

González Bermúdez, Gustavo Adolfo. Respuesta de las poblaciones de murciélagos a la fragmentación del paisaje en un bosque pluvial premontano, Costa Rica. *GeoGraphos* [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, 2 de agosto de 2018, vol. 9, nº 109, p. 213-232. [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10.14198/GEOGRA2018.9.109].



<http://web.ua.es/revista-geographos-giecryal>

Vol. 9. Nº 109

Año 2018

RESPUESTA DE LAS POBLACIONES DE MURCIÉLAGOS A LA FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE EN UN BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO, COSTA RICA

Gustavo Adolfo González Bermúdez¹
Escuela de Geografía
Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica
Correo electrónico: Gustavo.gonzalez_b@ucr.ac.cr

Recibido: 8 de septiembre de 2017. Devuelto para revisión: 14 de octubre de 2017.

Aceptado: 2 de agosto de 2018

¹ <http://www.redalyc.org/autor.aa?id=19505>

RESUMEN

Con el objetivo de describir la composición de la comunidad de murciélagos del Monumento Nacional Guayabo para asociarla a la fragmentación del paisaje, se realizó una evaluación ecológica rápida. Esta, enfocada en un grupo bioindicador como los murciélagos, aprueba realizar comparaciones preliminares entre biotopos y tomar decisiones de conservación local. Para la captura de los murciélagos, se utilizaron redes de niebla que fueron colocadas en diferentes partes del área protegida en estudio a 1100 msnm. Se capturaron un total de 143 individuos representados en 18 especies, tres familias y 12 géneros. La familia más abundante fue Phyllostomidae con 14 especies, siendo *Artibeus jamaicensis* la más abundante.

Palabras clave: Murciélagos, bioindicador, biotopos, fragmentación del paisaje.

BAT POPULATIONS RESPONSE TO LANDSCAPE FRAGMENTATION IN A PREMONTANE RAINFOREST, COSTA RICA

ABSTRACT

In order to describe the composition of the bat community of the Guayabo National Monument to associate it with the fragmentation of the landscape, a rapid ecological evaluation was carried out. Focusing on a bioindicator group such as bats, it approves preliminary comparisons between biotopes and make local conservation decisions. For the capture of the bats, fog networks were used that were placed in different parts of the protected area in study to 1100 meters above sea level. A total of 143 individuals were represented in 18 species, three families and 12 genera. The most abundant family was Phyllostomidae with 14 species, being *Artibeus jamaicensis* the most abundant.

Key words: Bats, Bioindicator, Biotopes, Landscape fragmentation.

RESPOSTA DAS POPULAÇÕES DE MORCEGOS À FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM EM UM FLORESTA TROPICAL PREMONTANO, COSTA RICA

RESUMO

Com o objetivo de descrever a composição da comunidade de morcegos do Monumento Nacional Guayabo para associá-lo à fragmentação da paisagem, realizou-se uma rápida avaliação ecológica. Estes, concentrando-se em um grupo de bioindicadores, como os morcegos, aprova comparações preliminares entre biótopos e tomar decisões de conservação local. Para a captura de morcegos, foram utilizadas redes de névoa que foram colocadas em diferentes partes da área protegida em estudo a 1100 metros ao nível do mar. Um total de 143 indivíduos foram representados em 18 espécies, três famílias e 12 géneros. A família mais abundante foi Phyllostomidae com 14 espécies, sendo *Artibeus jamaicensis* o mais abundante.

Palavras-chave: Bats, bioindicador, biotopos, fragmentação de paisagem.

INTRODUCCIÓN

La evaluación ecológica rápida (EER), además de entregar medidas generales de la biodiversidad del territorio analizado en corto tiempo y con un costo moderado (Benítez, Sánchez y Larrea, 2000; Ochoa, García y Bevilaqca, 2005) busca estimar las amenazas existentes que pueden alterar a un ecosistema en particular, permitiendo que la información derivada pueda ser útil para delimitar reservas naturales, establecer necesidades de manejo y protección de un área de interés y desarrollar programas de mitigación y conservación (Sayre *et al.*, 2000; Ortaz, Machado y Carrillo, 2007).

Este tipo de evaluaciones, enfocadas en un grupo bioindicador como los murciélagos, pueden realizarse con un muestreo estratificado, lo que permite realizar comparaciones preliminares entre biotopos y tomar decisiones de conservación local (Suárez, Racero, Guevara y Ballesteros, 2009).

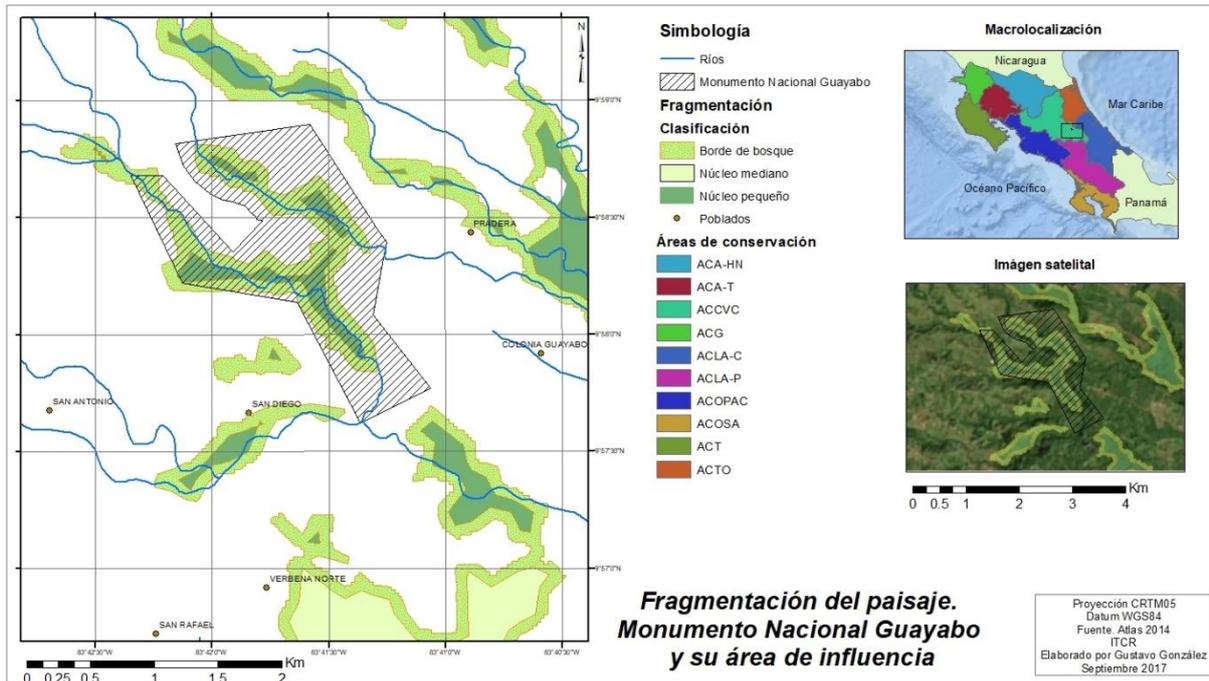
El orden Chiroptera se constituye como uno de los grupos más importantes en la evaluación del impacto de la fragmentación sobre la diversidad del paisaje, ya que son un grupo abundante, diverso y fácil de muestrear y constituye entre un 40 – 50% de los mamíferos de los bosques tropicales (Bejarano, Yate y Bernal, 2007).

