

Riqueza de mamíferos medianos y grandes del refugio de vida silvestre marina y costera Pacoche, Ecuador

Medium and large mammal richness from the marine and coastal wildlife refuge of Pacoche, Ecuador

Diego J. Lizcano^{1*}, Laura Cervera¹, Sueanny Espinoza-Moreira¹, Diana Poaquiza-Alva¹, Violeta Parés-Jiménez¹ y Pablo J. Ramírez-Barajas^{1, 2}

¹ Departamento Central de Investigación (DCI). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Correspondencia: Av. Circunvalación. Manta, Ecuador. Email: dj.lizcano@gmail.com (DJL), lauracervera24@gmail.com (LC), sueannyespinoza1@gmail.com (SEM), dcpoaquiza@gmail.com (DPA), violetaparesjimenez@gmail.com (VPJ), pjrbarajas@gmail.com (PJR).
² Departamento Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal, Apartado Postal 424, CP 77014 Chetumal, Quintana Roo, Mexico.

* Corresponding author

Ecuador is a megadiverse country with high endemism rates. However, very few studies describe the diversity and abundance of medium and large mammals in protected areas of the coast. In this work we carried out the first inventory of medium size and large mammals for the marine and coastal wildlife refuge of Pacoche (RVSMCP) in Ecuador. 60 camera traps were located with one kilometer separation, the cameras were active between 30 and 45 days to carry out an inventory of medium and large sized mammals in the RVSMCP. We found 16 wild mammal species and seven domestic animals in the RVSMCP. The most abundant species were *Cuniculus paca*, *Dasyurus novemcinctus* and *Eira barbara*. *Odocoileus virginianus* was the largest mammal. In addition, we report some notable records of *Cebus aequatorialis* and *Alouatta palliata* feeding on fruits on the ground. The RVSMCP is a young protected area in the coastal region of Ecuador with a unique mammal diversity, protecting species such as the endangered monkeys *Cebus aequatorialis* and *Alouatta palliata* in addition to the Guayaquil's squirrel, *Simosciurus stramineus*, almost endemic and poorly studied. The RVSMCP represents an opportunity to develop mammal conservation projects in a region poorly studied.

Ecuador cuenta con una alta diversidad y endemismo de especies. A pesar de ello, se cuenta con muy pocos estudios que describan la riqueza de mamíferos dentro y fuera de las áreas protegidas. En este trabajo presentamos el primer inventario de mamíferos medianos y grandes del Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche (RVSMCP) de Ecuador. Se ubicaron 60 trampas cámara en puntos separados por un kilómetro de distancia, que estuvieron activas de 30 a 45 días para hacer un inventario de los mamíferos de la zona. Se encontraron un total de 16 especies de mamíferos silvestres y 7 especies de mamíferos domésticos en el RVSMCP. Las especies más abundantes fueron *Cuniculus paca*, *Dasyurus novemcinctus* y *Eira barbara*. *Odocoileus virginianus* fue la especie de mayor tamaño. Adicionalmente, se encontraron algunos registros notables como *Cebus aequatorialis* y *Alouatta palliata* alimentándose en el suelo. El RVSMCP es un área protegida joven con una diversidad de mamíferos única, y que protege a especies amenazadas como los monos *Cebus aequatorialis* y *Alouatta palliata* y a la ardilla de Guayaquil, *Simosciurus stramineus*, una especie casi endémica, de distribución restringida y poco estudiada. El RVSMCP representa una oportunidad para la realización de proyectos de conservación de mamíferos.

Keywords: Abundance; camera trap; detectability; dry forest; inventory; Manabí.

© 2016 Asociación Mexicana de Mastozoología, www.mastozoologiamexicana.org

Introducción

Ecuador es uno de los países megadiversos de Sur América, y a la vez uno de los más afectados por actividades humanas como la tala selectiva, la caza y la expansión de la frontera agrícola y ganadera (Dodson y Gentry 1991; Myers et al. 2000). En Ecuador, los ecosistemas al oeste de los Andes forman parte del hotspot Tumbes-Chocó-Magdalena (Myers et al. 2000), una zona geográfica que ha sido altamente alterada debido al aumento de la población humana y la deforestación (Southgate et al. 1991; Jha y Bawa 2006), alcanzando el 89% en algunas localidades como Flavio Alfaro (Sierra 1999;

[Mosandl et al. 2008](#)). Esta situación ha proporcionado el escenario perfecto para el desarrollo de estudios científicos enfocados en la caracterización de la flora y fauna en zonas protegidas del Ecuador ([Suarez 2014](#); [Ortega-Andrade et al. 2015](#); [Pesquera et al. 2015](#)). No obstante, la mayoría de estos estudios se han realizado en la zona andina o amazónica del país, por lo que existe un vacío de información referente a la biodiversidad presente en los bosques al oeste de los Andes ([Joppa et al. 2011](#); [De la Torre 2012](#)).

