Dasyproctidae	
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	guatusa

<i>Myoprocta pratti</i>	guatín
Familia Sciuridae	
<i>Sciurus sp.</i>	ardilla
Orden Lagomorpha	
Familia Leporidae	
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	conejo silvestre
Orden Carnivora	
Familia Felidae	
<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote, tigrillo
<i>Leopardus wiedii</i>	margay, tigrillo chico
<i>Puma concolor</i>	puma, león
<i>Puma yagouaroundi</i>	jaguarundi, gato de monte
<i>Panthera onca</i>	jaguar, tigre
Familia Canidae	
<i>Atelocynus microtis</i>	perro de orejas cortas, perro de monte
<i>Speothos venaticus</i>	perro selvático
Familia Mustelidae	
<i>Eira barbara</i>	cabeza de mate
Familia Procyonidae	
<i>Nasua nasua</i>	coatí amazónico
<i>Procyon cancrivorus</i>	oso lavador
Orden Perissodactyla	
Familia Tapiridae	
<i>Tapirus terrestris</i>	tapir amazónico
Orden Artiodactyla	
Familia Tayassuidae	
<i>Pecari tajacu</i>	pecarí de collar
<i>Tayassu pecari</i>	pecarí de labio blanco
Familia Cervidae	
<i>Mazama americana</i>	venado colorado
<i>Mazama gouazoubira</i>	venado gris

[illegible]

Anexo 4. Valores de *Chi* cuadrado de la abundancia estimada de ocelotes, para cada sitio de muestreo.

Abundancia

	Observados N	Esperados N	Residual
53	53	56,5	-3,5
60	60	56,5	3,5
Total	113		

Estadísticos de contraste

	Abundancia
<i>Chi</i> -cuadrado	,434 ^a
gl	1
Sig. asintót	,510

Anexo 5. Valores de *Chi* cuadrado determinados a partir de las horas de actividad del ocelote en el Parque Nacional Yasuní.

horas

	N observado	N esperado	Residual
Día	24	103,5	-79,5
Noche	183	103,5	79,5
Total	207		

Estadísticos de contraste

	horas
<i>Chi</i> -cuadrado	122,130 ^a
gl	1
Sig. asintót.	,000

Anexo 6. Tabla de contingencia, período de actividad del ocelote (día / noche) versus sitio de muestreo (vías Maxus y Lorocachi).

Tabla de contingencia

Recuento

		Sitio		Total
		Lorocachi	Vía Maxus	
Período	Día	14	10	24
	Noche	94	89	183
Total		108	99	207

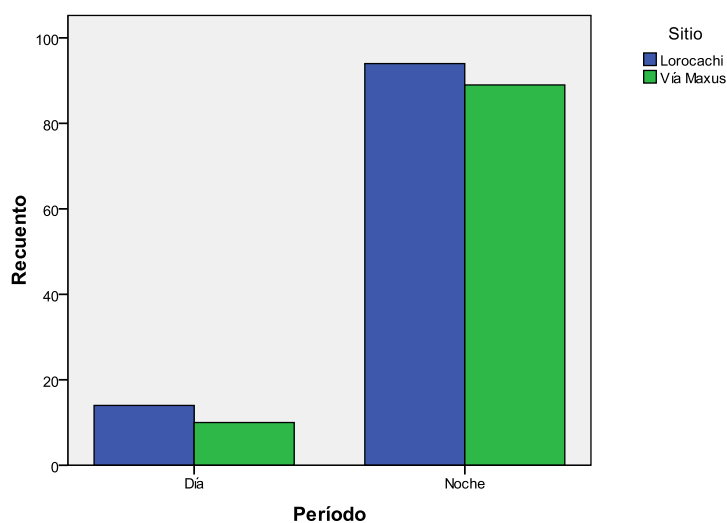
Pruebas de *Chi*-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
<i>Chi</i> -cuadrado de Pearson	.413 ^a	1	.521		
Corrección por continuidad ^b	.181	1	.671		
Razón de verosimilitudes	.415	1	.519		
Estadístico exacto de Fisher				.665	.336
N de casos válidos	207				

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 11.48.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Gráfico de barras



Anexo 7. Densidad poblacional del ocelote (por 100 km²) estimada en diferentes localidades de su rango geográfico, con su respectiva metodología y referencia.

Localización	Hábitat	Metodología	Densidad	Referencia
Ecuador	Bosque lluvioso tropical	Trampas cámara	31,3 – 34,8	Presente estudio
Belize		Trampas cámara	12,61	Dillon y Kelly, 2008
Argentina-Brasil	Bosque Atlántico	Trampas cámara	8,6 – 16,8	Di Bitetti <i>et al.</i> , 2008
Belize	Bosque lluvioso tropical	Trampas cámara	25,8 – 25,9	Dillon y Kelly, 2007
Argentina	Bosque Atlántico	Trampas cámara	12,9 – 20	Di Bitteti <i>et al.</i> , 2006
Texas-EEUU	Bosque de matorral espinoso	Trampas cámara	30	Haines <i>et al.</i> , 2006
Bolivia	Bosques secos	Trampas cámara	29 - 59	Maffei <i>et al.</i> , 2005
Brasil	Pantanal, norte	Trampas cámara	11,2	Trolle y Kéry, 2005
Brasil	Pantanal, sur	Trampas cámara	56,4	Trolle y Kéry, 2003
Brasil-Argentina	Bosque Atlántico	Radio Telemetría	13,7	Crawshaw, 1995
Brasil	Pantanal	Radio Telemetría	76	Crawshaw, 1995
Perú	Bosque lluvioso tropical	Radio Telemetría	80	Emmons, 1987
Venezuela	Llanos	Radio Telemetría	40	Ludlow y Sunquist, 1987