La diversidad, abundancia e importancia en ecosistemas tropicales que poseen los murciélagos (Loayza, Ríos y Larrea, 2006; Siles, Rocha, Selaya y Acosta, 2006; Delgado, Machado, García y Ochoa, 2011), los sitúa como organismos de investigación ecológica y sus respuestas a la fragmentación de bosques y perturbación de hábitat (Pérez y Ahumada, 2004; Montero y Sáenz, 2007; Vargas, Aguirre, Galarza y Gareca, 2008). Describir la composición de la comunidad de murciélagos del MNG como respuesta a la fragmentación del paisaje es el objetivo principal de esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. El trabajo se llevó a cabo en el Monumento Nacional Guayabo (MNG), perteneciente al Área de Conservación Cordillera Volcánica Central del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Figura 1). El MNG se sitúa en las zonas de vida bosque pluvial premontano y bosque muy húmedo premontano, es atravesado de noroeste a sureste por el río Guayabo y por la quebrada Lajitas. Según M. Delgado (2008), el Monumento Nacional Guayabo abarca un rango de altitud que va desde los 960 msnm en el límite sur, hasta los 1.300 metros sobre el nivel del mar en el límite norte.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Sitio de muestreo en el MNG y sus comunidades de influencia



Fuente: Elaboración propia.

Los sitios escogidos para el muestreo se basaron en las diferencias de estructura boscosa, paisaje y uso del suelo; delimitando cuatro biotopos: bosque pluvial, bosque pluvial de galería, bordes de bosque y alrededor de edificios. Todos están ubicados dentro del área protegida del MNG.

El Monumento Nacional Guayabo representa un sitio histórico importante para el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, única área silvestre protegida del país dedicada a conservar y proteger el patrimonio arqueológico (La Bastille, 1978). Gracias a esta protección, el área protegida de 232.04 hectáreas, también protege el recurso hídrico y la biodiversidad de la zona (Delgado, 2008). Sin embargo, se encuentra entre un paisaje bruscamente fragmentado, rodeado por usos de la tierra caracterizados por actividades económicas como la agricultura y la ganadería.

Los estudios realizados en el Monumento Nacional Guayabo se enfatizan en la determinación de carga turística (Cifuentes, 1992), mediciones de efectividad de manejo en áreas protegidas (De Faria, 1993), revisiones de géneros de plantas e insectos (Grayum, 1996; Kohlmann y Solís, 1997; Solís y Kohlmann, 2004), estudios de anfibios (Ferrufino y Gómez, 2004) y estudios de arqueología (Obando y Peraldo, 2011); no existe estudio alguno sobre quirópteros en el sitio, ni mucho menos relacionados con la fragmentación del paisaje.

Trabajo de campo. Se realizaron 12 noches de muestreo, tres en cada biotopo, las cuales estaban asociadas con las fases de la luna, tomando en cuenta que la probabilidad de captura se puede ver influenciada por la intensidad lumínica, ya que podría incrementar la probabilidad de detectar las redes (Hecker y Brigham, 1999). Las capturas fueron en las últimas cuatro noches de luna menguante, durante la luna nueva y en los primeros cuatro días de luna creciente durante el período agosto-noviembre del año 2014.

Los ejemplares se capturaron con cinco redes de niebla de 3 metros de altura y 6 metros de ancho. Las redes fueron colocadas en diferentes partes del MNG a 1.100 metros sobre el nivel del mar, considerados como sitios de paso y sitios de oferta alimentaria, a nivel de sotobosque entre las 17:30 horas hasta las 23:00 horas con una distancia aproximada entre puntos de muestreo de 20 metros.

Cada individuo capturado fue identificado hasta nivel de especie. Para dicho proceso de identificación se tomó en cuenta la longitud del antebrazo y tibia, entre otros aspectos mencionados en claves especializadas de identificación de murciélagos de Costa Rica (Timm, LaVal y Rodríguez, 1999; La Val y Rodríguez 2002). Además, se recorrieron los senderos del MNG durante 3 horas diarias por tres días a lo largo del período de estudio, para buscar posibles refugios incluyendo hojas modificadas (Rodríguez, Medellín y Timm, 2007).

Análisis de datos. El estudio de la estructura comunitaria de murciélagos en cada biotopo se realizó a través del índice de diversidad de Simpson y el índice de riqueza de Margalef, siendo comparados utilizando análisis de similitud aplicando el índice de similitud de Jaccard. Se generó una curva de acumulación de especies tomando en cuenta las especies capturadas en relación con las noches de muestreo en cada hábitat muestreado donde se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para medir la correlación entre estas dos variables. Además se utilizó el modelo no paramétrico de χ^2 para comparar la riqueza de especies esperada con la observada mediante el programa Estimate S (Moreno, 2001). Adicionalmente se especificó la categoría trófica de cada especie con ayuda bibliográfica.