El conocimiento sobre la diversidad de mamíferos en Ecuador ha crecido en la última década, especialmente luego de la publicación del libro de las listas rojas ([Tirira 2001, 2011](#)) y de la guía de campo de mamíferos del Ecuador ([Tirira 2007](#)). En la actualidad Ecuador tiene 424 especies de mamíferos, distribuidas en 201 géneros y 51 familias ([Tirira 2015](#)). Incluso para algunos grupos como los murciélagos, se cuenta con análisis bien detallados de distribución y vacíos de conservación ([Burneo y Tirira 2014](#)). Sin embargo, otros grupos y otras regiones han sido menos estudiadas, como por ejemplo la costa central y sur del Ecuador, la cual cuenta con una alta diversidad y endemismo de especies vegetales ([Linares-Palomino et al. 2009](#)). A pesar de esta alta diversidad vegetal, no se cuenta con estudios que describan la riqueza de mamíferos y menos aún están documentadas las especies dentro y fuera de las áreas protegidas.

Adicionalmente al estudio de la biodiversidad en las áreas prístinas y los bosques primarios, también es importante estudiar cómo las especies de mamíferos grandes y medianos sobreviven en paisajes modificados por los humanos, para entender las adaptaciones que les permite tener esta tolerancia e identificar especies que ameritan acciones especiales de conservación ([Cardillo et al. 2006](#); [Dirzo et al. 2014](#)). El Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche (RVSMCP) presenta las características idóneas para estudiar cómo los mamíferos se han adaptado al mosaico de hábitats presentes en la reserva. Aunque se trata de una zona protegida, diferentes actividades humanas se desarrollan dentro y alrededor de la reserva, las cuales incluyen la extracción de recursos (maderables y no maderables), caza de mamíferos pequeños y medianos, cultivos y ganadería.

Algunos de los métodos más comunes para estudiar la abundancia de mamíferos son conteos de observaciones directas ([Buckland et al. 2004](#)) o indirectas (huellas, heces, madrigueras, etc.) en transectos ([Marques et al. 2001](#); [Silveira et al. 2003](#)). Sin embargo, estos métodos exigen un alto esfuerzo logístico y son difíciles de estandarizar y replicar, ya que dependen de la habilidad del observador ([Iknayan et al. 2014](#)). Las trampas cámara proveen una forma alternativa y fácil de estandarizar y de replicar para estudiar mamíferos medianos y grandes ([Tobler et al. 2008](#)). Varios factores han llevado al incremento de estudios con trampas cámara en la última década, entre los cuales se incluye la posibilidad de minimizar el error de detección, en especial para algunas especies crípticas y difíciles de observar, la disminución en su costo y la posibilidad de estandarizar y replicar el mismo muestreo a diferentes lugares ([Tobler et al. 2008](#); [Ahumada et al. 2011](#); [Ahumada et al. 2013](#); [Rovero et al. 2014](#)). En Ecuador se han realizado algunos estudios usando esta metodología pero han estado enfocados en la diversidad de grupos específicos como los carnívoros ([Hodge y Arbogast 2015](#)) o algunos aspectos de la biología de una especie en particular ([Blake et al. 2010](#)).

El objetivo de este estudio fue realizar la primera caracterización, con el uso de trampas cámara, de la riqueza y abundancia de mamíferos medianos y grandes dentro y fuera del RVSMCP, con el fin de identificar las especies presentes en esta área protegida y poder establecer una línea base sobre su riqueza faunística.

Material y Métodos

Área de estudio. El RVSMCP forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador

(SNAP) y está ubicado en la costa central de Ecuador, en la provincia de Manabí, en los cantones de Manta y Montecristi (Figura 1). El RVSMCP fue creado en el 2008 por el Acuerdo Ministerial N° 131 del 02 de Septiembre del 2008 y cubre un área de 13.545 ha, de las cuales 5.045 ha son de ecosistemas terrestres y 8.500 ha de área marina, la cual se ubica a partir de las 4 millas marinas desde el perfil de la costa. El clima está definido por la presencia de dos corrientes marinas (Humboldt y de Panamá), y es de tipo tropical megatérmico árido a semiárido, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 24 °C (16 – 32 °C) y una precipitación anual inferior a los 500 mm concentrada en la época lluviosa, de enero a abril. La vegetación se caracteriza por presentar un gradiente determinado por el incremento de la humedad a medida que incrementa la altitud, que va desde los 0 hasta los 363 m ([Ministerio del Ambiente 2009](#)).

Las formaciones vegetales presentes en el RVSMCP, de menor a mayor altitud son: matorral seco de tierras bajas, con predominancia de las familias Euphorbiaceae, Cordiaceae, Capparaceae y Fabaceae; bosque deciduo de tierras bajas, con predominancia de las familias Bombacaceae, Bignoniaceae y Fabaceae; bosque semideciduo de tierras bajas, con predominancia de las familias Fabaceae, Polygonaceae y Myrtaceae; y bosque siempreverde de tierras bajas, con predominancia de las familias Arecaceae, Moraceae, Meliaceae, Lauraceae y Fabaceae ([Sierra y López 1999](#)). Este último también es conocido como bosque nublado o de garúa. Tanto los bosques tropicales estacionalmente secos como los bosques nublados han sido identificados como ecosistemas con un especial interés de conservación ([Aldrich et al. 1997](#); [Wright et al. 2007](#); [Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010](#)), en especial el bosque tropical estacionalmente seco, pues conforma, junto con los bosques tropicales estacionalmente secos del noroeste del Perú, la región Tumbesina de endemismos, una de las más importantes a nivel mundial, menos estudiada y altamente amenazada y degradada por actividades antropogénicas como la expansión urbana, la agricultura y la explotación maderera ([Aguirre-Mendoza et al. 2006](#); [Linares-Palomino et al. 2009](#); [Espinosa et al. 2012](#)).

