

Abundancia relativa de mamíferos silvestres en Cinchona, Costa Rica, antes del terremoto del 2009: estimación con “cámaras trampa”

Juan Carlos Villegas-Arguedas¹ 

1. Universidad Nacional de Costa Rica, Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Heredia, Costa Rica; jcvilleg@gmail.com

Recibido 14-X-2021 • Corregido 17-I-2022 • Aceptado 02-II-2022

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3794>

ABSTRACT. “Relative abundance of wild mammals in Cinchona, Costa Rica, before the 2009 earthquake: estimation with camera traps”. **Introduction:** On January 8, 2009, Costa Rica was hit by the Cinchona earthquake in Alajuela Province. When the earthquake hit, a network of automatic cameras had been operating in the premontane rain forest for two years, recording the relative abundance of mammals. **Objective:** To quantify the relative abundance of wild mammals in the Cinchona area, before the earthquake, and to serve as a point of comparison for future studies. **Methods:** With automatic cameras running a total of 1555 “camera-nights”. **Results:** I obtained 150 photographs corresponding to 10 species. The most abundant were the peccary, *Pecari tajacu*, with 150 records; the guatuza, *Dasyprocta punctata*, with 31; and the tepezcuintle, *Cuniculus paca*, with 29 records. I also recorded the puma, *Puma concolor* (one male and one female, 0,02 pumas/km²); and the ocelot, *Leopardus pardalis* (one male, two females and one calf, 0,43ind/km²). **Conclusion:** The abundance of wild mammals in Cinchona was relatively low before the earthquake, but it included large cats declared endangered in Costa Rica.

Keywords: Wildlife, biodiversity, woods, cats, Cariblanco.

RESUMEN. Introducción: El 8 de enero del 2009 sufrió el terremoto de Cinchona, en Alajuela, Costa Rica. Desde dos años antes del terremoto, operaba en la zona una red de cámaras automáticas en el bosque pluvial premontano, lo que permitió conocer la abundancia relativa de mamíferos en ese periodo. **Objetivo:** Cuantificar la abundancia relativa de ciertos mamíferos silvestres en la zona de Cinchona, antes del terremoto, y servir como punto de comparación para estudios futuros. **Métodos:** Con cámaras automáticas funcionando un total de 1555 “noches-cámara”. **Resultados:** obtuve 150 fotografías correspondientes a 10 especies, siendo las más abundantes el saíno, *Pecari tajacu*, con 150 registros; la guatuza, *Dasyprocta punctata*, con 31; y el tepezcuintle, *Cuniculus paca*, con 29 registros. También registré al puma, *Puma concolor*, (un macho y una hembra, 0,02 pumas/km²); y al ocelote, *Leopardus pardalis* (un macho, dos hembras y una cría, 0,43ind/km²). **Conclusión:** Aunque la abundancia de mamíferos silvestres en Cinchona era relativamente baja antes del terremoto, incluía grandes felinos declarados en peligro de extinción en Costa Rica.

Palabras clave: Vida silvestre, biodiversidad, bosques, gatos, Cariblanco.

El 8 de enero del 2009 aconteció en Costa Rica un terremoto de gran magnitud con graves consecuencias sociales (27 personas fallecidas), económicas (destrucción del 90% de infraestructura local) y ambientales (ruptura de 72km a lo largo de la falla local). El mismo fue denominado el terremoto de Cinchona. Ocurrió a la 1:21 de la tarde, tuvo una magnitud de 6,2Mw, una profundidad de 4,6km y se localizó su epicentro 1km sur del centro de la comunidad de Cinchona, en Alajuela (Barquero, 2009).

Dos años previos al fenómeno sísmico, en la región epicentral del terremoto, justamente entre la comunidad de Cinchona y San Miguel de Alajuela se realizó una investigación de monitoreo de mamíferos silvestres como parte de la evaluación ambiental durante la construcción de un

proyecto hidroeléctrico, investigación basada en capturas fotográficas de los animales con trampa-cámaras.

El uso de trampa-cámaras ha sido sumamente útil en el monitoreo de especies raras o crípticas, permitiendo también el reconocimiento de especies cuyo patrón de huellas u otros rastros es difícil discernir cuando los programas de monitoreo son basados en la presencia-ausencia de las especies (Karanth, 1995; Karanth & Nichols, 1998; Maffei et al., 2002; Wallace et al., 2003; Sáenz et al., 2005).

También han sido utilizadas en estimaciones de abundancias poblacionales o densidades a partir de estadísticas de captura-recaptura por reconocimiento de manchas o marcas de muchas especies, particularmente felinos (Karanth, 1995; Karanth & Nichols, 1998; 2000; Maffei et al., 2002; 2004; Novack, 2003; Silver et al., 2004; Soisalo & Cavalcanti, 2006).