RESULTADOS

Riqueza y abundancia de murciélagos en los diferentes biotopos del MNG

Se capturaron un total de 143 individuos representados en 18 especies, tres familias y 12 géneros (Cuadro 1) con un esfuerzo total de muestreo de 330 horas/red. La distribución de sexos fue de 80 machos y 63 hembras, la mayoría adultos (Figura 2). La mayoría de los machos presentaban sus testículos a nivel escrotal y una pequeña cantidad de hembras presentaban preñez o estado de lactancia (6.3% y 15.9% respectivamente) (Figura 3).

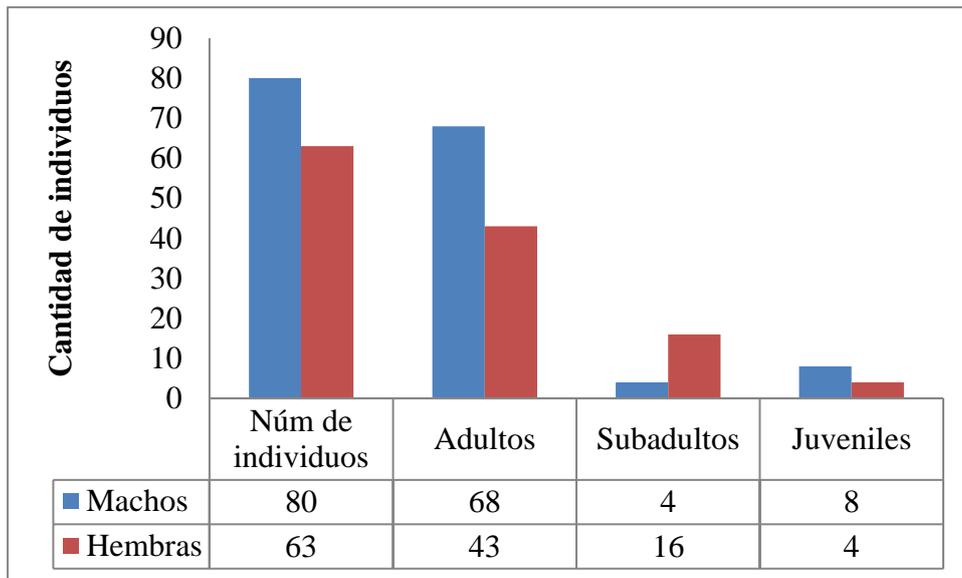
El mayor éxito de captura se obtuvo en el biotopo denominado bosque pluvial de galería, con un total de 63 individuos capturados, representando la totalidad de especies encontradas en el MNG; sin embargo el biotopo que presenta una mayor diversidad es en alrededor de edificios (Cuadro 2). Los biotopos con más similitud son el Bosque Pluvial con el Bosque Pluvial de Galería y el Bosque Pluvial de Galería con el Borde de Bosque, ambos con un 61,11% de semejanza entre especies, los menos parecidos son el Bosque Pluvial con Alrededor de edificios con un 30,77% (Cuadro 3).

Cuadro 1. Composición taxonómica y distribución de la comunidad de murciélagos capturados en diferentes biotopos del Monumento Nacional Guayabo durante agosto-noviembre del 2014

TAXA	CATEGORÍA TRÓFICA	BOSQUE PLUVIAL DE GALERÍA	BORDE DE BOSQUE	BOSQUE PLUVIAL	ALREDEDOR DE EDIFICIOS
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE					
<i>Artibeus jamaicensis</i>	F	X	X	X	X
<i>Dermanura phaeotis</i>	F	X	X	X	X
<i>Carollia castanea</i>	F	X	X	X	X
<i>Platyrrhinus helleri</i>	F	X	X	X	
<i>Platyrrhinus vittatus</i>	F	X	X	X	
<i>Vampyressa thylene</i>	F	X	X		
<i>Desmodus rotundus</i>	H	X	X	X	
<i>Carollia perspicillata</i>	F	X		X	
<i>Mycronycteris microtis</i>	I	X			X
<i>Chiroderma salvini</i>	F	X	X		
<i>Sturnira mordax</i>	F	X			
<i>Sturnira ludovici</i>	F	X			
<i>Dermanura watsoni</i>	F	X	X	X	X
<i>Artibeus lituratus</i>	F	X	X	X	
<i>Glossophaga soricina</i>	N	X	X		X
FAMILIA VESPERTILLIONIDAE					
<i>Myotis albescens</i>	I	X		X	
<i>Myotis keaysi</i>	I	X			
FAMILIA MORMOOPIDAE					
<i>Pteronotus parnellii</i>	I	X		X	
Total de especies en cada biotopo		18	11	11	6
Total de individuos en cada biotopo		63	31	40	8

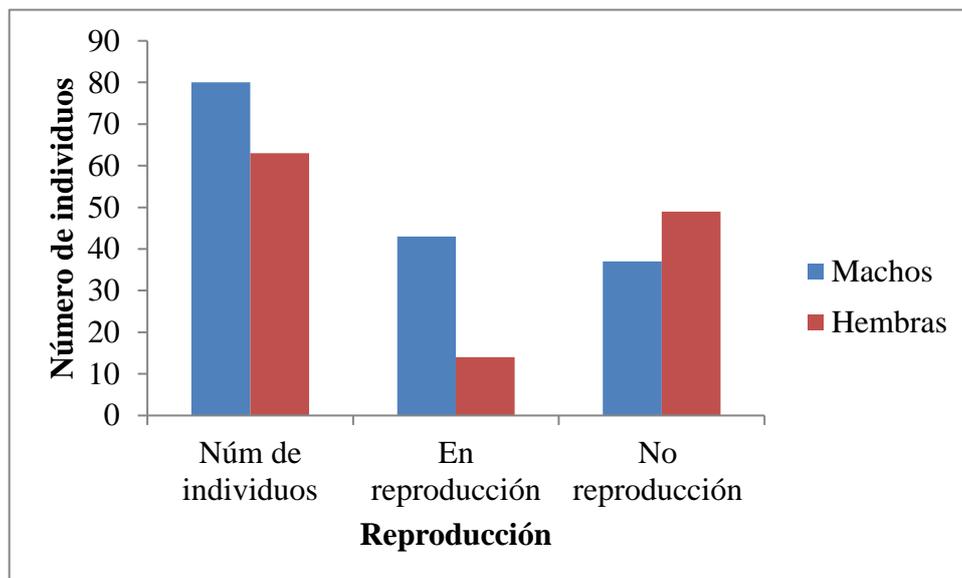
Obs.: I: insectívoro, F: frugívoro, H: hematófago, N: nectarívoro
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Distribución de sexos y edades de los murciélagos capturados del MNG



Fuente: Elaboración propia.

