

# COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS TERRESTRES GRANDES Y MEDIANOS EN 16 ÁREAS PROTEGIDAS EN HONDURAS, USANDO FOTOCAPTURAS COMO EVIDENCIA DE REGISTRO

## COMPOSITION, STRUCTURE AND DIVERSITY OF LARGE AND MEDIUM TERRESTRIAL MAMMALS IN 16 PROTECTED AREAS IN HONDURAS, USING PHOTOGRAPH AS EVIDENCE

Héctor Orlando Portillo Reyes\* y Fausto Elvir

Grupo de Investigadores de Biodiversidad para Honduras (GIBH). Residencial Plaza Primera entrada BL-16, C 4606. Tegucigalpa, Honduras

\*Autor de correspondencia: hectorportilloreyes@gmail.com

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2013 - Fecha de aceptado: 25 de octubre de 2013

**RESUMEN.** El aporte de las trampas cámara al conocimiento de los mamíferos grandes y medianos ha sido significativo para Honduras. Esta investigación incluye el análisis de 16 áreas protegidas en donde se han realizado esfuerzos con trampas cámara para el monitoreo de mamíferos grandes y medianos. Para efecto de este análisis las áreas protegidas se agruparon en tres regiones. La región de la Moskitia, la región Central y la región Caribe. Se registraron nueve órdenes, 16 familias, 31 géneros y 37 especies. Se analizó la composición y estructura usando conglomerados (análisis cluster), escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y el análisis de similitud (ANOSIM). Los resultados muestran que la composición de mamíferos grandes y medianos de las tres regiones es significativamente disimilar. Se complementó el análisis con los índices de diversidad, riqueza específica y dominancia. Se registró el 83% de las especies de mamíferos terrestres grandes y medianos reportados para Honduras.

Palabras clave: composición, estructura, escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), conglomerados, análisis de similitud (ANOSIM), Moskitia.

**ABSTRACT.** The camera traps contribution to the knowledge of medium and large mammals has been significant for Honduras. This research includes analysis of 16 protected areas where efforts have been made using camera traps for monitoring large and medium mammals. For purposes of this analysis, protected areas were grouped into three regions: Moskitia, Central and the Caribbean regions. We recorded nine orders, 16 families, 31 genus and 37 species. We analyzed the composition and structure using clusters analysis, nonmetric multidimensional scaling (NMDS) and analysis of similarity (ANOSIM). The results show that the composition of mammals between the three regions is significantly dissimilar. The analysis was complemented with diversity indices, species richness and dominance. Were recorded 83% of terrestrial medium and large mammals, reported for Honduras.

Key words: composition, structure, clusters analysis, nonmetric multidimensional scaling, analysis of similarity, Moskitia.

### INTRODUCCIÓN

Los mamíferos forman parte fundamental de la biodiversidad en las áreas protegidas de Honduras y sus ecosistemas. Los grandes depredadores como los felinos funcionan como controladores en la dinámica de las poblaciones de presas y son indicadores de la integridad de los ecosistemas por su vulnerabilidad a los cambios bruscos en sus hábitat (Redford, 2005). Además, los mamíferos medianos y pequeños que forman y son parte de los gremios frugívoro-granívoros, omnívoros, son vitales para la regeneración de la vegetación debido a que

son los dispersores de semillas más importantes, siendo en gran parte los responsables de la regeneración de los bosques (Sáenz, 2010). Para el caso la guatusa (*Dasyprocta punctata*) entierran las semillas favoreciendo la germinación de estas y la regeneración del bosque (Smythe *et al.*, 1990; Sánchez, 2009).

Aun cuando los mamíferos representan un eslabón importante de la cadena en la ecología de los ecosistemas hondureños, se carece de información sobre su composición, estructura, abundancia y diversidad. El avance de la frontera agrícola y como consecuencia la

pérdida del hábitat, la cacería, la colecta y el tráfico de fauna son de las mayores amenazas a las que están sometidas estas especies en espacios protegidos, especialmente los grandes carnívoros y las especies de interés cinegético (Secaira, 2013).

En Honduras los mamíferos silvestres grandes y medianos, en su mayoría habitan en las áreas protegidas, siendo estas las áreas con los últimos espacios relativamente seguros para estas especies. En el país existen 91 áreas protegidas decretadas legalmente a partir del año 1980 y representan el 30% del territorio nacional (DAPVS, 2005). Sin embargo, la legalidad administrativa no garantiza perpetuidad de las especies y sus hábitats si no va acompañado de la gestión administrativa, ya que constantemente la demanda de recursos hace que la calidad de los ecosistemas y sus ensamblajes se vea alterada por las actividades antrópicas (Saunders *et al.*, 1991).

En la década de los años 80s y 90s, los avistamientos y registros de mamíferos en las áreas protegidas de Honduras se basaron en consultas a personas locales conocedoras de los sitios, así como la toma de evidencias de las especies como fueron las huellas, cráneos, pieles, excretas o pelo, lo que permitió asumir la presencia o ausencia de varias de estas especies en estos espacios protegidos.

Los primeros listados de la taxonomía de mamíferos terrestres, voladores y marinos para Honduras fueron publicados por Goodwin (1942). Más recientemente Marineros y Martínez (1998) publican el primer libro “Guía de campo de los mamíferos de Honduras” donde se describe la nomenclatura, taxonomía y morfología de la clase Mammalia incluyendo los taxones que la conforman. Sus registros están basados en avistamientos directos ocasionales y huellas.

A inicios del año 2006 el uso de trampas cámara en el Parque Nacional de Pico Bonito contribuyó de manera significativa al registro de diversas especies, siendo las más relevantes foto capturadas: el “ocelote” (*Leopardus pardalis*), la “tayra” (*Eira barbara*), el “pizote” (*Nasua narica*), el “tepezcuicte” (*Cuniculus paca*) el “cusuco” (*Dasyprocta novemcinctus*), la “guatusa” (*D. punctata*) (Portillo, 2006a; Portillo, 2006b). A partir del año 2006 hasta 2013, se han colocado trampas cámara en al menos 24 áreas protegidas del territorio hondureño. El monitoreo de trampas cámara ha sido muy particular para cada una de las áreas protegidas con marcada diferencia en los tipos de ecosistema, marcas de cámara, esfuerzos de muestreo, gradiente por altitud, meses y años de monitoreo (Tabla 1).

El uso de trampas cámara ha contribuido de manera notable a conocer la diversidad de fauna especialmente los mamíferos terrestres grandes y medianos, registrando especies de difícil observación (raros) diurnos/nocturnos, especies carismáticas y especies generalistas (Maffei *et al.*, 2002; Olson *et al.*, 2012). Estos datos y registros relevantes para Honduras vienen a enriquecer la biología y ecología de los mamíferos en las áreas protegidas brindando información antes desconocida.

Entre los aspectos ecológicos relevantes de mamíferos grandes y medianos generado por las trampas cámara son: las horas de actividad diaria por especie (24 horas), la abundancia relativa y absoluta, rangos de espacios hogareños, simpatrisma, diferencia de sexo, comportamiento, estado de salud por contextura, desplazamientos, morfometría, entre otros (Portillo, 2006a; Portillo, 2006b; Portillo *et al.*, 2006; Castañeda, 2007; Castañeda, 2008; Portillo *et al.*, 2008; Portillo y Vásquez, 2009; Portillo y Hernández, 2011; Castañeda *et al.*, 2013a; Castañeda *et al.*, 2013b).

Actualmente los estudios de monitoreo para los mamíferos grandes y medianos terrestres en las áreas protegidas en Honduras son viables técnicamente con el uso de trampas cámara, basados en el protocolo para monitoreo de jaguares propuesto por la Wildlife Conservation Society (Silver *et al.*, 2004).

Sin embargo, aún con los notables avances del monitoreo y registros de mamíferos en el país con trampas cámara, aún no se ha realizado el análisis de la composición, estructura y diversidad de este grupo de organismos que permita conocer el estado de integridad de los ensamblajes de mamíferos en las áreas protegidas monitoreadas.