La colocación de cámaras de manera sistemática permite cuantificar la abundancia relativa a partir de la sumatoria de las capturas respecto al esfuerzo muestral de trampa-noches, lo que es lo mismo que un periodo de 24 horas día con la cámara activa, considerando todos los sitios activos.

Esta investigación procuró generar información sobre la presencia de especies de mamíferos silvestres en esta región de Costa Rica, las cuales son de difícil observación, además de información de abundancia relativa, ámbito de hogar, y cambios espacio-temporales en la diversidad de este grupo taxonómico, cambios que eventualmente fuesen provocados por procesos constructivos de grandes obras de ingeniería civil, como el proyecto hidroeléctrico que en ese momento se desarrollaba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la región montañosa entre las localidades de Cinchona, Cariblanco y San Miguel de Alajuela entre los 10°18'00'' N, 84°12'00'' W y los 10°13'30'' N, 84°9'00'' W en propiedades adquiridas por el Instituto Costarricense de Electricidad de Costa Rica para la construcción de un proyecto hidroeléctrico.

Los sitios de muestreo se ubicaron en la zona de vida localizada entre 800 a 1 450msnm Bosque pluvial premontano donde las palmas de estratos intermedios y del sotobosque continúan disminuyendo en abundancia en comparación con los bosques de bajura y se nota un marcado aumento de helechos arborescentes (*Cyathea*, *Cnemidaria*, *Dicksonia*, *Nephelea*, *Trichipteris*), con la dominancia particular del Bosque primario de ladera de los cañones de los ríos Sarapiquí, Quicuyal, Cariblanco, María Aguilar y Sardinal, caracterizado por una distribución irregular de claros de vegetación secundaria dentro de una matriz de bosque primario dada la frecuente caída de grandes árboles por la inestabilidad de suelos (Instituto Costarricense de Electricidad [ICE], 2001).

Los árboles emergentes y del dosel superior más notorios y abundantes con alturas de 30 a 35m son: tirá, cuero de vieja, fruta dorada, cucaracho, yos, higuerones, guabas, cedro dulce, espino blanco, *Gordonia fruticosa* y pilón entre otros. En estratos intermedios y bajos se encuentran: cocoras, sangrillo, *Coussarea sp.*, *Cinchona pubescens*, *Elaegia sp.*, nene, sangregao, piedra, *Pentagonia sp.*, *Meliosma sp.*, *Talauma gloriensis*, *Lunania sp.*, chapernos, cirrís, terciopelo, papaturro, *Perrottetia longistylis*, palmito dulce y varias especies de aguacatillos, anonillos y cuajiniquiles (ICE, 2001).



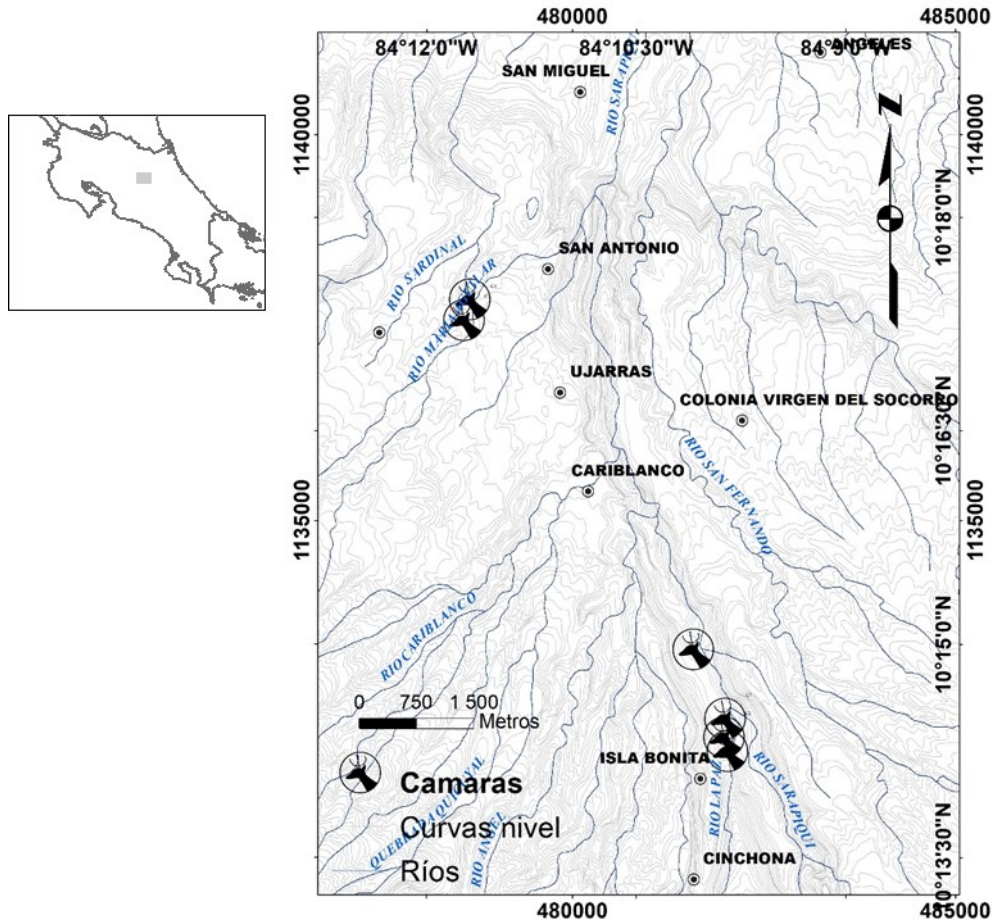


Fig. 1. Ubicación del área de estudio y sitios de muestreo en las cuencas de los ríos La Paz, Sarapiquí y María Aguilar