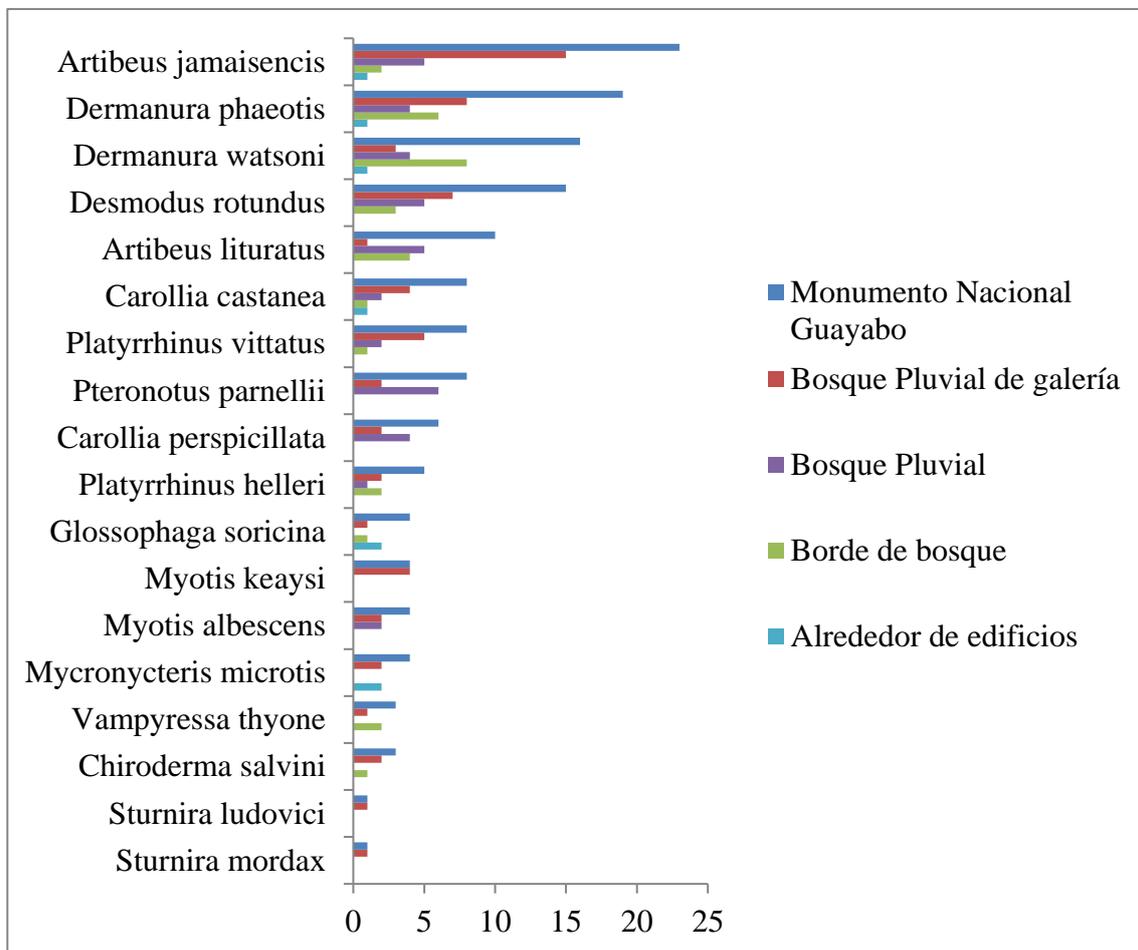
Figura 3. Estado de reproducción de los murciélagos capturados del MNG



Fuente: Elaboración propia.

La familia más abundante fue Phyllostomidae con 14 especies (Figura 4), siendo *Artibeus jamaicensis* la más abundante (Fotografía 1), por otro lado *Sturnira mordax* (Fotografía 2) y *Sturnira ludovici* (Fotografía 3) las menos abundantes; en menor cantidad la familia Mormoopidae con 1 especie: *Pteronotus parnellii*.

Figura 4. Abundancia relativa de la comunidad de murciélagos del Monumento Nacional Guayabo y sus biotopos



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Índices de riqueza y diversidad de los biotopos del MNG

	Bosque Pluvial	Bosque Pluvial de galería	Borde de bosque	Alrededor de edificios
Índice de riqueza de Margalef	10,57	14,96	8,74	3,37
Índice de Diversidad Simpson	0,92	0,91	0,88	0,93

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Índice de similitud de Jaccard entre los biotopos del MNG

Comparación entre biotopos	Índice de Similitud de Jaccard (%)
Pluvial vs Pluvial Galería	61,11
Pluvial Galería vs Borde de bosque	61,11
Pluvial vs Borde de bosque	57,14
Borde de bosque vs Alrededor de edificios	41,67
Pluvial Galería vs Alrededor de edificios	33,33
Pluvial vs Alrededor de edificios	30,77

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1. *Artibeus jamaicensis*. Murciélago más abundante del MNG



Autor: Gustavo Adolfo González Bermúdez.

Fotografía 2. *Sturnira mordax*. Murciélago menos abundante del MNG



Autora: Fabiola Araya.