El objetivo de este análisis es comparar la composición, estructura y diversidad de los mamíferos grandes y medianos de 16 áreas protegidas localizadas en las regiones del Caribe, Centro y Moskitia de Honduras, usando las foto capturas obtenidas en los monitoreos con trampas cámara durante los años 2006 a 2013.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los registros de las fotocapturas para este análisis provienen de diferentes informes de monitoreo biológico de instituciones del gobierno de Honduras, proyectos de conservación, publicaciones de artículos en revistas científicas y comunicaciones personales. El análisis incluye 16 áreas protegidas en Honduras donde se han realizado monitoreos o estudios con trampas cámara de manera puntual o continua.

Tabla 1. Áreas protegidas, Ecosistemas, rangos de altitud de la colocación de trampas cámara, fechas de monitoreo y marca comercial de la cámara utilizada.

ÁREA PROTEGIDA	TIPO DE CÁMARA	AÑO DE MONITOREO	MES DE MONITOREO	RANGOS DE ALTITUD (msnm)	ECOSISTEMA
PN Pico Bonito	Camtracker, Bushnell, PANTHERA, Moultrie	2006, 2010, 2011, 2012	feb, jun, jul, nov, dic	100-1500	bosque lluvioso tropical
PN La Tigra	Camtracker, Deercam, Reconix	2006, 2007, 2008	sept, oct, feb, mar, abr	1500-2200	bosque nublado
RB Rus Rus	Camtracker, Deercam, Bushnell	2008, 2010, 2011, 2012	feb, mar, jun, jul, ago, nov, dic	10-100	bosque lluvioso tropical y sabana de pino
RVS Cuero y Salado	Bushnell	2011	sept, oct, nov	10-100	bosque lluvioso tropical inundado
PN Jeannette Kawas	PANTHERA, Moultrie Game Spy	2011	may, jun, jul	10-100	bosque lluvioso tropical inundado, manglar, playas, dunas de arena
PN Sierra de Agalta	Camtraker, Bushnell	2006, 2011, 2012	ene, feb, mar, abr, dic	400-1800	bosque nublado, bosque de pino-encino
RBio Tawahka Asagni	Camtracker, Deercam	2007, 2009	jul, ago	100-200	bosque lluvioso tropical
PN Cerro Azul Meámbar	Moultrie Game Spy	2011, 2012	nov, dic	400-1500	bosque lluvioso tropical
Arenales	Camtracker, Deercam	2009	abr	50-100	bosque muy seco tropical
RBio Río Plátano	Camtracker, Deercam, Cuddeback	2007, 2010, 2012	mar, abr, may, jun, jul, ago, sep	100-600	bosque lluvioso tropical y sabana de pino
RVS Texíguat	Moultrie Game Spy	2012	dic, ene, feb	400-1500	bosque lluvioso tropical y bosque nublado
RVS La Muralla	Bushnell, Wildgame	2012	jul, ago	1200-1800	bosque nublado
RB El Chile	Moultrie Game Spy	2012	jul	600-1500	bosque nublado y bosque de pino
RB Misoco	Bushnell, Wildgame	2012	feb, mar, abr, may, ago, sept	1000-1500	bosque nublado
PN Patuca	PANTHERA	2013	nov, dic, ene, feb, mar, abr, may	200-600	bosque lluvioso tropical
PN Nombre de Dios	Camtraker, PANTHERA	2006, 2012	feb, mar, oct, nov	400-1800	bosque lluvioso tropical y bosque nublado

## SITIOS DE ESTUDIO

Las 16 áreas protegidas del presente estudio tienen sus propias diferencias, entre las que destacan: el tamaño del área, tipos de ecosistemas, gradiente altitudinal, topografía, poblaciones humanas (al interior y exterior del área), caminos y accesos, entre otros.

Para efectos de este análisis se agruparon las 16 áreas protegidas en tres regiones. La Región del Caribe que incluye: el Parque Nacional (PN) Jeannette Kawas, el Refugio de Vida Silvestre (RVS) de Texiguat, el PN de Pico Bonito, el PN Nombre de Dios, el RVS de Cuero y Salado, el RVS de Hábitat del Colibrí Esmeralda (llamado en este análisis Arenales). La Región de la Moskitia que

incluye: la Reserva Biológica (RB) propuesta de Rus Rus, el PN Patuca, la Reserva de la Biósfera (RBio) Tawahka y La RBio Río Plátano. La Región Central que incluye: el PN La Tigra, la RB El Chile, la RB Misoco, la RVS La Muralla, el PN Sierra de Agalta y el PN Cerro Azul Meámbar (Figura 1).

y Martínez (1998), Reid (2009) y la experiencia de los autores.

Se construyó una matriz en el programa Excel que incluyó cada una de las áreas protegidas (filas) y las especies registradas en todas las áreas protegidas (columnas). Se abreviaron los nombres científicos de las especies con las

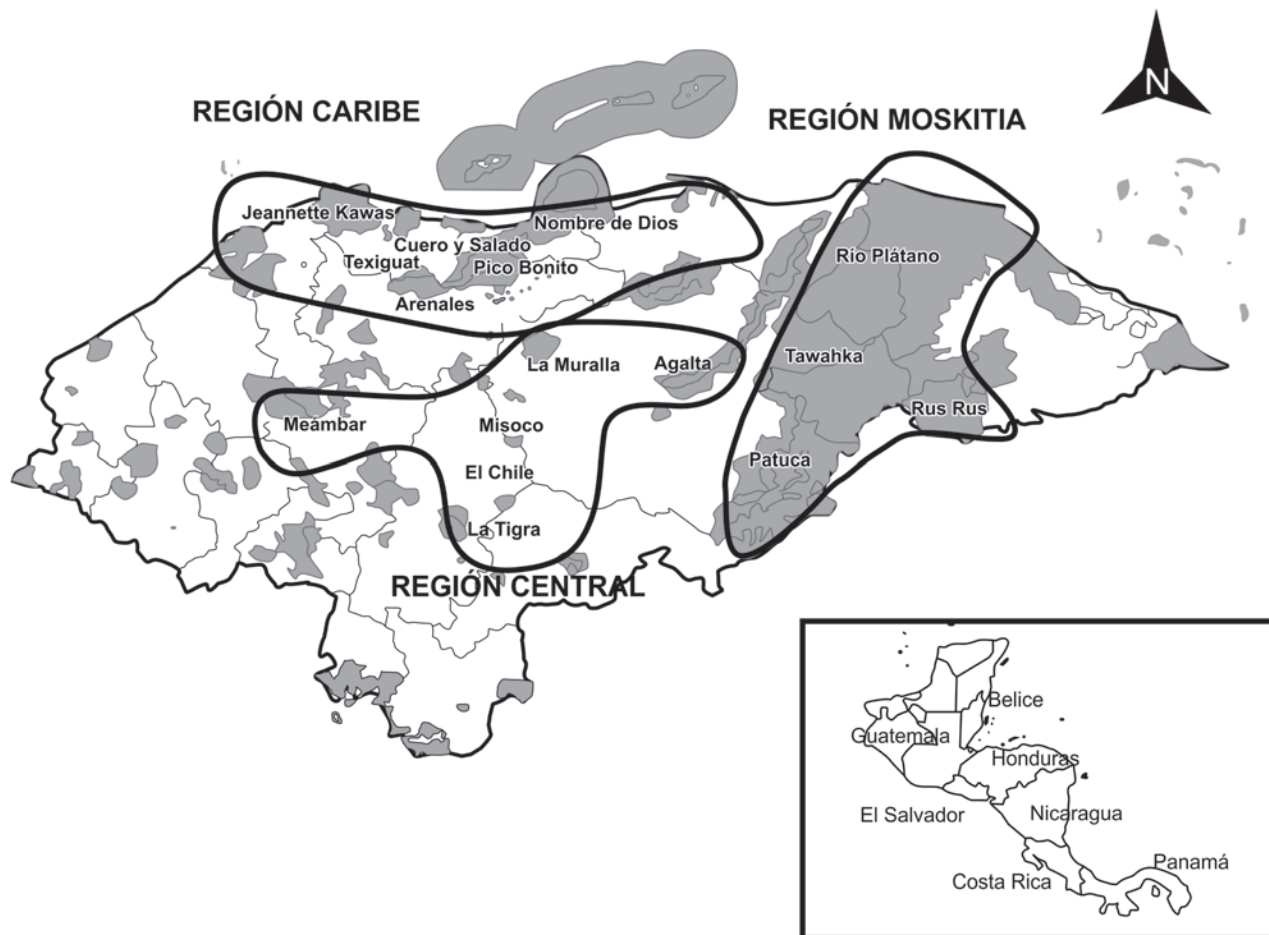


Figura 1. Localización de las áreas protegidas de Honduras y las tres regiones agrupadas. Elaborado por: Héctor Orlando Portillo Reyes, 2013.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

De las diferentes fuentes consultadas se tomó en consideración lo siguiente: tablas de abundancia relativa, fechas de inicio y final de los monitoreos, nombres científicos y comunes, sitios de muestreo, altitud de sitios, ecosistemas y año de monitoreo. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Marineros

dos primeras letras del nombre científico, por ejemplo: *Panthera onca* (PAON). Una vez ordenadas las filas (sitios) de las áreas protegidas y columnas (especies), se usó el programa estadístico RStudio 0.97.314, el cual combina el programa R para análisis estadístico y gráfico, con una interface de cuatro ventanas que permite visualizar el set de datos, los comandos y los gráficos. Se utilizó el paquete Vegan para el análisis de comunidades ecológicas en R.