Entre abril 2005 a junio 2007 se establecieron seis sitios geográficos de muestreo, dos sitios de muestreo en el río María Aguilar afluente del río Sarapiquí, y cuatro en la confluencia del río Sarapiquí con el río La Paz. Se definieron los sitios al azar colocando dos cámaras individuales no permanentes ni pareadas por sitio, alternándolas entre los sitios geográficos, separadas al menos 300 metros una de otra. Se utilizó película 35mm de ASA 400, con accesorios de camuflaje y sujeción a los árboles por cada cámara (Sanderson, 2004), retirándose la película de las cámaras una vez por semana.

Para alternar entre los sitios de muestreo se utilizó en total seis cámaras con sensores de movimiento e infrarrojos TM-1500 marca Deer Cam DC-200 (Non Typical Inc, WI 54552, USA) configuradas para el marcaje de las fotografías con la fecha para corroborar cambios espacio-temporales en la diversidad, con disparo de foco en lapsos de 15 segundos debido a la evidencia de disparos fallidos o insensibilidad del sensor en algunos momentos, con posterior corrección de registros por especie de tener fotografías del mismo animal según los criterios de Karanth y Nichols (2000).

Se calculó un índice de abundancia relativa (IAR) estandarizado a 1000 trampa-noches (Karanth & Nichols, 1998; Carbone et al., 2001; Cortés-Marcial & Briones-Salas, 2014) para determinar variación espacio-temporal en la abundancia de las especies por sitios de muestreo establecidos, teniendo en cuenta que esto no es indicador de densidad de especies (Maffei et al., 2004).

Se calculó el área de ámbito de hogar (home range) según Wallace et al., (2003); Karanth et al., (2004) y Silver (2004) a partir de Distancias Medias Máximas de Movimiento (MMDM) sugeridas para puma (Holmes, 2000; Cuellar & Noss, 2003) y ocelote (Maffei et al., 2002; Trolle & Kéry, 2005) estandarizando el radio del “buffer” por cámara arbitrariamente a 50km² para puma y 3km² para ocelote, esto debido a la alta variabilidad del ámbito hogareño de estas especies por su dependencia del sexo, edad, condición reproductiva y disponibilidad alimentaria. Basado en dichos criterios “buffer” por cámara para cada especie puma u ocelote, se generó un nuevo “buffer” de área de muestreo considerando las 6 cámaras mediante GIS software ArcMap 10.5MR de ESRI (Environmental System Research Institute).

La determinación taxonómica se realizó “ex situ” al nivel taxonómico específico mediante las claves y descripciones de Carrillo et al. (1999) y Emmons (1999) siguiendo sus criterios para la adscripción taxonómica nomenclatural.

RESULTADOS

Se registró un total de 1 555,58 trampa-noches en toda la región de estudio, siendo el mes de mayo 2005 el de mayor esfuerzo de muestreo con 152,25 trampa-noches (Tabla 1).

El mayor esfuerzo de muestreo se registró en la confluencia de los ríos Sarapiquí y La Paz con 798,79 trampa-noches, mientras que en la región del río María Aguilar el esfuerzo de muestreo fue de 756,79 trampa-noches.

Se fotografiaron 10 especies de mamíferos silvestres, la más abundante fue el saíno (*Pecari tajacu*) con 150 registros fotográficos en total (IAR=96,43), seguido de la guatuzza (*Dasyprocta punctata*) con 31 registros (IAR=19,93) y luego del tepezcuintle (*Cuniculus paca*) con 29 registros (IAR=18,64), siendo estas diferencias en las abundancias relativas estadísticamente significativas (Kruskall-Wallis H=11,08; g.l 9; p= 0,002***), sugiriendo al saíno como la especie que presenta la mayor abundancia (Tabla 2).

Las únicas especies que no se comparten entre la confluencia Sarapiquí-La Paz con el río María Aguilar son el saíno (*P. tajacu*), el mapache (*P. lotor*), el puma (*P. concolor*) y la rata espinosa de monte (*Heteromys desmarestianus*), aunque podrían estar presentes en otros sitios, registrándose la mayor cantidad de especies en la confluencia Sarapiquí-La Paz (n=9), mientras que en el sitio denominado río María Aguilar se registraron menos especies (n=6). En el caso de la rata espinosa su registro mediante esta técnica es fortuito o casual (Fig. 2).