Fotografía 3. *Sturnira ludovici*. Murciélago menos abundante del MNG

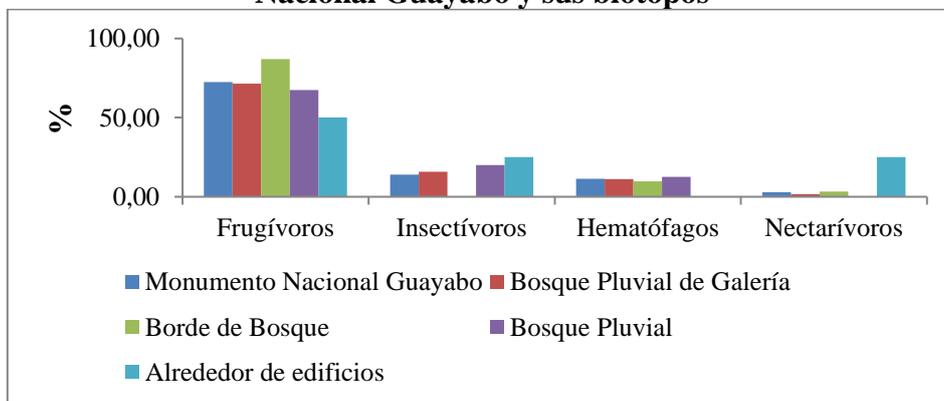


Autora: Fabiola Araya.

Estructura trófica de los murciélagos del MNG y sus diferentes biotopos

La estructura trófica de las especies capturadas en el Monumento Nacional Guayabo se compone de 72.5% de frugívoros, 14.1% de insectívoros, 11.3% de hematófagos y 2.8% de nectarívoros. La distribución trófica de las especies capturadas en el bosque pluvial de galería está conformada por frugívoros (71.4%), insectívoros (15.9%), hematófagos (11.1%) y nectarívoros (1.6%); mientras que el bosque pluvial está compuesto de igual manera por frugívoros (67.50%), insectívoros (20%) y hematófagos (12.50%); en el borde de bosque se presenta un 87.1% de frugívoros, 9.7% de hematófagos y 3.2% de nectarívoros; por último alrededor de los edificios por un 50% de frugívoros y un 25% de insectívoros y nectarívoros (Figura 5).

Figura 5. Estructura trófica de la comunidad de murciélagos del Monumento Nacional Guayabo y sus biotopos

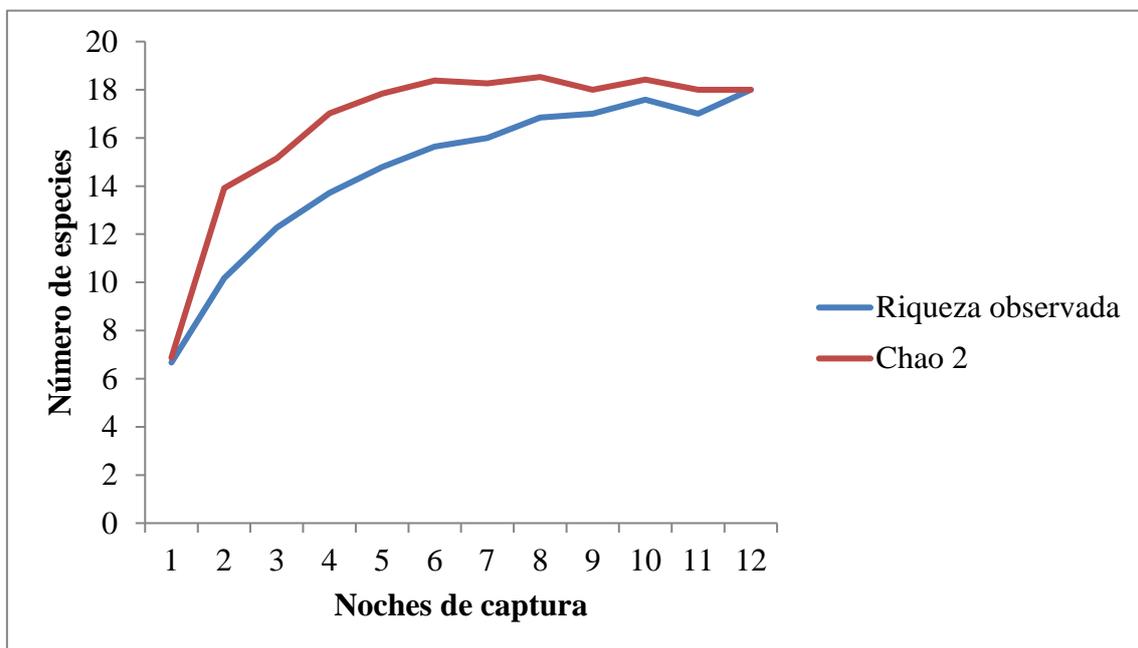


Fuente: Elaboración propia.

Relación entre las noches de muestreo y el número de especies capturadas

La curva de acumulación de especies (Figura 6) refleja una asociación positiva en cuanto al número de especies relacionado a las noches de muestreo. El coeficiente de correlación de Spearman nos explica que por cada noche de muestreo, aumenta en 0,58 el número de especies y nos indica que el 73% de la variabilidad en el número de especies se explica por las noches de muestreo; por lo tanto existen otras variables que modifican y explican la variabilidad del número de especies del MNG ($y=0,5839x+12,455$ $R^2 = 0,736$) como la metodología utilizada y los sitios donde se realiza el muestreo.

Figura 6. Curva de acumulación de especies de murciélagos a razón del número de noches muestreadas en el MNG durante agosto-noviembre del 2014 y su comparación con modelos no paramétricos



Fuente: Elaboración propia.

Refugios

Los refugios de murciélagos encontrados en el MNG (Figura 7) se muestran en dos tipos de infraestructuras humanas y en tres tipos de arquitectura en hojas de plantas (Cuadro 5). En las edificaciones se pudieron observar murciélagos usando el refugio como tipo comedero, por otro lado, en ninguna de las hojas modificadas se encontraron murciélagos.

Figura 6. Curva de acumulación de especies de murciélagos a razón del número de noches muestreadas en el MNG durante agosto-noviembre del 2014 y su comparación con modelos no paramétricos



Fuente: Elaboración propia.