Con RStudio se generó una curva de acumulación de especies usando rarefacción, este análisis estima con base al esfuerzo de muestreo el número de especies que se espera encontrar (R Development Core Team, 2008). El análisis de rarefacción para la curva de acumulación de especies, debe hacerse con muestras taxonómicamente similares, así como métodos de muestreo y hábitats. Este análisis se basa en el algoritmo de Krebs (Hammer y Harper, 2006).

También se generó un mapa de riqueza, en donde se compara el número de especies por área protegida usando círculos, en donde a mayor riqueza de especies mayor es el tamaño del círculo. Se estimó la diversidad usando el índice de Shannon entropía, el cual usa dos factores de medida representados respectivamente en el número de especies de la muestra y la uniformidad de la distribución de la riqueza (Pla y Matteucci, 2001; Perdomo *et al.*, 2004; Mana, 2005).

Se utilizó el paquete estadístico PAST 1.94b (Paleontological Statistic) desarrollado por (Harper, 1999; Hammer *et al.*, 2001; Hammer y Harper, 2006) para el análisis multivariado en la paleontología y ecología. Se realizó un análisis de conglomerados (cluster) el cual es un método de agrupamiento basados en las distancias multivariadas, en este caso para las especies entre las áreas protegidas (Gottelli y Ellisson, 2004). Se usó el coeficiente de Bray-Curtis, el cual es recomendado para analizar los rangos de similitud entre especies (Gottelli y Ellisson, 2004).

Se realizó un análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) (Kruskal y Wish, 1978) para el ordenamiento de las áreas protegidas por región (Caribe, Centro y Moskitia). Este método de ordenamiento mantiene rangos de similitud en las estructuras de las especies entre las áreas (Clarke, 1993; Legendre y Legendre, 1998). Se usó el coeficiente de Bray-Curtis para el tratamiento de datos de abundancia con especies (Hammer Y Harper 2006).

Para observar con mayor detalle las relaciones de similaridad entre áreas protegidas se usó el Minimum Spanning Tree (MST) el cual permite visualizar a través de líneas la conexión entre áreas protegidas. Las líneas cortas muestran mayor similitud entre áreas protegidas y las líneas largas representan mayor disimilitud (Gower y Ross, 1969; Clarke, 1993). Para evaluar la composición y estructura por abundancia de especies entre regiones se utilizó el Análisis de Similitud (ANOSIM), usando el coeficiente de Bray-Curtis. El ANOSIM es un análisis multi-variado no paramétrico cuyos valores R y p se obtienen con las

permutaciones de la prueba, que indican disimilitud significativa o no, entre grupos (Clarke, 1993; Gottelli y Ellisson, 2004).

Para conocer las especies responsables de la similaridad observada entre las áreas protegidas se usó el método sencillo llamado SIMPER (Similarity Percentage) el cual va implícito en el coeficiente de Bray-Curtis, usado por el ANOSIM (Clarke, 1993).

## RESULTADOS

Como resultado de los datos analizados en esta investigación, el esfuerzo de muestreo en las 16 áreas protegidas durante el año 2006 al 2013, ha sido de 24,065 noches cámara (N/C), con un total de 2790 individuos. Se registraron nueve órdenes, 16 familias, 31 géneros y 37 especies (Tabla 2).

La familia Felidae representó para la región Moskitia el 3.22% para la región Caribe el 1.5% y para la región Central el 1.25%. La familias Canidae, Mustelidae y Procyonidae para la región Moskitia registraron el 2.25% Para la región Caribe registró el 7.3% y para la región Central el 11%. Para las familias Tapiridae, Tayassuidae y Cervidae para la región Moskitia registraron el 5%, para la región Caribe el 0.3% y para la región Central el 2%. Para las familias Dasypodidae, Cuniculidae, Dasypodidae y Didelphidae para la región Moskitia se registró el 42.5%, para la región Caribe el 25% y para la región Central el 9.6% (Tabla 3).

Las especies con mayor contribución en porcentaje al total de fotocapturas fueron la “guatusa” (*D. punctata*) con 33%, el “tepezcuintle” (*C. paca*) con 14%, el “pizote” (*N. narica*) con 7%, el “mapache” (*P. lotor*) con 6% y el “cusuco” (*D. novemcinctus*) con 5%, el resto de las especies aparecen con valores menores al 5% del total de las fotocapturas (Tabla 4).

Al analizar el esfuerzo de muestreo y las especies registradas, se observa que de las 16 áreas protegidas, muestran en sus curvas de acumulación de especies estabilización en su asíntota destacando: el PN Pico Bonito con 4302 N/C y 20 especies registradas, la RB de Rus Rus con 4220 N/C y 18 especies, el PN La Tigra con 2415 N/C y 11 especies registradas, la RBio de Río Plátano con 2323 N/C y 15 especies, el PN Patuca con 585 N/C y 14 especies registradas (Tabla 5).

El resto de las áreas protegidas no han alcanzado la asíntota, sin embargo, de manera global en las 16 áreas protegidas la riqueza y esfuerzo de muestreo han alcanzado



Tabla 2. Composición y abundancia de mamíferos por área protegida.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	RB Río Plátano	RB Tawahka	PN Patuca	RB Rus Rus	PN Pico Bonito	PN Nombre de Dios	PN Jeannette Kawas	RVS Cuero y Salado	RVS Texiguat
Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Didelphis</i> sp.	7	3	0	23	23	1	1	7	1
		<i>Marmosa mexicana</i>	0	1	0	0	3	0	0	0	0
		<i>Philander opossum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	3	1	13	89	32	1	1	1	0
		<i>Cabassous centralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	4	0	0	2	0	0	0	0	0
		<i>Tamandua mexicana</i>	0	0	0	3	0	1	0	1	0
Primate	Cebidae	<i>Cebus capucinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Lagomorpha	Leporidae	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0
		<i>S. floridanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	0	0	0	1	1	1	10	0	0
		<i>P. concolor</i>	6	1	3	13	2	1	0	0	1
		<i>Leopardus wiedii</i>	0	1	5	0	2	1	0	0	0
		<i>L. pardalis</i>	14	0	8	26	12	1	0	0	0
		<i>Panthera onca</i>	2	1	4	5	3	1	5	0	2
		<i>Neofelis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mustelidae	<i>Neotoma mesoleucus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Mustela frenata</i>	0	0	0	0	4	1	0	0	0
		<i>Neotoma semistriatus</i>	1	0	3	1	2	1	0	0	0
		<i>Spilogale angustifrons</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Mephitis macroura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Eira barbara</i>	2	0	6	5	14	1	0	0	0
		<i>Galictis vittata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbi</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0
		<i>Nasua narica</i>	11	1	10	22	34	12	24	41	1
		<i>Procyon lotor</i>	0	0	1	0	1	6	12	42	1
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	33	1	9	4	2	1	0	0	3
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	0	0	0	36	0	0	0	0	0
		<i>T. tajacu</i>	9	1	18	12	1	0	0	0	0
	Cervidae	<i>Mazama temama</i>	1	0	1	2	0	0	0	0	0
		<i>Odocoileus virginianus</i>	8	0	0	5	0	0	0	1	0
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>S. variegatoides</i>	0	0	0	0	8	1	0	0	0
	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	104	11	149	512	353	20	1	0	1
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	9	4	60	96	112	10	80	15	1

estabilización en su asíntota asumiendo haber registrado el 95% de las especies de mamíferos grandes y medianos (Figuras 2 y 3).