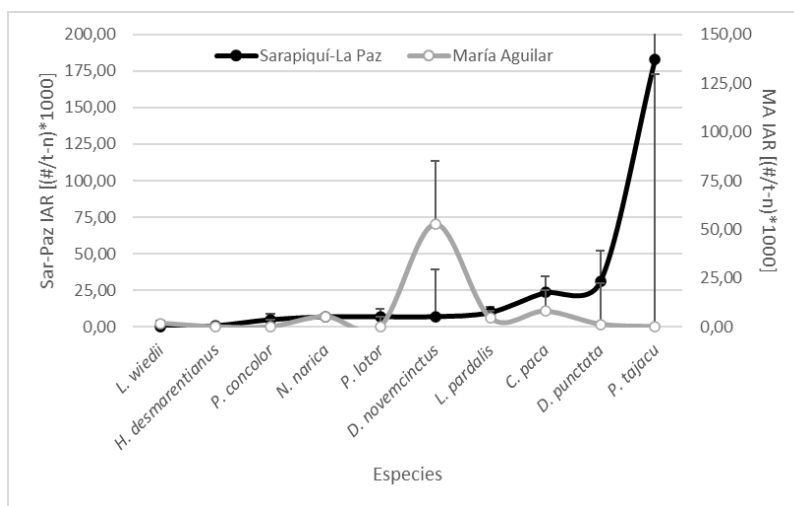


Fig. 2. Abundancias relativas (D.E) por especie según el sitio de muestreo con trampa-cámaras

TABLA 1

Esfuerzo de muestreo con trampa-cámaras por mes y sitio de muestreo

Año	Mes	Sarapiquí-La Paz	María Aguilar	Totales
2005	Abril	52,17	22,06	74,23
	Mayo	98,77	53,48	152,25
	Junio	69,08	25,06	94,15
	Julio	79,88	19,96	99,83
	Agosto	55,75	13,96	69,71
	Septiembre	67,75	72,23	139,98
	Octubre	15,71	29,29	45,00
	Noviembre	39,42	79,00	118,42
2006	Diciembre	13,75	27,52	41,27
	Total	492,28	342,56	834,84
	Enero	31,40	53,25	84,65
	Febrero	27,54	54,98	82,52
	Marzo	30,13	59,42	89,54
	Abril	39,60	78,38	117,98
2007	Mayo	41,67	83,33	125,00
	Junio	15,65	22,00	37,65
	Total	185,99	351,36	537,34
2007	Marzo	39,71	20,38	60,08
	Abril	27,15	15,46	42,6
	Mayo	14,17	7,25	21,42
	Junio	39,52	19,79	59,31
Total	120,55	62,88	183,41	
Total general		798,82	756,80	1555,59

TABLA 2

Índice de abundancia relativa por especie capturada con cámara-trampas

Especie capturada	Registros por sp.	IAR $[(n^2/t-n) * 1 000]$
<i>Pecari tajacu</i>	150	96,43
<i>Dasyprocta punctata</i>	31	19,93
<i>Cuniculus paca</i>	29	18,64
<i>Dasytus novemcinctus</i>	26	16,71
<i>Leopardus pardalis</i>	12	7,71
<i>Nasua narica</i>	8	5,14
<i>Procyon lotor</i>	6	3,86
<i>Puma concolor</i>	5	3,21
<i>Heteromys desmarentianus</i>	1	0,64
<i>Leopardus wiedii</i>	1	0,64
Total general	269	172,93

Algunas especies tendieron a aumentar su abundancia relativa en algunos sitios, como el caso del saíno en los sitios de muestreo en la confluencia Sarapiquí y La Paz, mientras que el registro del armadillo o cusuco (*D. novemcinctus*) fue particularmente alta en el río María Aguilar (Figs. 2 y 3).

Los felinos puma y ocelote se registraron en ambos sitios de muestreo, tanto en La Paz como en María Aguilar, mientras que el tigrillo (*L. wiedii*) se registró y asoció con los sitios de muestreo en el río María Aguilar (Fig. 3). A partir del análisis de componentes principales se sugiere que la confluencia de los ríos Sarapiquí y La Paz registraron mayor cantidad de especies de mamíferos silvestres durante la investigación.

Basados en la Distancia Media Máxima de Movimiento (MMDM) reportada para especies como jaguar, puma y ocelote (Trolle & Kéry, 2005; Soásalo & Cavalcanti, 2006), se calculó y graficó las áreas de muestreo por ubicación de cada cámara para puma y para ocelote y sumándose las seis ubicaciones (considerando traslapes), generándose para puma un área de muestreo de 101,49km² (Fig. 4) mientras que para ocelote se calculó en un área de muestreo de 9,24km² (Fig. 5).