Obs.: A: Casas; B: Arquitectura apical en *Philodendron jodavisanum*; C: Arquitectura bífida en *Asplundia sleeperae*; D: Arquitectura apical en *Heliconia sp.*; E: Puentes; F: Arquitectura Bote/Apical en *Heliconia sp.*

Cuadro 5. Tipos de refugios encontrados en el MNG y posibles especies que puedan ocuparlo

Tipo de refugio	Cantidad	Posibles especies	
Casas	3	<i>M. microtis</i> , <i>G. soricina</i>	
Puentes	2	<i>Dermanura sp.</i> , <i>P. helleri</i>	
Hojas modificadas	51		
Tipo de arquitectura		Planta	
Bote/Apical	2	<i>A. jamaicensis</i> , <i>D. watsoni</i> , <i>V. thyone</i>	<i>Heliconia sp</i>
Apical	9	<i>A. jamaicensis</i> , <i>D. watsoni</i> , <i>D. phaeotis</i> , <i>V. thyone</i>	<i>Heliconia sp</i>
Apical	23	<i>A. jamaicensis</i> , <i>D. watsoni</i> , <i>D. phaeotis</i> , <i>V. thyone</i>	<i>Philodendron jodavisanum</i>
Bífida	17	<i>A. watsoni</i>	<i>Asplundia sleeperae</i>

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

A pesar de ser un área protegida pequeña, altamente perturbada y además ubicada por encima de los 1000 m de altitud, la diversidad de murciélagos del Monumento Nacional Guayabo es realmente destacable. En efecto, la composición de especies del lugar comparada con otros estudios con mayor cobertura boscosa y mayor esfuerzo de muestreo (Pérez y Ahumada, 2004), es apreciablemente mayor, representando el 16% de especies de murciélagos del país.

La mayoría de las especies capturadas correspondieron al gremio de los frugívoros. Estos individuos están ampliamente distribuidos en la familia Phyllostomidae, un grupo endémico del continente americano (Acosta y Aguanta, 2006). Se ha demostrado que en ambientes sucesionales primarios y medios se presenta alta proliferación de plantas de los géneros *Cecropia*, *Piper* y *Solanum*, que producen muchos frutos (Fleming, 1988; Vargas, Medellín, Escalona y Interián, 2009). Esta disponibilidad alimenticia promueve la presencia y abundancia de murciélagos filostómidos oportunistas frugívoros que tienen la capacidad de atravesar áreas abiertas y perturbadas (Brosset, Charles, Cockle, Cosson y Masson, 1996; Medellín, Equiua y Amin, 2000; Willig et al. 2007).

Sin embargo, existe la posibilidad de que la distribución de gremios pueda variar según la estacionalidad o temporada de muestreo (García y Santos, 2014) además del método que se use, ya que las redes de niebla colocadas en sotobosque son las herramientas más efectivas para capturar murciélagos filostómidos (Sélem, Garrido, Hernández, Chablé y Órtiz, 2012), siendo este el método de captura utilizado en este trabajo. Desde el punto de vista del número de especies, los frugívoros son los más importantes y cualquier cambio en el número de especies o en la abundancia de cada una de ellas incidirá de manera directa en la estructura y composición de la comunidad completa (Pérez y Ahumada, 2004).

Las dos especies más abundantes fueron *A. jamaicensis* y *D. phaeotis*. En Costa Rica, *A. jamaicensis* es de abundante a común en todos los hábitats hasta unos 1700 metros, al igual que en nuestro sitio de estudio, su abundancia es significativa en zonas alteradas como cafetales (Cruz, Lorenzo, Soto, Naranjo y Ramírez, 2004). *D. phaeotis*, que igualmente es de abundante a común en bosques de tierras bajas de todo el país y en hábitats alterados (La Val y Rodríguez, 2002) también es considerada como buena contribuyente en la germinación de especies vegetales consumidas, especialmente con el género *Ficus* (Salas, 2008; Moreno, 2011), la cual se encuentra de manera numerosa en la zona de investigación.

La especie *D. watsoni* es considerada como rara en medios alterados (La Val y Rodríguez, 2002). Sin embargo, en el MNG es la tercera especie más abundante; esto puede ser debido a la gran cantidad de plantas de familias como Heliconiaceae, Araceae, Arecaceae, Piperaceae y Melastomataceae presentes en el MNG (Delgado, 2008) que favorecen a la especie por su utilidad como refugio (Rodríguez, Medellín y Timm, 2007). La otra especie con abundancia considerable es *D. rotundus*, la cual es de común a abundante donde hay ganado (La Val y Rodríguez, 2002) y la ganadería de leche es una de las actividades principales de las comunidades del norte y oeste del MNG (Delgado, 2008). Según J. Galindo (2004), las especies *Pteronotus parnellii*, *Glossophaga soricina*, *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus*, son especies que se consideran adaptables a perturbaciones o fragmentaciones de bosque; siendo estas comunes en el área de estudio.

Por otro lado, especies como *S. ludovici*, *M. keaysi* y *V. thyone* se clasifican como dependientes del hábitat en conjunto con *M. albescens* que se le asocia a bosque primario (La Val y Rodríguez, 2002); estas especies se consideran raras en el MNG y sus bajas tasas de captura pueden relacionarse con su movilidad limitada (Meyer y Kalko, 2008). *Micronycteris microtis* es capaz de persistir en pequeños parches de bosque (Albrecht, Meyer y Kalko, 2007), lo que seguramente con un mayor esfuerzo de muestreo esta especie tenderá a aumentar su abundancia.

El biotopo con mayor número en individuos y especies fue el Bosque Pluvial de Galería, un bosque secundario con tres estratos diferenciados por donde cursan cuerpos de agua. Este factor, en conjunto con la vegetación asociada, que lo diferencia de los demás biotopos, tiene gran importancia para los murciélagos, ya que representa en gran medida un recurso alimenticio (Kraker, Santos y García, 2013; Montañez y Martínez, 2013). Sin embargo, según el índice de Simpson, el biotopo con mayor diversidad fue “Alrededor de Edificios”; este índice muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie, por ende a medida que aumenta el número de especies, las especies más raras tienen menos peso en la muestra y se obtienen valores más bajos de las especies abundantes y muy abundantes (Villarreal *et al.*, 2006).

Alrededor de los edificios se capturaron 8 individuos pertenecientes a 6 especies, es por eso que las probabilidades de sacar dos individuos de esta muestra, no pertenezcan a la misma especie. Los biotopos con mayor similitud son el Bosque Pluvial con el Bosque Pluvial de Galería, estos dos biotopos se encuentran relativamente cerca uno del otro y los recursos alimenticios y de refugio se traslapan entre estos biotopos; es posible que estos biotopos sea donde hayan más tipos de hábitats y nichos concentrados (Roncancio y Estévez, 2007).