El área que registró mayor riqueza de especies fue el PN Pico Bonito con 20, seguido por el PN Sierra de Agalta con 19, la RB de Rus Rus con 18, el PN Nombre de Dios con 16, la RBio Río Plátano con 15, el PN Patuca y la

PN La Tigua	RB El Chile	RB Misoco	PN CA Meámbar	RVS La Muralla	PN S Agalta	RVS Arenales
20	0	4	0	2	19	8
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	0	0	0
33	2	1	8	2	1	1
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	3	0
0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	4
0	0	0	1	0	2	0
0	1	0	2	3	1	0
0	1	1	2	2	2	0
6	1	2	2	3	2	0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	2	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1
0	0	2	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
7	2	1	5	3	1	0
2	0	2	0	0	22	0
0	0	0	0	1	3	0
0	0	0	0	0	0	0
18	4	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	3	0
23	1	0	0	0	1	1
0	1	3	2	1	1	0
23	1	1	0	0	1	0
0	0	2	0	0	0	0
49	5	8	5	7	17	0
12	3	2	9	5	11	0

RVS de la Muralla con 14 especies. El resto de las áreas protegidas presentan menos de 14 especies (Figura 4).

La mayor abundancia total con base al registro fotográfico la obtuvo la RB de Rus Rus con 867 individuos,

siguiéndole el PN Pico Bonito con 612 individuos, el PN Patuca con 290, la RBio Río Plátano con 218, el PN La Tigua con 198, el PN Jeannette Kawas con 135 y el RVS de Cuero y Salado con 114 individuos. El resto de las áreas protegidas registró menos de 114 individuos.

En el análisis de diversidad de Shannon entropía y su dominancia, indica que las áreas protegidas que tuvieron mayores índices fueron: el PN Nombre de Dios con H de 2.77 y 0.06 de dominancia, la RVS La Muralla con H de 2.44 y 0.1 de dominancia, la RB Misoco con H de 2.24 y 0.13 de dominancia, el PN Sierra de Agalta con H de 2.22 y 0.13 de dominancia, el PN Cerro Azul Meámbar con H de 2.21 y 0.12 de dominancia y la RVS Texiguat con H de 2.17 y 0.13 de dominancia. El resto de las áreas protegidas tuvieron índices menores a 2.17 (Tabla 4).

Al realizar el análisis de conglomerados (clusters) con base en la similitud de especies y usando el índice de Bray-Curtis, éste mostró un coeficiente de correlación de 0.90. Las áreas protegidas con mayor similitud fueron: la RB de Rus Rus y la RBio Río Plátano con más del 80%, mientras que los PN Pico Bonito y Nombre de Dios con el 70%. Estas cuatro áreas protegidas forman un primer conglomerado muy cercano a la RBio Tawahka y a los PN Patuca y Sierra de Agalta con el 50% de similitud entre ellas. El PN Cerro Azul Meámbar, la RB El Chile y la RVS La Muralla mantienen similitud con el primer conglomerado en un 45%. Las áreas protegidas RVS Arenales, PN Jeannette Kawas, RB de Misoco y el PN La Tigua muestran similitud con el primer conglomerado en un 40%. El RVS de Texiguat mantiene el 39% de similitud con el primer conglomerado y El RVS de Cuero y Salado mantienen el 28% de similitud con respecto al primer conglomerado (Figura 5).

Al comparar la composición de las tres regiones usando el ordenamiento de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS), se obtuvo un valor de Stress de 0.1667 que indica agrupación no al azar, sino basada en los rangos de similitud entre las especies de cada una de las áreas protegidas, por lo tanto lo que se muestra son cambios en los gradientes de las estructuras de cada comunidad de mamíferos grandes y medianos entre las áreas protegidas.

Las áreas protegidas agrupadas con mayor similitud en sus estructuras están en la región de la Moskitia, siendo la RB de Rus Rus, la RBio Río Plátano, la RBio Tawahka y el PN Patuca quienes la integran, además se mantienen agrupadas cercanamente a la región de la Moskitia el PN Sierra de Agalta, el PN Pico Bonito y el PN Nombre de Dios.

Tabla 3. Porcentaje de las familias con mayor riqueza y sus gremios representados en cada una de las regiones.

TAXONES	GREMIO	REGIÓN MOSKITIA (%)	REGIÓN CARIBE (%)	REGIÓN CENTRAL (%)
Felidae	Carnívoro	3.22	1.50	1.25
Canidae, Mustelidae, Procyonidae	Omnívoro	2.25	7.30	11
Mamíferos grandes		5	0.30	2
Tapiridae	Herbívoro			
Tayassuidae	Omnívoro			
Cervidae	Herbívoro			
Mamíferos pequeños		42.5	25	9.6
Dasypodidae	Frugívoro-granívoro			
Cuniculidae	Frugívoro-granívoro			
Dasypodidae ( <i>Dasyus novemcinctus</i> )	Omnívoro			
<b>Esfuerzo de muestreo por región en noches cámara (N/C)</b>		<b>10258</b>	<b>9002</b>	<b>4805</b>

Tabla 4. Aporte por especie en porcentaje a la riqueza total en las 16 áreas protegidas.

ESPECIE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN (%)	PORCENTAJE ACUMULATIVO (%)	ESPECIE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN (%)	PORCENTAJE ACUMULATIVO (%)
<i>Dasypoda punctata</i>	33.16	33.16	<i>Tayassu pecari</i>	0.6209	94.81
<i>Cuniculus paca</i>	14.44	47.6	<i>Espilogale angustifrons</i>	0.5076	95.32
<i>Nasua narica</i>	7.862	55.46	<i>Conepatus semistratus</i>	0.4956	95.82
<i>Procyon lotor</i>	6.773	62.23	<i>Philander oposum</i>	0.4598	96.27
<i>Dasyus novemcinctus</i>	5.769	68	<i>Mazama temama</i>	0.396	96.67
<i>Didelphis</i> sp.	5.409	73.41	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	0.3385	97.01
<i>Tapirus bairdii</i>	3.081	76.49	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	0.3352	97.34
<i>Tayassu tajacu</i>	2.948	79.44	<i>Cebus capucinus</i>	0.3219	97.67
<i>Leopardus pardalis</i>	2.648	82.09	<i>Cabassous centralis</i>	0.3034	97.97
<i>Odocoileus virginianus</i>	2.073	84.16	<i>Silvilagus floridanus</i>	0.2909	98.26
<i>Sciurus variegatoides</i>	1.85	86.01	<i>Mephitis macroura</i>	0.2775	98.54
<i>Panthera onca</i>	1.382	87.39	<i>Marmosa mexicana</i>	0.2526	98.79
<i>Puma concolor</i>	1.295	88.69	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	0.245	99.04
<i>Puma yagouaroundi</i>	1.105	89.79	<i>Tamandua</i> sp.	0.2404	99.28
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1.021	90.82	<i>Mustela frenata</i>	0.2159	99.49
<i>Leopardus wiedii</i>	0.9181	91.73	<i>Conepatus mesoleucus</i>	0.1939	99.69
<i>Sciurus deppei</i>	0.9019	92.64	<i>Bassaricyon gabbi</i>	0.1609	99.85
<i>Eira barabara</i>	0.8982	93.53	<i>Canis latrans</i>	0.1528	100
<i>Galictis vittata</i>	0.6574	94.19			

Un poco más disimilar están las de la región Central (RVS La Muralla, PN Cerro Azul Meámbar, RB El Chile, RB Misoco y PN La Tigra) con respecto a la región de la Moskitia. Mientras que las áreas de la región del Caribe (PN Jeannette Kawas, RVS Texiguat, RVS Arenales y RVS Cuero

y Salado) tienen la mayor disimilitud de agrupamiento que aquellos que integran a la región Moskitia (Figura 6).