Se identificó la presencia en el área de muestreo de al menos dos individuos de puma, un macho y una hembra (Figs. 6 y 7), siendo preliminar el cálculo de densidad a partir del MMDM sugerido de 0,02 pumas/km².

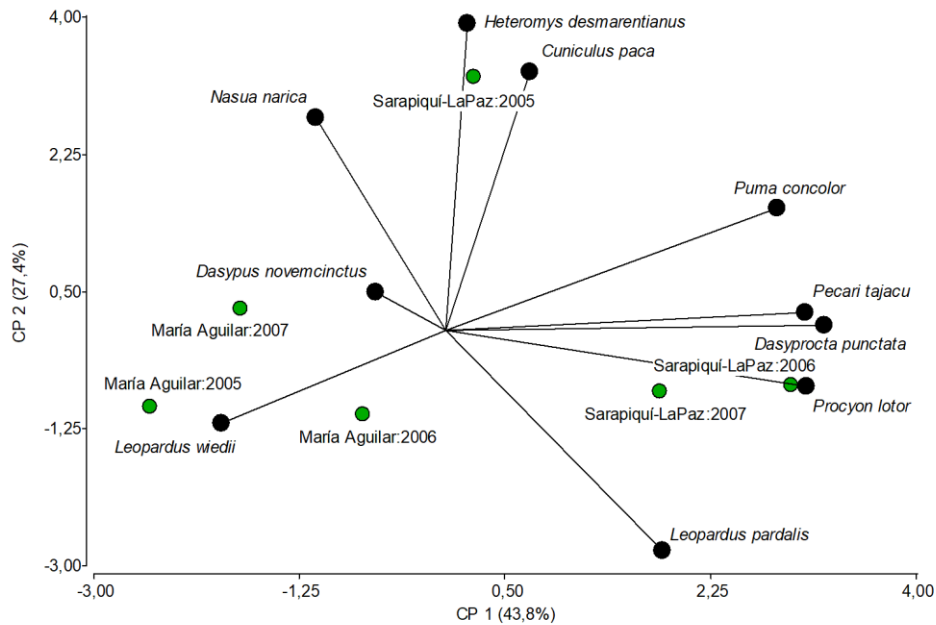


Fig. 3. Componentes principales según abundancias relativas por especie según el año de muestreo considerando ambos sitios de muestreo