Los otros biotopos que más se asemejan son el Bosque Pluvial con el Borde de Bosque, esto se define porque los bordes de bosque se relacionan con los murciélagos frugívoros más que con cualquier otro gremio (Estrada, Pérez y Stevenson, 2007) y estos fueron los murciélagos con mayor dominancia en ambos biotopos; además que, en relación con los cambios en vegetación de matriz a borde, las especies generalistas se ven favorecidas gracias a las contribuciones obtenidas al cruzar los bordes (Otárola y López, 2005).

La mayoría de machos capturados estaban en época de reproducción. Los murciélagos filostómidos muestran un ciclo reproductivo bimodal, teniendo actividad reproductiva a finales de la época lluviosa y principios de la época seca (La Val y Rodríguez, 2002), además que tienen una relación estrecha con la disponibilidad de alimento (Barboza y Aguirre, 2010).

La curva de acumulación de especies, como una función del esfuerzo de captura, alcanzó la asíntota en la séptima noche de muestreo, hasta ese momento se reflejó una heterogeneidad en la composición de la comunidad, lo que indica que es posible que falten especies por capturar, aunque el modelo no paramétrico nos infiere la misma cantidad de especies que la observada. El faltante 27% de la variabilidad en el número de especies de murciélagos del MNG se podría explicar por las horas de muestreo (Sánchez, Rivas y Cadena, 1993), las fases de la luna (Hecker y Brigham, 1999), el tipo de bosque (Galindo, 2004; Mena, 2010), la altitud (Arango, 1990) y los instrumentos de captura (De Paz, De Lucas y Moreno, 2012).

RECOMENDACIONES

Para incrementar el número de especies del MNG se recomienda realizar un inventario que tenga como duración de al menos 1 año. A demás de optar por otras herramientas de muestreo como grabadores de sonidos y trampas arpa. A demás de muestrear sitios de conectividad con otras Áreas Silvestres Protegidas o parches de bosques privados. La entidad debería tener dentro de su personal a alguien capacitado para realizar este tipo de estudios; buscar financiamiento para la compra de este equipo o solicitarlo al Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

También se recomienda incluir a los murciélagos, su importancia social y ambiental, en las actividades vinculadas con las comunidades que genere información mediante boletines, talleres y charlas. Así como, a expensas de que se destruirán las casas que sirven como refugio de algunos murciélagos, construir “cajas nido” e instalarlas y monitorearlas cerca de las casas.

Se sugiere que la especie *Chiroderma salvini* (Fotografía 4), por ser la más rara, sea la especie emblema o “bandera” de murciélago del MNG y así tratar de buscar financiamiento en relación a los vacíos de información que posee esta especie en su historia natural.

Con los incrementos de la población humana en zonas rurales, la tendencia a la ampliación de la frontera agrícola es cada vez mayor, poniendo en peligro la biodiversidad de las zonas protegidas. Por esta razón, es importante conocer la diversidad de las especies en los bosques fragmentados vecinos, lo cual permitirá contar con información valiosa para el diseño de estrategias de conservación en este tipo de paisajes, como la construcción de corredores biológicos.

Este trabajo contribuye con información original sobre el uso de hábitat por los murciélagos en paisajes tropicales fragmentados por encima de los 1000m de altitud, la cual puede ser reevaluada posteriormente, para conocer el impacto de la fragmentación en la supervivencia de estos mamíferos en el mediano y en el largo plazo.

Fotografía 4. *Chiroderma salvini*. Murciélago más raro del MNG, recomendado como especie bandera



Autora: Fabiola Araya.

CONCLUSIONES

Gracias a esta investigación se concluye que:

1. Las especies de murciélago del MNG más abundante son *Artibeus jamaicensis*, *Dermanura phaeotis* y *Dermanura watsoni*.
2. El Bosque Pluvial de Galería representa el biotopo con más abundancia de especies e individuos del Monumento Nacional Guayabo
3. Las edificaciones que se encuentran dentro del MNG representan un factor importante para el refugio de murciélagos, siendo este biotopo el que presenta el mayor índice de diversidad.
4. El Bosque Pluvial con el Bosque Pluvial de Galería y el Bosque Pluvial de Galería con el Borde de Bosque son los biotopos que más se asemejan en cuanto a la estructura comunitaria, con un 61,11% de similitud.
5. El gremio que más abunda son los frugívoros y las especies que más abundan pertenecen a especies que se adaptan a ambientes alterados, considerando al área protegida del MNG como una zona alterada.
6. La elevada abundancia de este grupo de filostómidos en el MNG sugiere que aún existe un potencial regenerativo en el ecosistema.
7. Existen tres especies biotopo-específicas pertenecientes al Bosque Pluvial de Galería: *Sturnira ludovici*, *S.mordax* y *Myotis keaysi*.
8. El modelo no paramétrico utilizado para verificar la riqueza de especies, nos indica la misma cantidad de especies que la observada, deduciendo que si existen otras especies en el área son relativamente pocas o ninguna otra.
9. Los esfuerzos de conservación deben centrarse en la preservación del hábitat del MNG en lugar de tratar de minimizar la fragmentación de bosques vecinos. Todos los fragmentos de bosque ya existentes tienen valor ecológico y deben ser considerados en los planes de conservación de las instancias gubernamentales regionales.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Luis; AGUANTA, Franklin. Un nuevo aporte en el conocimiento de la dieta de los murciélagos frugívoros *Artibeus lituratus* y *A. jamaicensis*. *Kempffiana*, 2006, vol. 2, n° 1, p. 127-133.

ALBRECHT, Larissa; MEYER, Cristoph; KALKO, Elisabeth. Differential mobility in two small phyllostomid bats, *Artibeus watsoni* and *Micronycteris microtis*, in a fragmented Neotropical landscape. *Acta Theriologica*, 2007, vol. 52, n° 2, p. 141–149.

ARANGO, Javier. Diversidad y hábitos alimenticios de murciélagos en transectos altitudinales a través de la Cordillera Central de los Andes en Colombia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 1990, vol. 25, n° 1, p. 1-17.