Al agregar al NMDS el análisis de Minimum Spanning Tree (MST) se confirma el resultado mostrando que la



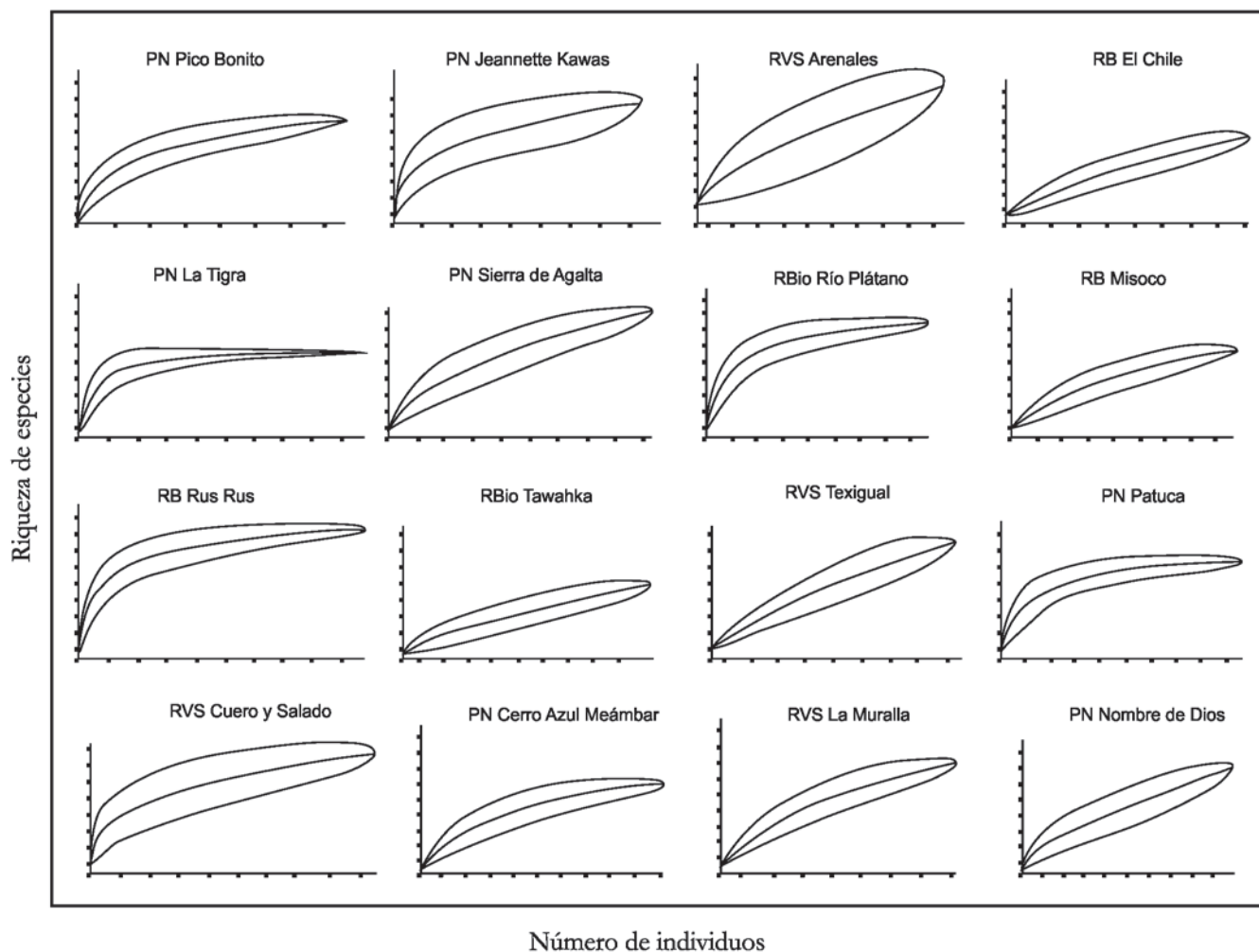


Figura 2. Curvas de acumulación de especies comparativas entre las 16 áreas protegidas.

relación de similaridad de las áreas de la región del Caribe no se asemejan entre ellas, sino que la similitud de RVS Texiguat es con las áreas de la región Moskitia, mientras que el PN Jeannette Kavas, la RVS de Cuero y Salado, la RVS Arenales, están con las áreas de la región Centro (Figura 7).

Al evaluar la composición de las áreas protegidas de las tres regiones con el análisis de similitud (ANOSIM) se obtuvo el valor de  $R = 0.83$  y un valor  $p = 0.0038$ , el cual sugiere una significativa disimilitud (Clarke, 1993) en la estructura de los mamíferos.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La historia del monitoreo biológico en Honduras tiene un antes y un después de las trampas cámara y ha

contribuido significativamente para conocer aspectos ecológicos, biológicos y ambientales relacionados con los mamíferos grandes y medianos en las áreas protegidas y no protegidas.

El registro fotográfico de las especies son datos de suma utilidad para analizar, evaluar y comparar la estructura de ensambles de los mamíferos grandes y medianos que son de importancia ecológica y económica de Honduras. Se debe considerar que los datos en este análisis son de los años 2006 a 2013, y que tanto las poblaciones de especies y sus amenazas son dinámicas, sin embargo, como punto de comparación en tiempo y espacio es válido.

Al analizar datos generados por los estudios de campo en informes, artículos científicos y/o registros fotográficos de campo, se debe evaluar cuidadosamente que tipo de

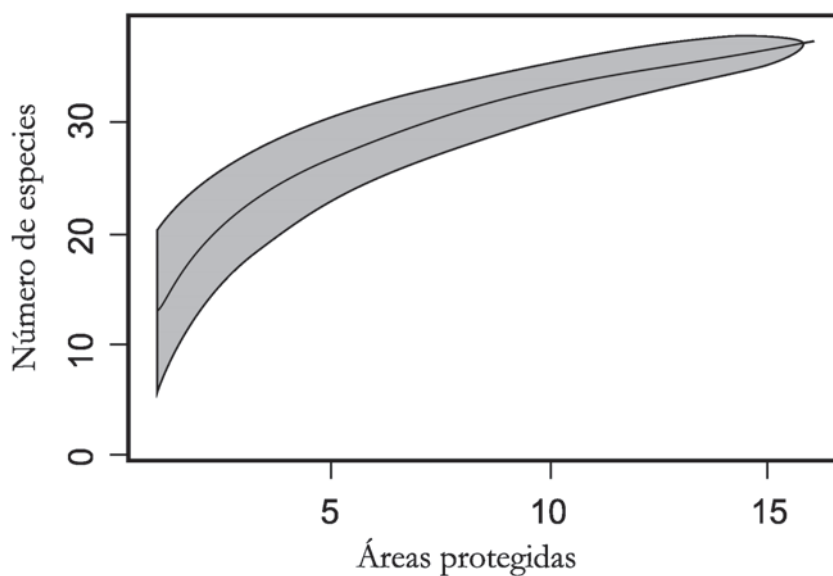


Figura 3. Curva de Acumulación con 37 especies registradas en las 16 áreas protegidas monitoreadas con su asíntota aún por estabilizarse.