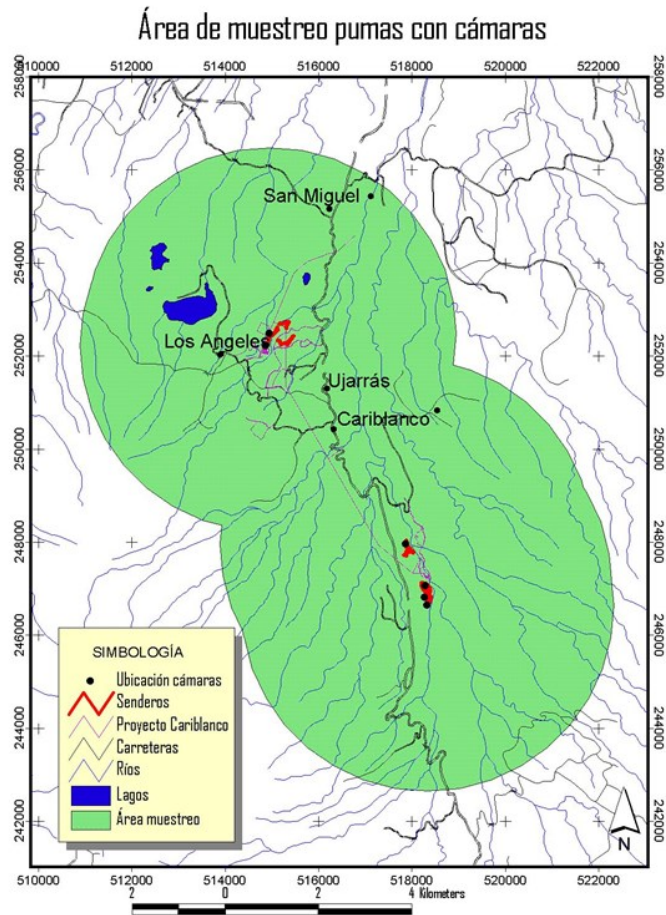


Fig. 4. Área de muestreo para puma considerando todas las ubicaciones de cámaras

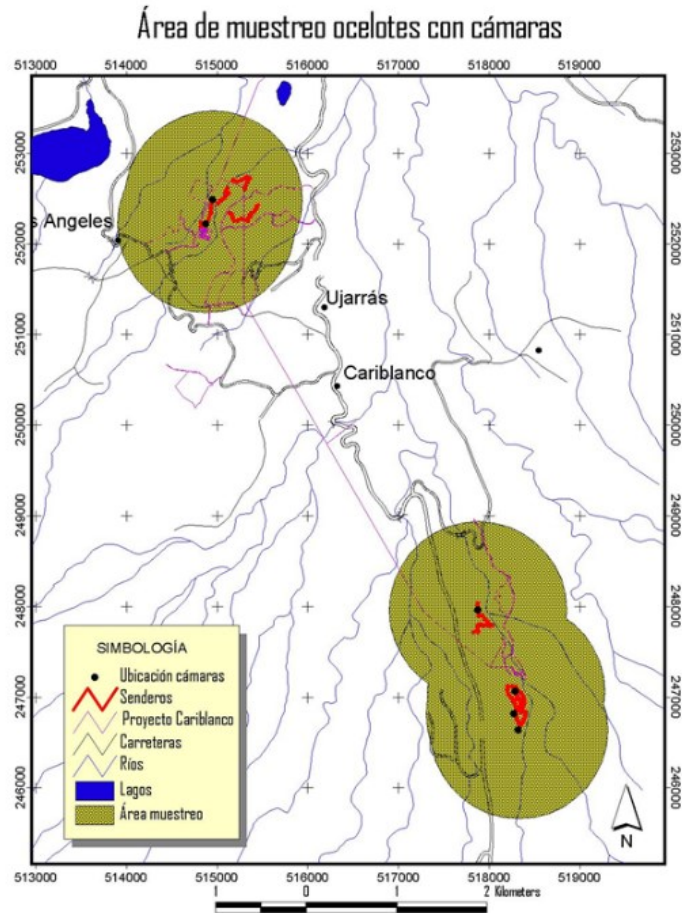


Fig. 5. Área de muestreo para ocelote considerando todas las ubicaciones de cámaras



Fig. 6. Puma fotografiado el 17 de marzo 2007 en la confluencia del río Sarapiquí con el río La Paz, Cinchona



Fig. 7. Puma fotografiado el 14 de mayo 2007 en la confluencia del río Sarapiquí con el río La Paz, Cinchona

En el caso del ocelote, fue posible reconocer al menos un macho, dos hembras y una cría (Fig. 8), registrándose la presencia de 4 ocelotes en el área de muestreo, lo que sugiere una densidad de $0,43\text{ind}/\text{km}^2$; también se fotografió individuos de caucel y de saínos (Figs. 9 y 10).



Fig. 8. Hembra de ocelote con una cría fotografiados el 24 de febrero 2006 en la confluencia del río María Aguilar, cerca de la comunidad de San Miguel de Alajuela



Fig. 9. Cauce fotografiado el 18 de diciembre 2005 en la confluencia del río María Aguilar, cerca de la comunidad de San Miguel de Alajuela



Fig. 10. Manada de saínos fotografiados el 30 de abril 2006 en la confluencia del río Sarapiquí con el río La Paz, Cinchona

DISCUSIÓN

Los programas de monitoreo de mamíferos silvestres mediante el uso de cámaras trampa podrían resultar muy costosos (Sáenz et al., 2005; Sarmiento et al., 2005) dependiendo de los objetivos del monitoreo, el tiempo de desarrollo y los alcances territoriales posibles y el modelo de las cámaras o su tecnología.

Para esta investigación se contó con poco presupuesto para compra de estos equipos, se justificó la utilización de una metodología sistemática no obstante el número reducido de cámaras, permitiendo más allá que un trampeo oportunista según Maffei et al. (2002), pero no tan ambiciosa

como captura-recaptura; sin embargo, esta limitación, se considera que con lo utilizado se permitió no solo verificar la presencia-ausencia de las especies, sino, tratar de cuantificarla.

Unas especies resultaron más susceptibles de registro con trampa-cámaras que otras, registrándose más los saínos (*T. tajacu*), las guatuzas (*D. punctata*), el tepezcuintle (*C. paca*), los cusucos (*D. novemcinctus*) y en el caso de los felinos el ocelote (*L. pardalis*) y el puma (*P. concolor*), sugiriendo que estas especies son abundantes en la región; similares resultados han obtenido Sáenz et al. (2005) en la Península de Osa donde las guatuzas y los pecaríes son las especies que más se capturan con esta técnica, además de los felinos ocelote y puma, concordando con estos resultados en las montañas de Cinchona de Alajuela.

Maffei et al. (2002, 2004) también registraron importantes poblaciones de ocelote (*L. pardalis*) y puma (*P. concolor*) en Bolivia con esta técnica, mientras que Novack (2003) a partir de 814 trampa-noches obtuvo una importante cantidad de capturas para jaguar (n=32) y puma (n=19) en Tikal, Guatemala, lo cual en relación con esta investigación en Cinchona sugiere que estas especies son más comunes que lo que realmente se creó, pero que es con estas técnicas pasivas que se pueden registrar en mayor número.