Los bosques naturales en el RVSMCP se encuentran fragmentados e inmersos en una matriz agroecológica, en la cual se pueden encontrar ganadería y cultivos de cítricos, café, cacao, caña de azúcar, paja toquilla y plátano. Adicionalmente, se realizan actividades de extracción de guadua y productos no maderables como la tagua y el barbasco.

Colección de datos. El trabajo de campo se realizó desde septiembre 2014 hasta enero 2015, siguiendo la metodología de la red de monitoreo TEAM ([Ahumada et al. 2011](#)). Durante este periodo se instalaron 60 trampas cámara separadas por 1 kilómetro y divididas en 3 grupos de 20 cámaras (Figura 1). Las cámaras trampa (Moultrie M990i) cuentan con un sensor de calor y movimiento, por lo que se activan cuando un animal cruza por delante de la cámara ([Jackson et al. 2005](#)). Las trampas fueron programadas para tomar fotos de manera continua (24h al día) activadas por la presencia de animales, con un intervalo de 5 segundos entre cada fotografía para de esta manera maximizar el número de fotografías por detección. Las trampas fueron colocadas a una altura de 30-50 cm sobre el nivel del suelo, y permanecieron en campo durante 30-45 días sin ser revisadas, con el fin de minimizar el impacto de nuestra presencia en la detección de la fauna en la zona ([Rovero et al. 2014](#)). Aquellos puntos de muestreo localizados en áreas de difícil acceso, las trampas no se colocaron a más de 100 metros del punto original.

Las fotografías se organizaron en el software (OpenDeskTEAM, versión 0.6.0) y se identificaron con la ayuda de guías de mamíferos ([Emmons y Feer 1997](#); [Eisenberg y Redford 2000](#); [Tirira 2007](#)) y opinión de expertos. Se consideraron como eventos independientes las fotos del mismo animal que se encontraban separadas por más de una hora de diferencia, estos eventos se agruparon por día para cada especie ([Rovero et al. 2014](#); [Burton et al. 2015](#)). Adicionalmente, para evaluar el esfuerzo de muestreo, se calculó una curva de acumulación de especies teniendo en cuenta la detectabilidad, siguiendo el método de [Dorazio et al. \(2006\)](#) implementado en el lenguaje

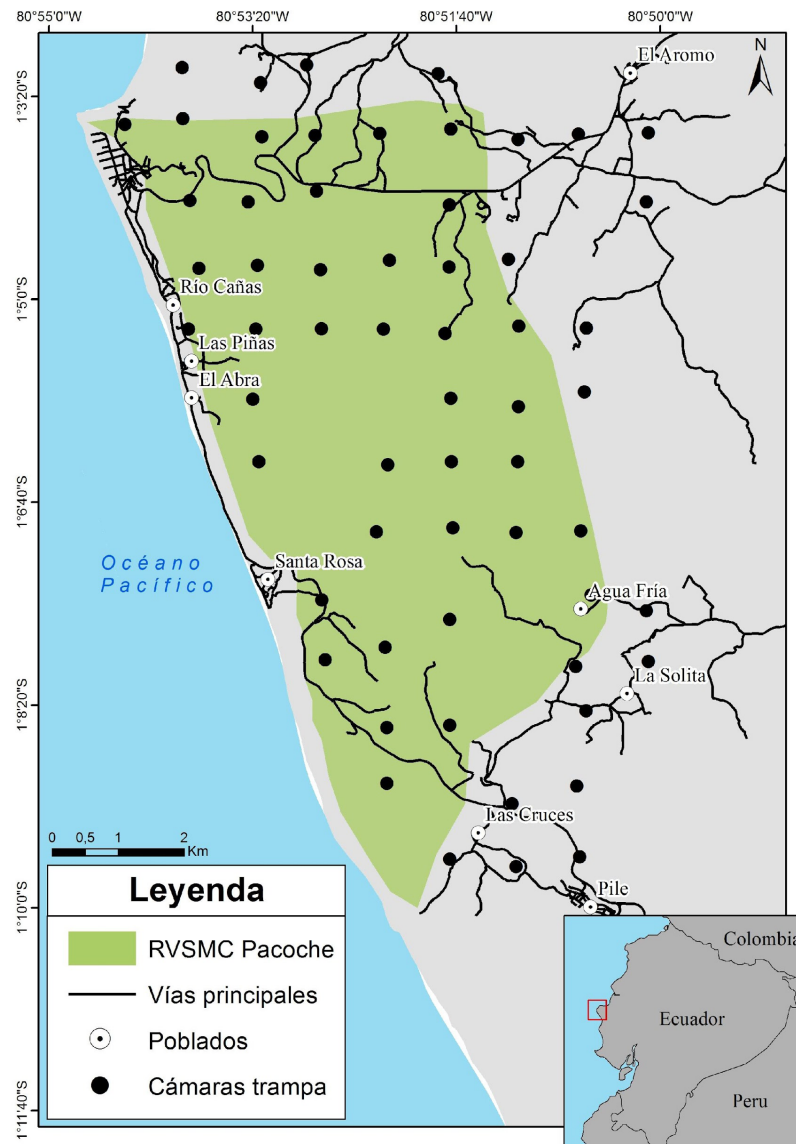


Figura 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Marina y Costera Pacoche, localización de las cámaras trampa y las comunidades situadas en la zona de influencia del refugio.

estadístico R ([R Core Team 2014](#)). Este método tiene la capacidad de incorporar explícitamente el error del proceso de detección de cada una de las especies ([Iknayan et al. 2014](#)). Finalmente se calculó la riqueza de mamíferos medianos y grandes, dentro y fuera de la reserva, teniendo en cuenta el número de especies observadas y el valor de la mediana de la distribución de posteriores, siguiendo el método de [Dorazio et al. \(2006\)](#).