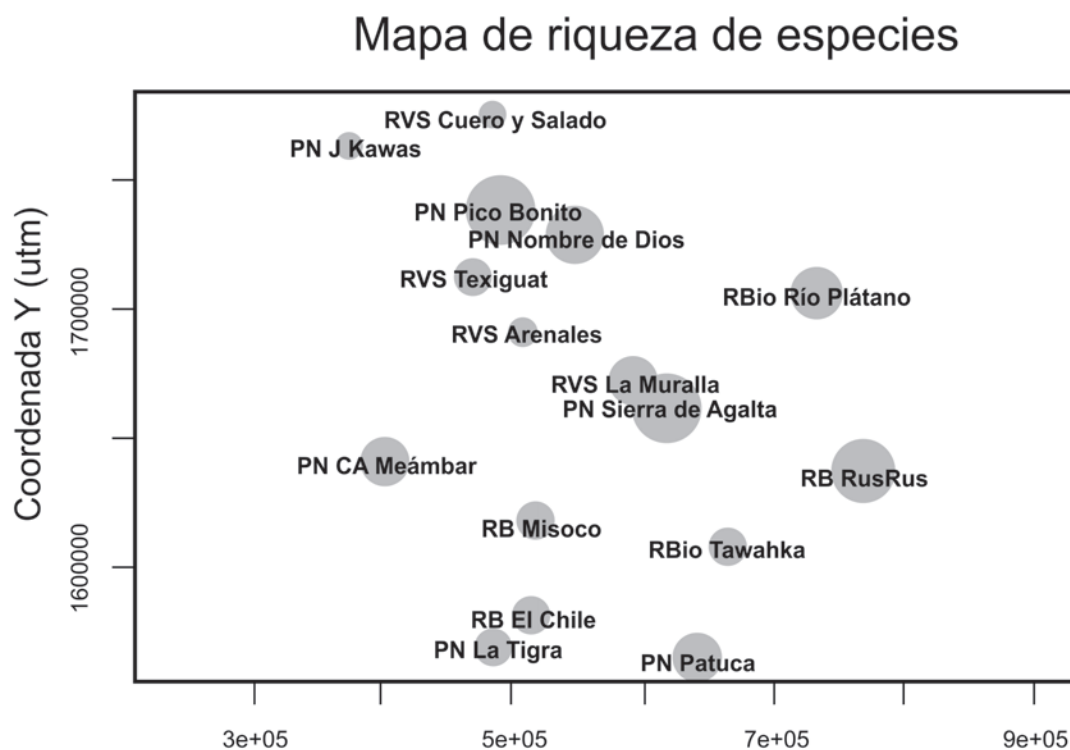


Figura 4. Riqueza de especies dado por el tamaño del círculo.

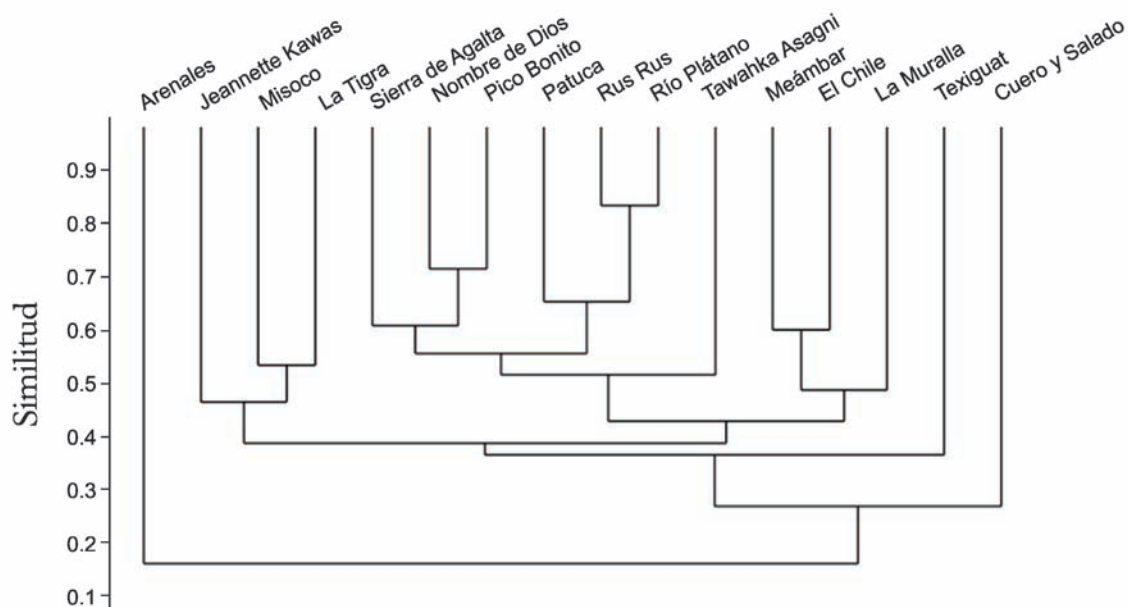


Figura 5. Conglomerado (análisis de agrupamiento) con similitud en la composición de especies de las 16 áreas protegidas.

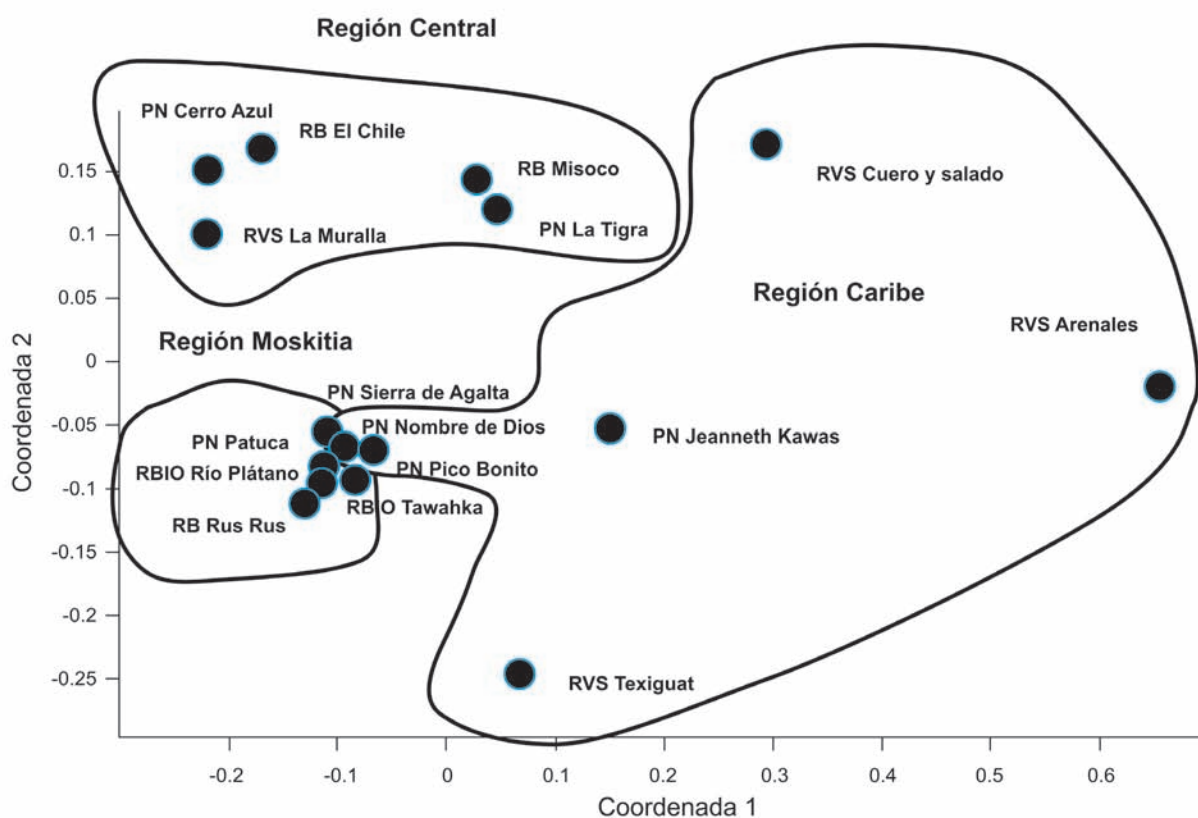


Figura 6. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) donde se agrupan las 16 áreas protegidas por rangos de similitud.

Tabla 5. Valores de esfuerzo de muestro, riqueza específica, abundancia relativa, Índice de Shannon y dominancia por área protegida.

ÁREA PROTEGIDA	ESFUERZO DE MUESTREO N/C	RIQUEZA ESPECIES	ABUNDANCIA RELATIVA TOTAL	ENTROPÍA SHANNON	DOMINANCIA
PN Pico Bonito	4302	20	612	1.5	0.37
PN La Tigra	2415	11	198	2.12	0.14
RB Rus Rus	4220	18	867	1.55	0.37
RVS Cuero y Salado	1020	9	114	1.48	0.28
PN Jeannette Kawas	2520	9	135	1.29	0.39
PN Sierra de Agalta	240	19	92	2.22	0.15
RB Tawahka Asagni	2596	11	26	1.9	0.22
PN Cerro Azul Meámbar	300	12	41	2.21	0.13
RVS Arenales	178	7	17	1.52	0.29
RB Río Plátano	2323	15	218	1.87	0.26
RVS Texíguat	555	10	15	2.17	0.12
RVS La Muralla	210	14	33	2.41	0.1
RB El Chile	810	12	23	2.28	0.12
RB Misoco	600	12	29	2.24	0.13
PN Patuca	585	14	290	1.64	0.31
PN Nombre de Dios	360	16	16	2.77	0.06

análisis se usará y si estos son los apropiados para minimizar el sesgo en la interpretación de los mismos (Clarke, 1993).