En comparación con otras regiones bajas en Latinoamérica como el Chaco paraguayo donde Caballero-Gini et al. (2020) registraron 15 especies de mamíferos con apenas 485 trampa-noche, puede considerarse baja la riqueza de mamíferos silvestres para Cinchona, donde se registró 10 especies con un esfuerzo de 1 555 trampa-noches, sugiriendo que en algunas regiones con menos presencia de especies son necesarias más horas de muestreo.

En otras regiones serranas similares a Cinchona, Lira-Torres y Briones-Salas (2012) requirieron de mucho esfuerzo de muestreo en la Sierra Madre de Oaxaca en México (4860 trampa-noches) para registrar 20 especies de mamíferos silvestres, similar situación fue reportada por González et al. (2019) en sierras de Paraguay donde con 10 079 días*cámaras, fueron registradas 21 especies; mientras que Cossios y Zevallos (2019), con un esfuerzo de 2 970 trampas cámara/día, registraron en serranías de Perú 19 especies de mamíferos silvestres.

Únicamente el saíno (*P. tajacu*) presentó disminuciones en su registro después de junio y aumentando a finales de octubre cuando fue posible observar hembras grávidas, suponiendo un comportamiento migratorio para la especie en la región o por lo menos una utilización diferenciada en el tiempo de su territorio, mismo que se desconoce para esta región, lo anterior considerando que otras especies de pecaríes lo hacen, como su congénere *Tayassu pecari* (chanchito de monte) del cual se ha documentado este comportamiento en la Península de Osa con la agrupación de supermanadas en ciertos periodos del año (Villalobos, 2001), Carrillo et al. (1999) sugieren un territorio para la especie de 118ha.

El registro de crías de saíno se presentó a partir de marzo durante los tres años de monitoreo consecutivamente, SOWLS (1991) sugirió que los partos en esta especie en los Estados Unidos se presentan en junio, julio y agosto, mientras que Carrillo et al. (1999) en la Península de Osa registró nacimientos en mayo, a inicios de la época lluviosa en el pacífico sur de Costa Rica.

Lo anterior supone que esta especie sincroniza sus periodos de gestación y nacimientos respecto a la disponibilidad de lluvia, muy posiblemente procurándose bañaderos y ciertos recursos alimenticios. En la región de Cinchona-Cariblanco el periodo lluvioso más importante se genera justamente a finales e inicio de año (ICE, 2001; ICE, 2005), periodo en que se evidencia la permanencia y partos de esta especie en esta región.

Se identificó la presencia en el área de muestreo de al menos dos individuos de *P. concolor*, un macho y una hembra, siendo preliminar el cálculo de densidad a partir del MMDM sugerido de 0,02 pumas/km², densidad inferior a la reportada por Lira-Torres y Naranjo (2005) en Chiapas, México.

En el caso del ocelote, fue posible reconocer al menos un macho, dos hembras y una cría,



sugiriéndose la presencia de 4 ocelotes en el área de muestreo, lo que sugiere una densidad de 0,43ind/km², registro que se ubica en los rangos de población similares a los reportados por Maffei et al. (2002) en el Gran Chaco boliviano en Chiquitanía (densidad 0,40ind/km²; +/- 39ind. en 96km²), pero superiores a los reportados por Trolle y Kéry en el 2005 (densidad 0,11ind/km²; +/- 12ind. en 107km²) en Brasil.

En general, considerando información de investigaciones similares en otros países, se considera baja la abundancia de mamíferos silvestres en esta región de Cinchona previo al terremoto de 2009, no obstante, son frecuentemente observadas especies de grandes felinos declaradas en peligro de extinción en Costa Rica, representados en esta región de Cinchona, Cariblanco, San Miguel de Alajuela. La inclusión de datos sobre densidad y abundancia relativa permite comparar esta investigación con otras realizadas sobre mamíferos silvestres en Latinoamérica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Costarricense de Electricidad por la oportunidad de realizar esta investigación durante la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco, al doctor Luis Hurtado de Mendoza, Michael Rodriguez y Alvin Sanchez por sus aportes, mejoras a la investigación y el trabajo de campo, a los arqueólogos Luz Marina, Carloscar y Abraham por su apoyo y amistad.

ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Declaro/declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, estoy/estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

La declaración de contribución de cada autor es la siguiente: J.C.V.A.: Diseño del estudio, recolección y análisis de datos.

REFERENCIAS

- Barquero, R. (2009). *El terremoto de Cinchona del 8 de enero de 2009*. Red Sismológica Nacional UCR-ICE.
- Caballero-Gini, A., Bueno-Villafañe, D., Laino, R., & Musálem, K. (2020). Diversity of mammals and birds recorded with camera-traps in the Paraguayan Humid Chaco. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.*, 24(1), 5-14.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D.W., Martyr, D., McDougal, D., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D. J. L., Sunquist, M., Tilson, R., & Wan Shahrudin, W. N. (2001). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic animals. *Anim. Conserv.*, 4 (1),75-79. <https://doi.org/10.1017/S1367943001001081>
- Carrillo, E., Wong, G., & Sáenz, J. (1999). *Mamíferos de Costa Rica*. Editorial INBio.
- Cortés-Marcial, M. y Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Rev. Biol. Trop.*, 62(4), 1433-1448.