Resultados

Las 60 cámaras instaladas permanecieron en campo un total de 3735 días/cámara, durante los cuales se obtuvieron 10.210 fotos de animales y 7.195 fotografías de mamíferos medianos y grandes. En total, durante los 5 meses y en los 60 puntos de muestreo, se registraron 23 especies de mamíferos (Figura 2), distribuidas en 20 géneros y 17 familias; 16 son especies silvestres y siete son introducidas (Tabla 1). El rango de especies de mamíferos muestreados por cada cámara varió de cuatro a 11 con una mediana de seis. La especie con el mayor número de registros fue la vaca doméstica (*Bos taurus*), la cual se registró en 100 ocasiones, en todas las cámaras (Tabla 1). Las especies silvestres con mayor número de registros fueron la paca, *Cuniculus paca*, con 93 registros

en 23 cámaras, el armadillo de nueve bandas, *Dasypus novemcinctus*, con 41 registros en 12 cámaras y la tayra, *Eira barbara*, con 39 registros en 10 cámaras. Especies como el venado de cola blanca, *Odocoileus virginianus*, el mapache, *Procyon cancrivorus*, y el oso hormiguero, *Tamandua mexicana*, presentaron un número intermedio de registros con 24, 18 y 17 registros respectivamente. Aparte, algunas especies como el hurón, *Galictis vittata*, y la zarigüeya, *Didelphis marsupialis*, tuvieron tan solo dos y tres registros respectivamente (Tabla 1).

La curva de acumulación de especies para los 60 puntos de muestreo muestra que con 50 puntos se alcanza la mayoría de las especies muestreadas, 23 especies. El tamaño estimado de la comunidad de mamíferos (con una mediana de 26 especies y media de 27.65 especies), teniendo en cuenta que la detectabilidad de las especies de mamíferos con trampas cámara es imperfecta ([Dorazio et al. 2006](#)), resultó mayor que el número de especies observado. Al analizar los datos agrupándolos como dentro y fuera del RVSMCP, el tamaño esperado de la comunidad de mamíferos difiere significativamente (Figura 3).

Las trampas cámara revelaron algunos registros interesantes como los monos *Alouatta palliata* y *Cebus aequatorialis* comiendo frutas en el suelo y el hurón *Galictis vittata* registrado en una cámara cercana a una quebrada. Para algunas especies como *Eira barbara*, *Cuniculus paca* y *Dasypus novemcinctus* se registraron más de 30 eventos y en más de cinco cámaras, mostrando ser abundantes. Mientras que para otras especies como *Alouatta palliata*, *Cebus aequatorialis*, *Galictis vittata* y *Didelphis marsupialis* se obtuvieron menos de tres registros (Tabla 1).

Discusión

En este estudio reportamos 16 especies de mamíferos silvestres detectados con trampas cámara dentro y fuera del RVSMCP. Las trampas cámara han mostrado ser uno de los métodos más efectivos y menos invasivos para estudiar los mamíferos terrestres, principalmente los mamíferos medianos y grandes más crípticos como por ejemplo los carnívoros ([Tobler et al. 2008](#); [Noss et al. 2012](#)). Entre los carnívoros registrados en este estudio están el margay (*Leopardus wiedii*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el yaguarundi (*Puma yaguarundi*). Sin embargo, no se registraron otras especies de felinos como el puma (*Puma concolor*) ni el gato montés (*Leopardus colocolo*), los cuales, de acuerdo a sus mapas de distribución ([IUCN 2015](#)), podrían estar presentes en el RVSMCP. El mamífero silvestre más grande registrado en el RVSMCP fue el venado de cola blanca *Odocoileus virginianus* el cual presentó una abundancia media con 24 registros. Esta especie es tratada en Ecuador como *Odocoileus peruvianus* por [Tirira \(2007\)](#), soportado en estudios morfológicos de [Molina y Molinari \(1999\)](#). Sin embargo, *O. peruvianus* no es reconocida como especie por [Groves y Grubb \(2011\)](#) ni por [Wilson y Reeder \(2005\)](#).

Entre los mamíferos medianos silvestres, el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y la paca (*Cuniculus paca*) fueron los más abundantes en el RVSMCP. Además de la paca, se registraron otros roedores como *Dasyprocta punctata* y *Simosciurus stramineus*. Aparte de estas tres especies, no se registraron otras especies de mamíferos más pequeños, resaltando la importancia de complementar el muestreo de trampas cámara con otros tipos de muestreo como colección de ejemplares, para poder tener un listado completo de los mamíferos terrestres del RVSMCP. Si bien nuestro estudio registra dos especies de primates, es probable que nuestro método de muestreo esté subestimando su abundancia, así como la presencia de otros mamíferos arborícolas como *Potos flavus*, *Coendou bicolor*, *Bradypus variegatus*, *Choloepus hoffmanni* y *Cyclopes didactylus* los cuales según [IUCN](#), también deberían estar presentes en el RVSMCP. Nuestro estudio se realizó con cámaras instaladas a menos de un metro de altura y dirigido principalmente para registrar vertebrados terrestres, por eso es importante complementar este tipo de inventarios con registros visuales, que permitan incluir a los primates y demás mamíferos arborícolas que no bajan con frecuencia al suelo. Es importante

Tabla 1. Lista de especies del RVSMCP, ordenadas por número de registros. IUCN = estado de conservación según IUCN 2015; ECU = estado de conservación de acuerdo a Tirira (2011) para el Ecuador. CR = crítico, EN= en peligro, VU = vulnerable, NT = casi amenazado, LC= preocupación menor, DD = datos deficientes.