De las 42 posibles especies terrestres de mamíferos grandes y medianos que se registran en Honduras (Marineros y Martínez, 1998), 37 han sido foto capturadas por los monitoreos con trampas cámara, lo que representa el 83% de los mamíferos grandes y medianos del país (no incluyéndose dos especies *Cebus capuccinus* y *Bassaricyon gabbi*, que son de hábitos arbóreos registrados en este análisis).

El esfuerzo de muestreo ha sido determinante para poder alcanzar las curvas de acumulación de especies en cada una de las áreas. A mayor esfuerzo de muestreo, mayor probabilidad de alcanzar una asíntota, los esfuerzos máximos registrados fueron de 4302 N/C para el PN Pico Bonito y 4220 para la RB de Rus Rus, ambas alcanzando su asíntota con 20 y 19 especies, respectivamente con un intervalo de confianza del 95%. El esfuerzo mínimo de muestreo fue de 178 N/C para el RVS de Arenales aún sin alcanzar su asíntota.

Con base en las experiencias de los monitoreos realizados (Portillo, 2006-2011) en áreas protegidas como la RB de Rus Rus, el PN Pico Bonito y el PN La Tigra, se alcanzó la asíntota en cada sitio de monitoreo con 1280 N/C. Se recomienda al menos cumplir con las 1280 N/C para contar con un punto de referencia que pueda ser

significativo en tiempo, dinero y esfuerzo de personal. Sin embargo, hay que considerar el tamaño del área protegida y las amenazas, al diseño del monitoreo desarrollado (número de cámaras, sitios de ubicación de las mismas, robo/extravío y variables climáticas, entre otras).

La frecuencia de capturas a través del foto trapeo está relacionada con la dinámica de cada una de las especies; sus rangos hogareños, simpatrismo, horas de actividad, presas y depredadores (Maffei *et al.*, 2002).

Los índices de diversidad variaron entre las áreas protegidas, mostrando que la riqueza de especies no está en correspondencia con la diversidad de especies, tal es el caso del PN Pico Bonito que tiene una riqueza de 20 especies y un índice de diversidad de Entropía de Shannon de 1.5 y del PN La Tigra con una de riqueza de 11 especies y un índice de diversidad de Entropía de Shannon de 2.12.

Al interpretar los índices de diversidad y/o dominancia se debe ser cauteloso ya que una errónea interpretación puede llevar a una conclusión sesgada de diversidad en el área protegida asumiendo índices que indiquen alta diversidad y que en realidad no lo sea. Los índices de diversidad deben ser combinados con otros análisis de composición y estructura para una mejor interpretación (Gottelli y Ellison, 2004).

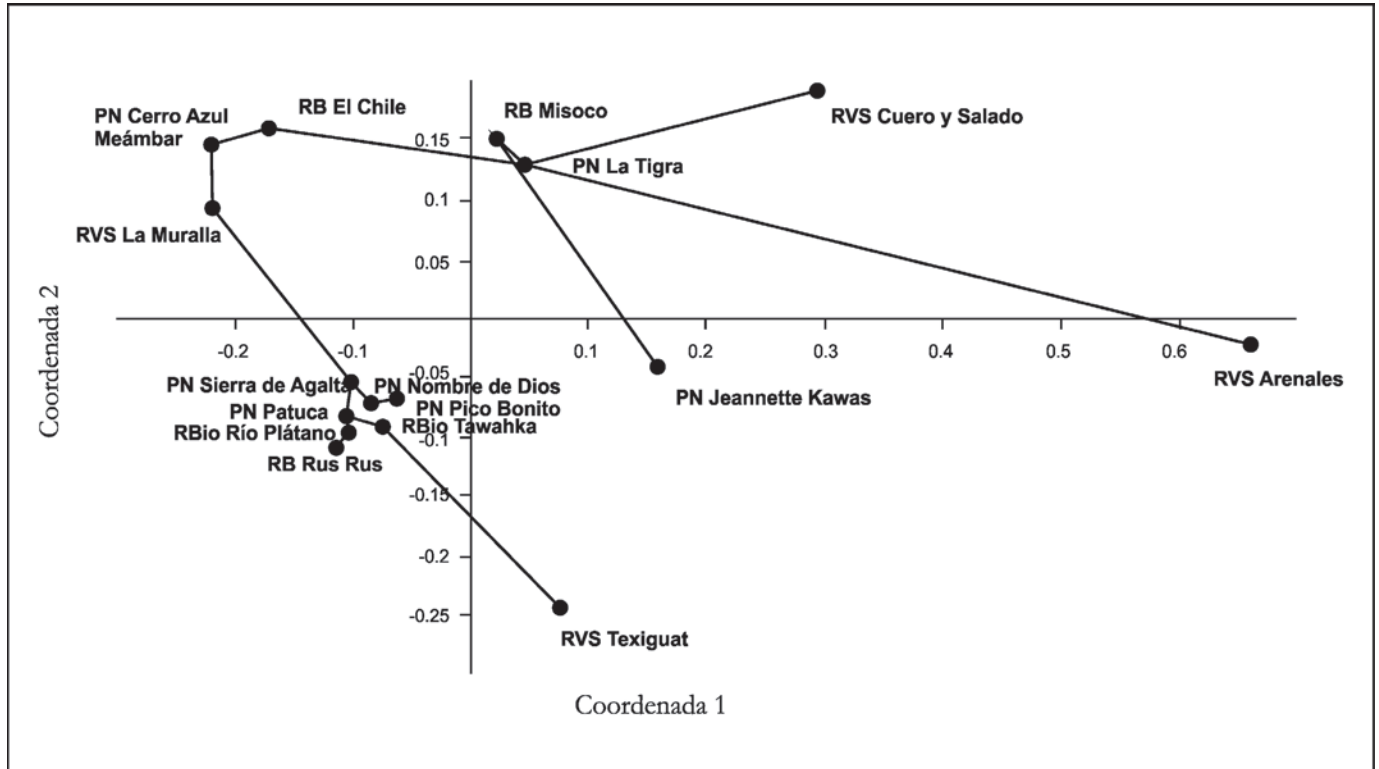


Figura 7. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) combinado con el minimum spanning tree (MST) mostrando las agrupaciones y similitudes a través de la conexión de líneas.

Los resultados del conglomerado (análisis cluster), el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y el análisis de similitud (ANOSIM) indican que la composición y estructura de los mamíferos grandes y medianos es disimilar entre las áreas protegidas, agrupadas en las tres regiones. Existen variables como el tamaño del área, pérdida del hábitat, la cacería, la variación climática que son factores que pueden afectar la riqueza y abundancia de mamíferos grandes y medianos y como consecuencia su estructura en los ensambles será también variable.

Con base en los registros de fotocapturas se puede decir que las áreas protegidas de la región Moskitia hondureña aún mantienen alta diversidad de especies emblemáticas como el jaguar, danto, oso caballo, tilopo y jagüilla, siendo estos tres últimos los que han sido registrados solo para esta área geográfica. Así mismo las áreas de la región Caribe enlazadas en paisaje continuo especialmente los PN Pico Bonito y Nombre de Dios registran jaguar y danto, los mamíferos terrestres de mayor tamaño en los bosques tropicales de nuestro país.

Se podría asumir que estas masas boscosas de la región Moskitia son las proveedoras del flujo de poblaciones de hacia el resto de las áreas protegidas adyacentes, como lo muestra el NMDS en el PN Sierra de Agalta. Las áreas protegidas de menor tamaño y sin conectividad con otras masas boscosas continuas especialmente el PN La Tigra, la RB de Misoco y El Chile, las RVS Cuero y Salado y Arenales con menos riqueza de especies y altos índices de dominancia por especies generalistas, son áreas menos resilientes a las presiones y cambios que están modificando sus hábitats.