- Cossios, E. D., & Zevallos, A. R. (2019). Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú. *Rev. Per. Biol.*, 26(3), 325–332. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16776>
- Cuellar, E., & Noss, A. (2003). *Mamíferos del Chaco y la Chiquitanía de Santa Cruz, Bolivia*. Editorial Fundacion Amigos de la Naturaleza.
- Emmons, L. H. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical. Una guía de campo*. Editorial Fundacion Amigos de la Naturaleza.
- González, A., Benitez, C., Ferreira, M., Canteno, N., Arias, A., Matosso, L., & Rojas, V. (2019). Mamíferos medianos y grandes de la Reserva Pantanal Paraguayo: Estación Los Tres Gigantes, Alto Paraguay, Paraguay. *Paraquaria Natural*, 7(1), 8–18.
- Holmes, B. R. (2000). *The mountain lion in southeastern Idaho: population characteristics and a test of optimal foraging theory*. [M.S. Thesis]. Idaho State University.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (2001). *Estudio del Impacto Ambiental del P.H. Cariblanco, Alajuela*. Expediente 416-2001-SETENA. Secretaria Técnica Nacional Ambiental, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (2005). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Toro3*. Expediente 725-2003-SETENA. Secretaria Técnica Nacional Ambiental, Costa Rica.
- Karanth, K. U. (1995). Estimating tigre *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71(3), 333-338. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00057-W](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00057-W)
- Karanth, K. U., & Nichols, J. D. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79(8), 2852-2862. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[2852:EOTDII\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[2852:EOTDII]2.0.CO;2)
- Karanth, K. U., & Nichols, J. D. (2000). *Camera trapping big cats: some questions that should be asked frequently*. Wildlife Conservation Society.
- Karanth, K. U., Nichols, J. D., Kumar, N. S., Link, W.A., & Hines, J. E. (2004). Tigers and their prey: Predicting carnivore densities from prey abundance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA.*, 101(14), 4854-4858.
- Lira-Torres, I. y Naranjo, E. J. (2005). *Abundancia, preferencia de hábitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México*. 1er. Congreso sobre conservación y manejo de vida silvestre. PRMVS-UNA. Heredia, Costa Rica.
- Lira-Torres, I., & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los chimalapas, Oaxaca, México. *Acta. Zool. Mex.*, 28(3), 566-585.
- Maffei, L., Cuellar, E., & Noss, A. J. (2002). Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Rev. Bol. Ecol.*, 11, 55-65.
- Maffei, L., Cuellar, E., & Noss, A. J. (2004). One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *J. Zool. Lond.*, 262(3), 295-304.
- Novack, A. J. (2003). *Impacts of subsistence hunting on the forging ecology of jaguar and puma in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Florida.
- Sáenz, J., Carvajal, J. P., & Carrillo, E. (2005). *Uso de cámara trampa para determinar riqueza y abundancia de vertebrados terrestres en un bosque tropical lluvioso*. 1er. Congreso sobre conservación y manejo de vida silvestre. PRMVS-UNA. Heredia, Costa Rica.
- Sanderson, J. G. (2004). *Tropical ecology assessment and monitoring initiative. Camera phototrapping monitoring protocol*. Center for applied biodiversity science. Conservation International. <https://bit.ly/3Pau7ml>



- Sarmiento, R., Carrillo, E., & Sáenz, J. (2005). *Evaluación de dos métodos de estimación de abundancia de jaguares (Panthera onca) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica*. 1er. Congreso sobre conservación y manejo de vida silvestre. PRMVS-UNA. Heredia, Costa Rica.
- Silver, S. (2004). *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampa-cámaras*. Wildlife Conservation Society.
- Silver, S. C., Ostro, L. E., Marsh, L. K., Maffei, L., Noss, A. J., Nelly, M. J., Wallace, R. B., Gómez, H., & Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38(2), 148-154. <https://doi.org/10.1017/S0030605304000286>
- Soisalo, M. K., & Cavalcanti, S. M. (2006). Estimating the density of a jaguar populating in the brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biol. Cons.*, 129(4), 487-496. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.11.023>
- Sowls, L. K. (1991). *Tayassu tajacu* (Saino, Collared Peccary) En: D. Janzen (Ed.). *Historia natural de Costa Rica* (pp. 510-511). Editorial de la Universidad de Costa Rica
- Trolle, M., & Kéry, M. (2005). Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia*, 69(3-4), 405-412.
- Villalobos, J. (2001). *Dinámica del tamaño y composición de las manadas de chancho de monte (Tayassu pecari) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/21500>
- Wallace, R. B., Gómez, H., Ayala, G., & Espinoza, F. (2003). Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *J. Neotrop. Mammal*, 10(1), 133-139.