Familia	Especie	No. registros	IUCN	ECU
Silvestres				
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	93	LC	NT
Dasypodidae	<i>Dasytus novemcinctus</i>	41	LC	LC
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	39	LC	LC
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	24	LC	EN
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	18	LC	DD
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	17	LC	VU
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	16	LC	LC
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	11	LC	LC
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	10	LC	NT
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	10	NT	VU
Sciuridae	<i>Simosciurus stramineus</i>	9	LC	LC
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	7	LC	NT
Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	3	LC	EN
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	3	LC	LC
Cebidae	<i>Cebus aequatorialis</i>	3	CR	CR
Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	2	LC	DD
Introducidas				
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	100		
Bovidae	<i>Capra hircus</i>	52		
Equidae	<i>Equus asinus</i>	38		
Equidae	<i>Equus caballus</i>	10		
Canidae	<i>Canis familiaris</i>	11		
Felidae	<i>Felis silvestris</i>	3		
Suidae	<i>Sus scrofa</i>	1		

resaltar los registros de *Alouatta palliata* y *Cebus aequatorialis* son alimentándose de frutos en el suelo, pues es común encontrar en la literatura registros del género *Cebus* alimentándose en el suelo (Galetti y Pedroni 1994), pero no lo es tanto para *Alouatta palliata*. Este comportamiento podría estar causado por la falta de recursos alimenticios en los estratos más altos del bosque o por la gran alteración y fragmentación del RVSMCP, tal como lo sugiere el alto número de registros de especies domésticas.

En un estudio similar, en el Parque Nacional Cerros de Amotape, al noroeste de Perú, el cual es un ecosistema muy similar y relativamente cercano al del presente estudio, se usaron trampas cámara en conjunto con transectos visuales y capturas para colecciones. Se encontraron 22 especies de mamíferos medianos y grandes en tres tipos de bosque; seco, húmedo y transición (Hurtado y Pacheco 2015). Ese mismo estudio registra al puma (*Puma concolor*), sugiriendo, por la cercanía y similitud biogeográfica, que esta especie pudo haber estado también presente en el RVSMCP. Un mayor esfuerzo de muestreo con un mayor número de días y con más cámaras se requiere para poder descartar de forma definitiva su presencia en el RVSMCP. Adicionalmente otras técnicas

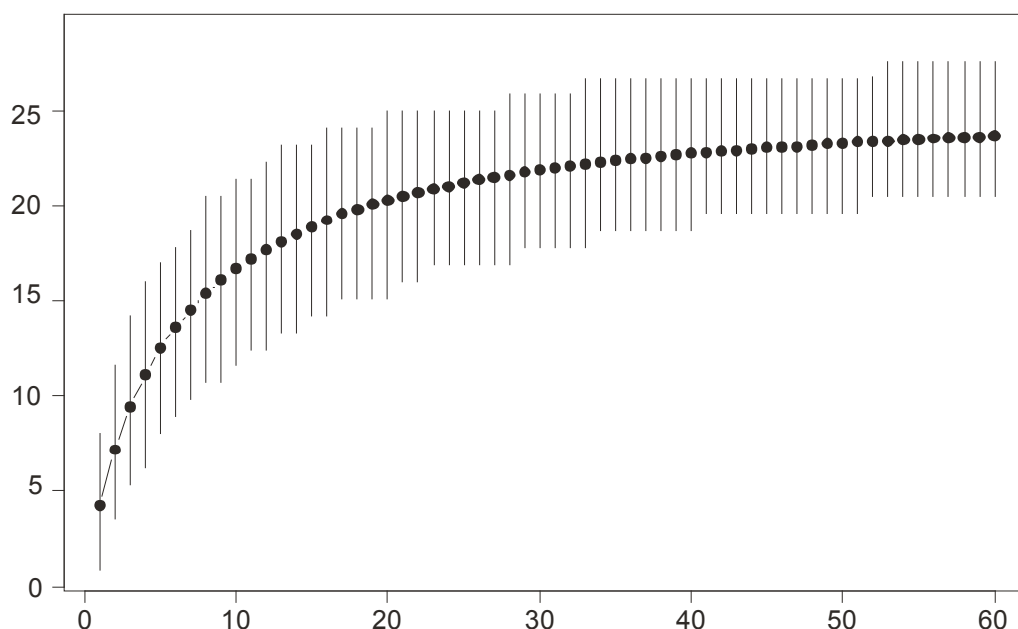


Figura 2. Curva de acumulación de especies para la comunidad de mamíferos medianos y grandes del RVSMCP.

como búsqueda de huellas y excrementos en combinación con entrevistas a los habitantes de las comunidades locales, podrían ayudar a determinar de forma definitiva la presencia de estas especies, minimizando el error de falsos negativos (Fielding y Bell 1997; Guillera-Arroita et al. 2014; Iknayan et al. 2014). Hurtado y Pacheco (2015) también discuten como en algún momento el jaguar (*Panthera onca*) y el oso (*Tremarctos ornatus*) pudieron haber estado presentes en la región de Tumbes, sin embargo hoy en día están localmente extintas en la región tumbesina de Perú.