La pérdida de depredadores grandes en los bosques, pueden tener efectos negativos en la estructura de las comunidades de animales y plantas en hábitats (Bennett, 2004). Terborgh y Winter (1980) utilizaron el término 'liberación de meso-depredadores' para describir la creciente abundancia de omnívoros, granívoros y frugívoros más pequeños (como los pizotes, mapaches, zorras, guatusas y tepezcuintles, entre otros) ante la ausencia de depredadores grandes dominantes.



La protección de áreas como la Moskitia con masas boscosas continuas y extensas deben de ser de alta prioridad para la conservación de la flora y fauna en general, ya que esta es la principal fuente de biodiversidad del país que mantienen los procesos ecológicos dentro del sistema nacional de áreas protegidas de Honduras.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los técnicos del Instituto de Conservación Forestal por facilitar los informes de trampas cámara especialmente a Eduardo Rico, Rony Moreno y Marció Martínez. A las organizaciones privadas como PANACAM, PANAM, FPNAND, PANTHERA, RECOTUR/Ceiba, ICADE, CATIE, WCS, GIBH-BALAM, MIRA/USAID, Ecosistemas/PNUD, Moskitia/PNUD, TNC/UNAG que facilitaron y permitieron usar la información de resultados de sus proyectos de monitoreo con trampas cámara. Al esfuerzo de los para-técnicos locales en las áreas protegidas compartiendo su conocimiento en vida silvestre.

#### LITERATURA CITADA

- Bennet, A. F. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. UICN-Unión Mundial para la Naturaleza. San José, Costa Rica. 278 p.
- Castañeda, F. E. 2007. Monitoreo biológico en la Biosfera de Río Plátano. DAPVS, AFECOHDEFOR. Mejorando Nuestra Herencia de UNESCO. Tegucigalpa, Honduras. 128 p.
- Castañeda, F. E. 2008. Monitoreo biológico en la Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano. DAPVS-AFECOHDEFOR, UNESCO, UQ. Tegucigalpa, Honduras. 107 p.
- Castañeda, F. E., J. R. McCranie y L. A. Herrera. 2013a. *Staurotypus triporcatus* (giant musk turtle, guao do tres filas) predation. Herpetological Review 44(2): 309.
- Castañeda, F. E., L. A. Herrera y S. Pereira. 2013b. Behaviour of two male jaguar scavenging on a marine dolphin in Honduras. Catnews 58: 3-12.
- Clarke, R. K. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. Australian Journal of Ecology 18(1): 117-143.
- Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DAPVS). 2005. Actualización del Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras (SINAPH), 2006-2015. Proyecto Biodiversidad y Áreas Protegidas (PROBAP). Tegucigalpa, Honduras. 75 p.
- Gotelli, N. J. y A. M. Ellison. 2004. A primer ecological statistic. Sinauer Associate, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA. 340 p.
- Gower, J. C. y G. J. S. Ross. 1969. Minimum spanning trees and single linkage cluster analysis. Appl. Stat. 18: 54-64.
- Goodwin, G. G. 1942. Mammals of Honduras. Bulletin of the American Museum of Natural History 79: 107-195.
- Hammer, Ø. y D. A. T. Harper. 2006. Paleontological Data Analysis. Blackwell. USA. 351 p.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electronica 4(1): 9.
- Harper, D.A.T. 1999. Numerical Palaeobiology. Computer-based modelling and analysis of fossils and their distributions. John Wiley & Sons. USA. 478 p.
- Kruskal, J. B. y H. M. Wish. 1978. Multidimensional scaling. Sage Publications, Beverly Hills, California. 320 p.
- Legendre, P. y L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. Elsevier Science B.V. Amsterdam. The Netherlands. 852 p.
- Maffei, L, E. Cuellar y A. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitania. Revista Boliviana Ecológica 11: 55-65.
- Mana, D. 2005. A test application of the SHE method as biostratigraphical parameter. Geo. Alp. 2: 99-106.
- Marineros, L y F. Martínez. 1998. Guía de campo de los mamíferos silvestres de Honduras. Instituto Nacional de Ambiente y Desarrollo. Tegucigalpa, Honduras. 315 p.
- Olson, E., R. Marsh, N. Brittany, H. Bovard, L. Randrianarimanana, M. Ravaloharimanitra, H. Ratsimbazafy y T. King. 2012. Arboreal camera trapping for the critically endangered greater bamboo lemur (*Prolemur simus*). Oryx 46(4): 593-597.
- Perdomo, F. R., H. Vibrans, A. Romero, J. A. Domínguez y J. L. Medina. 2004. Análisis de She, una herramienta para estudiar la diversidad de maleza. Revista Fitotécnica Mexicana 27(1): 57-61.

- Pla, L. y S. D. Matteucci. 2001. Intervalos de confianza Bootstrap del Índice de Biodiversidad de Shannon. *Revista de la Facultad de Agronomía* 18: 222-232.
- Portillo, H. 2006a. Uso de trampas cámara para el establecimiento de una línea base y evaluación de la biodiversidad en el área del río Cangrejal, Parque Nacional de Pico Bonito. International Resources Group, Washington. USA. 23 p.
- Portillo, H. 2006b. Establecimiento de una línea base para la evaluación de los mamíferos terrestres del Parque Nacional La Tigra usando trampas cámara. Informe Final. GIBH-Balam. Tegucigalpa, Honduras. 31 p.
- Portillo, H. y J. Hernández. 2011. Densidad del jaguar (*Panthera onca*) en Honduras: primer estudio con trampas-cámara en La Moskitia hondureña. *Revista Latinoamericana de Conservación* 2(1): 45-50.
- Portillo, H., T. Manzanares, T. Manzanares Jr., S. Lacut y R. Lacut. 2008. Estimating jaguar population using traps camera in one hundred square kilometers in Rus Rus, La Moskitia, Honduras. Wildlife Conservation Society. Tegucigalpa, Honduras. 20 p.
- Portillo, H. y M. Vásquez. 2009. Expedición y evaluación de la Reserva de la Biosfera Tawahka, La Moskitia, Honduras. WCS-ICF. 24 p.
- Portillo, H., C. Zelaya y M. Vásquez. 2006. Ecología de la sub-población de jaguar (*Panthera onca*) en el Parque Nacional Pico Bonito y el Refugio de Vida Silvestre Texiguat. International Resources Group, Washington. USA. 38 p.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [http:// www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Redford, K. 2005. Introduction: how to value large carnivorous animals. In: Ray, J., K. Redford, R. Steneck y J. Berger (eds.). *Large carnivores and the conservation of biodiversity*. Island Press Washington, USA. 526 p.
- Reid, A. F. 2009. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, USA. 384 p.
- Sáenz, B. C. 2010. Ensamblajes de mamíferos medianos y grandes en un sector de la Reserva Forestal Río Pacuare y sus cercanías (Reserva indígena Nairi Awari y Parque Nacional Barbilla). Tesis de Maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 40 p.
- Sánchez, K. 2009. Evaluación del ensamble de meso-mamíferos terrestres en bosques naturales con y sin manejo forestal, Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, Costa Rica. Tesis de Maestría. Instituto Internacional en Manejo y Conservación de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 55 p.
- Saunders, D., R. Hobbs y C. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystems fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Secaira, E. 2013. Análisis y síntesis de los 10 Planes de Conservación elaborados para las Áreas Protegidas de Trabajo del Proyecto ProParque. USAID ProParque. 65 p.
- Silver, S. C., L. E. Ostro, L. K. Marsh, L. Maffei, A. J. Noss, M. J. Kelly, R. B. Wallace, H. Gómez y G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 39(2): 148-154.
- Smythe, N, W. Glanz y E. Leigh Jr. 1990. Regulación de la población de algunos frugívoros terrestres. En: Leigh, Jr. E, A. Stanley y D. Windsor (eds.). *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Institution, Balboa. Panamá. pp. 305-316.
- Terborgh, J. y B. Winter. 1980. Some causes of extinction. En: Soule, M. E. y B. A. Wilcox (eds.). *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts, USA. pp. 119-133.