El RVSMCP es un área protegida con una diversidad única, la cual protege a especies como los monos *Cebus aequatorialis* y *Alouatta palliata*, consideradas en peligro crítico y en peligro por IUCN y Tirira (2011). Adicionalmente, el RVSMCP protege a la ardilla de Guayaquil (*Simosciurus stramineus*), una especie casi endémica, de distribución restringida y poco estudiada. La región donde se encuentra el RVSMCP ha estado sometida a una larga historia de ocupación y asentamientos humanos, que han existido lo largo de la costa sur de Ecuador y la costa norte de Perú (Stahl y Paulsen 1984; Stothert 2001, 2013). En la actualidad, el RVSMCP protege uno de los últimos fragmentos de bosque seco de la costa de Ecuador, que, sin embargo, está en riesgo de experimentar una alta presión por el desarrollo de un megaproyecto de infraestructura (la Refinería del Pacífico) al sur del poblado El Aromo. Adicionalmente, el RVSMCP evidencia una fuerte intervención humana que hace uso del bosque y que trae consigo animales domésticos que no son manejados adecuadamente, tal como se evidencia en las trampas cámara que registraron vacas, caballos, burros, cabras, perros, gatos y cerdos. El libre movimiento de los animales domésticos por el interior del RVSMCP modifica el hábitat natural de las especies e incrementa la probabilidad de transmisión de enfermedades zoonóticas, lo cual pone en riesgo a la fauna silvestre y los asentamientos humanos de la zona (Daszak et al. 2000).

En conclusión, el presente estudio representa una línea base de monitoreo de mamíferos medianos y grandes en el RVSMCP, y pretende impulsar futuros estudios en el área. Dada la importancia ecológica y el elevado grado de amenaza que soporta la región de la costa central ecuatoriana, es necesaria una continuidad en el monitoreo para poder elaborar estrategias de

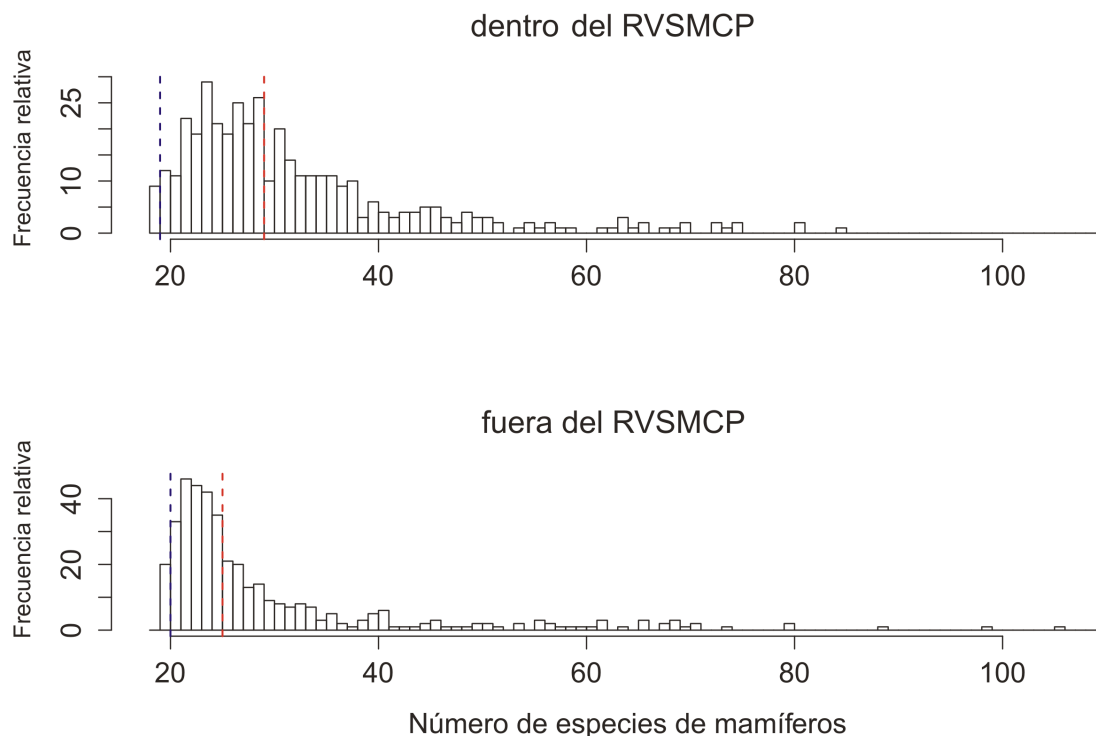


Figura 3. Distribución posterior de la riqueza de especies dentro y fuera del RVSMCP, siguiendo el método de Dorazio *et al.* (2006). La línea vertical azul representa el número observado de especies (19 dentro y 20 fuera), mientras que la línea roja representa el tamaño esperado de la comunidad (25 dentro y 22 fuera). De acuerdo a la distribución de posteriores, los números de especies dentro y fuera del refugio difieren significativamente.

manejo y conservación adecuadas.

Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES), por financiar este proyecto. A I. Solórzano y los funcionarios del RVSMCP por la ayuda logística brindada en la fase de campo; al Ministerio del Medio Ambiente por proporcionar el permiso de investigación No. 013-2014-AT-DPAM-MAE para realizar este estudio; y a Enrique de la Montaña, J. F. González-Maya y D. Tirira por su ayuda en la identificación de especies. PJRB agradece al proyecto PROMETEO de la SENESCYT.

Literatura citada

- AGUIRRE-MENDOZA, Z. A., R. LINARES-PALOMINO, Y L. P. KVIST. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*. 13:324-346. ISSN 1815-8242.
- AHUMADA, J. A., C. E. F. SILVA, K. GAJAPERSAD, C. HALLAM, J. HURTADO, E. MARTIN, A. MCWILLIAM, B. MUGERWA, T. OBRIEN, F. ROVERO, ET AL. 2011. Community structure and diversity of tropical forest mammals: data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences* 366:2703–2711.
- AHUMADA, J. A., J. HURTADO, Y D. LIZCANO. 2013. Monitoring the status and trends of tropical forest terrestrial vertebrate communities from camera trap data: a tool for conservation. *PloS one* 8:e73707.
- ALDRICH, M., C. BILLINGTON, M. EDWARDS, Y R. LAIDLAW. 1997. Tropical montane cloud forests: an urgent priority for conservation. No. 2. World Conservation Monitoring Centre. Cambridge, Reino Unido.
- BLAKE, J. G., J. GUERRA, D. MOSQUERA, R. TORRES, B. A. LOISELLE, Y D. ROMO. 2010. Use of mineral licks by white-

- bellied Spider Monkeys (*Ateles belzebuth*) and red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in eastern Ecuador. *International Journal of Primatology* 31:471–483.
- BUCKLAND, S. T., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM, J. L. LAKE, D. L. BORCHERS, Y T. L. 2004. Advanced distance sampling. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- BURNEO, S. F. Y D. G. TIRIRA. 2014. Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza distribución y aspectos de conservación. *Therya* 5:197–228.
- BURTON, A. C., E. NEILSON, D. MOREIRA, A. LADLE, R. STEENWEG, J. T. FISHER, E. BAYNE, Y S. BOUTIN. 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52:675–685.
- CARDILLO, M., G. M. MACE, J. L. GITTLEMAN, Y A. PURVIS. 2006. Latent extinction risk and the future battlegrounds of mammal conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:4157–4161.
- DASZAK, P., A. A. CUNNINGHAM, Y A. D. HYATT. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife—threats to biodiversity and human health. *Science* 287:443–449.
- DE LA TORRE, S. 2012. Conservation of Neotropical primates: Ecuador – a case study. *International Zoo Yearbook*. 46:25–35.
- DIRZO, R., H. S. YOUNG, M. GALETTI, G. CEBALLOS, N. J. B. ISAAC, Y B. COLLEN. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345:401–406.
- DODSON, C. H. Y A. H. GENTRY. 1991. Biological Extinction in Western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78:273–295.
- DORAZIO, R. M., J. A. ROYLE, B. SÖDERSTRÖM, Y A. GLIMSKÄR. 2006. Estimating species richness and accumulation by modeling species occurrence and detectability. *Ecology* 87:842–854.
- EISENBERG, J. F. Y K. H. REDFORD. 2000. Mammals of the Neotropics, Volume 3: Ecuador, Bolivia, Brazil. University of Chicago Press. Chicago, EE. UU.
- EMMONS, L. H. Y F. FEER. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. University of Chicago Press. Chicago, EE. UU.
- ESPINOSA, C. I., M. DE LA CRUZ, A. LUZURIAGA, Y A. ESCUDERO. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas* 21:167–179.
- FIELDING, A. H., Y J. F. BELL. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24:38–49.
- GALETTI, M. Y F. PEDRONI. 1994. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10:27–39.
- GROVES, C. Y P. GRUBB. 2011. Ungulate taxonomy. The Jhon Hopkins University Press. Baltimore, EE. UU.
- GUILLERA-ARROITA, G., J. J. LAHOZ-MONFORT, D. I. MACKENZIE, B. A. WINTLE, Y M. A. MCCARTHY. 2014. Ignoring imperfect detection in biological surveys is dangerous: a response to “fitting and interpreting occupancy models”. *PloS one* 9:e99571
- HODGE, A. M. C., Y B. S. ARBOGAST. 2015. Carnivore diversity at a montane rainforest site in Ecuador’s Gran Sumaco Biosphere Reserve. *Oryx* 1–6.
- HURTADO, C. M., Y V. PACHECO. 2015. Nuevos registros de mamíferos en el Parque Nacional Cerros de Amotape, noroeste de Perú. *Revista Peruana de Biología* 22:077–086.
- IKNAYAN K.J., M. W. TINGLEY, B. J. FURNAS, Y S. R. BEISSINGER. 2014. Detecting diversity: emerging methods to estimate species diversity. *Trends in ecology and evolution* 29:97–106.
- IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. www.iucnredlist.org. Accessed on 01 June 2015.
- JACKSON, R. M., J. D. ROE, Y R. WANGCHUK. 2005. Hunter, surveying Snow Leopard populations with emphasis on camera trapping: A handbook. The Snow Leopard Conservancy. Sonoma, EE.UU.
- JHA, S., Y K. S. BAWA. 2006. Population growth, human development, and deforestation in biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 20:906–912.

- JOPPA, L. N., D. L. ROBERTS, N. Y. MYERS, Y S. L. PIMM. 2011. Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:13171–13176.
- LINARES-PALOMINO, R., L. P. KVIST, Z. AGUIRRE-MENDOZA, Y C. GONZALES-INCA. 2009. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19:169–185.
- MARQUES, F. F. C., S. T. BUCKLAND, D. GOFFIN, C. E. DIXON, D. L. BORCHERS, B. A. MAYLE, Y A. J. PEACE. 2001. Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: Sika deer in southern Scotland. *Journal of Applied Ecology* 38:349–363.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2009. Plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costero Pacoche pp. 1–195. Quito, Ecuador.
- MOLINA, M., Y J. MOLINARI. 1999. Taxonomy of Venezuelan white-tailed deer (*Odocoileus*, Cervidae, Mammalia), based on cranial and mandibular traits. *Canadian Journal of Zoology* 77:632–645.
- MOSANDL, R., S. GÜNTHER, B. STIMM, Y M. WEBER. 2008. Ecuador suffers the highest deforestation rate in South America. Pp. 37-40 in *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador* (Beck, E., J. Bendix, I. Kottke, F. Makeschin, y R. Mosandl, eds.). Springer Science. New York, EE.UU.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. DA FONSECA, Y J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–8.
- NOSS A. J., B. GARDNER, L. MAFFEI, E. CUÉLLAR, R. MONTAÑO, A. ROMERO-MUÑOZ, R. SOLLMAN, Y A. F. O’CONNELL. 2012. Comparison of density estimation methods for mammal populations with camera traps in the Kaa-lyá del Gran Chaco landscape. *Animal Conservation* 15:527–535.
- ORTEGA-ANDRADE, H. M., D. A. PRIETO-TORRES, I. GÓMEZ-LORA, Y D. J. LIZCANO. 2015. Ecological and Geographical Analysis of the Distribution of the Mountain Tapir (*Tapirus pinchaque*) in Ecuador: Importance of Protected Areas in Future Scenarios of Global Warming. *PLoS ONE* 10, e0121137.
- PESQUERA, C., A. PORTILLO, A. M. PALOMAR, Y J. A. OTEO. 2015. Investigation of tick-borne bacteria (*Rickettsia* spp., *Anaplasma* spp., *Ehrlichia* spp. and *Borrelia* spp.) in ticks collected from Andean tapirs, cattle and vegetation from a protected area in Ecuador. *Parasites and Vectors* 8:1–10.
- PORTILLO-QUINTERO, C., Y G. SÁNCHEZ-AZOFEIFA. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143:144–155.
- R CORETEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- ROVERO, F., E. MARTIN, M. ROSA, J. A. AHUMADA, Y D. SPITALE. 2014. Estimating species richness and modelling habitat preferences of Tropical forest mammals from camera trap data. *PLoS ONE* 9:e103300.
- SIERRA, R. 1999. Traditional resource-use systems and tropical deforestation in a multi-ethnic region in North-West Ecuador. *Environmental Conservation* 26:136–145.
- SIERRA, R., Y S. LÓPEZ. 1999. Mapa de vegetación del Ecuador continental. Proyecto INEFAN/FAN-BIRF. Quito, Ecuador.
- SILVEIRA, L., A. T. A. JÁCOMO, Y J. A. F. DINIZ-FILHO. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114:351–355.
- SOUTHGATE, D., R. SIERRA, Y L. BROWN. 1991. The causes of tropical deforestation in Ecuador: A statistical analysis. *World Development* 19:1145–1151.
- STAHL, P., Y A. C. PAULSEN. 1984. On climate and occupation of the Santa Elena peninsula: implications of documents for Andean prehistory. *Current Anthropology* 25:351–355.
- STOTHERT, K. E. 2001. Manteño. Pp. 303-327 in *Encyclopedia of Prehistory* (Peregrine, P. N., and M. Ember, eds.). Springer US. New York, EE. UU.
- STOTHERT, K. E. 2013. The peoples of the coast of Ecuador accommodate the Inca state. *Ñawpa Pacha* 33:102–71.
- SUAREZ, S. A. 2014. Ecological factors predictive of wild spider monkey (*Ateles belzebuth*) foraging decisions in Yasuní, Ecuador. *American Journal of Primatology* 76:1185–1195.

- TIRIRA, D.** 2001. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador, volume 1. SIMBIOE, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente y UICN. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D.** 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador, publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, volumen 6. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D.** 2011. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2ª edición. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, volumen 8. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D.** 2015. Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies/Mammals of Ecuador: Updapted species checklist 2015.1. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Quito, Ecuador.
- TOBLER, M. W., S. E. CARRILLO-PERCASTEGUI, R. L. PITMAN, R. MARES, Y G. POWELL.** 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:169–178.
- WILSON, D. E., Y D. M. REEDER (EDS).** 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference, tercera edición. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- WRIGHT, S. J., G. A. SÁNCHEZ-AZOFEIFA, C. PORTILLO-QUINTERO, Y D. DAVIES.** 2007. Poverty and corruption compromise tropical forest reserves. *Ecological Applications*.

Submitted: July 13, 2015

Reviewed: September 19, 2015

Accepted: November 10, 2015

Associated editor: Sergio Solari