BARBOZA, Kathrin; AGUIRRE, Luis. Patrones reproductivos del murciélago frugívoro de cola corta (*Carollia perspicillata*) relacionados con la fenología de *Piper* en un bosque montano de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 2010, vol. 27, n° 1, p. 43-52.

BEJARANO, David; YATE, Alexander; BERNAL, Manuel. Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento de Tolima, Colombia. *Caldasia*, 2007, vol. 29, n° 2, p. 297-308.

BENÍTEZ, Verónica; SÁNCHEZ, Didier; LARREA, Mario. Evaluación ecológica rápida de la avifauna en el Parque Nacional Llanganates. In VÁSQUEZ, M.; LARREA, M.; SUÁREZ, L. *Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*. Quito: EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario Nacional del Ecuador, MECN e IIRR, 2000, p 109-128.

BROSSET, André; CHARLES, Pierre; COCKLE, Anya; COSSON, Jean; MASSON, Didier. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology*, 1996, vol. 74, n° 11, p. 1974-1982.

CIFUENTES, Miguel. *Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas*. Tesis de Turrialba: CATIE, 1992, 23 p.

DE FARIA, Helder. *Elaboración de un procedimiento para medir la efectividad de manejo de áreas silvestres protegidas y su aplicación en dos áreas protegidas de Costa Rica*. Tesis de maestría. Turrialba: CATIE, 1993, 167 p.

CRUZ, Laura; LORENZO, Consuelo; SOTO, Lorena; NARANJO, Eduardo; RAMÍREZ, Neptalí. Diversidad de Mamíferos en Cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona. Chiapas. México. *Acta Zoológica Mexicana*, 2004, vol. 20, n° 1, 63-81.

DELGADO, Mariana; MACHADO, Marjorie; GARCÍA, Franjer; OCHOA, José. Murciélagos (Chiroptera: Mammalia) del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: listado taxonómico y estudio comunitario. *Revista Biología Tropical*, 2006, vol. 59, n° 4, p. 1757-1776.

DELGADO, Manuel. *Propuesta de Plan General de Manejo del Monumento Nacional Guayabo*. Tesis de Licenciatura. San José: Universidad Estatal a Distancia, 2008, p. 121.

DE PAZ, Óscar; DE LUCAS, Jesús; MORENO, María. Distribución de los quirópteros (Mammalia: Chiroptera) en el Parque Natural de la Serranía de Cuenca, España central. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, 2012, vol. 106, n° 1, p. 101-111.

ESTRADA, Sergio; PÉREZ, Jairo; STEVENSON, Pablo. Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotropicos*, 2007, vol. 20, n° 1, p. 1-14.

FERRUFINO, Lilian; GÓMEZ, Jorge. Estudio morfológico de *Smilax* L. (Smilacaceae) en Costa Rica, con implicaciones sistemáticas. *Lankesteriana*, 2004, vol. 4, n° 1, p. 5-36.

FLEMING, Theodore. *The short-tailed fruit bat: a study in plantanimal interactions*. Chicago, Illinois: University of Chicago Press, 1998, p. 380.

GALINDO, Jorge. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*, 2004, vol. 20, n° 2, p. 239-243.

GARCÍA, José Luis; SANTOS, Antonio. Variación estacional en la diversidad y composición de ensambles de murciélagos filostómidos en bosques continuos y

fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2014, vol. 85, n° 1, p. 228-241.

GRAYUM, Michael. Revisión de *Philodendron* subgénero *Pteromischum* (Araceae) para el Pacífico y el Caribe de América tropical. *Systematic Botany*, 1996, vol. 47, n° 1, p. 1-233.

HECKER, Kerry; BRIGHAM, Mark. Does moonlight change vertical stratification of activity by forest-dwelling insectivorous bats? *Journal of Mammalogy*, 1999, vol. 80, n° 4, p. 1196-1201.

KOHLMANN, Berth; SOLÍS, Angel. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia*, 1997, vol. 8, n° 47, p. 343-382.

KRAKER, Cristian; SANTOS, Antonio; GARCÍA, José Luis. Riqueza de especies y actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales en Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 2013, vol. 20, n° 2, p. 255-267.

LA BASTILLE, Anne. *Facetas de conservación de Áreas Silvestres en el área Centroamericana*. Turrialba: CATIE, 1978, 41 p.

LA VAL, Richard; RODRÍGUEZ, Bernal. *Murciélagos de Costa Rica*. Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad, 2002, p. 320.

LOAYZA, Andrea; RÍOS, Rodrigo; LARREA, Daniel. Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la estación biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 2006, vol.41, n° 1, p. 7-23.

MEDELLÍN, Rodrigo; EQUIHUA, Miguel; AMIN, Miguel. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 2000, vol. 14, n° 6, p. 1666-1675.

MENA, José Luis. Respuesta de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 2010, vol. 17, n° 3, p. 277-284.

MEYER, Cristoph; KALKO, Elisabeth. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography*, 2008, vol. 35, n° 9, p. 1711-1726.

MONTAÑEZ, Alain; MARTÍNEZ, Roberto. La naturaleza como víctima de la conquista Española caso: los murciélagos. *Telos*, 2013, vol. 15, n° 2, p. 153-164.

MONTERO, Jorge; SÁENZ, Joel. Riqueza, abundancia y diversidad de murciélagos en diferentes hábitats y su relación con la forma y el tamaño de los fragmentos en una zona de bosque tropical seco de Costa Rica. In Harvey, A. & Sáenz, J. *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Instituto Nacional de Biodiversidad Heredia: Editorial INBio, 2007, p. 393-419.

MORENO, Claudia. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2001, 83 p.

MORENO, Eyda. *Papel de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en la Reserva Forestal Natural del Yotoco, Municipio del Yotoco, Colombia*. Tesis de Magíster en Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2011, p. 110.

OBANDO, Luis; PERALDO, Giovanni. Geo-arqueología del Monumento Nacional Guayabo (MNG), Turrialba, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 2011, vol. 44, n° 1, p. 119-130.

OCHOA, José; GARCÍA, Franger; BEVILAQUA, Mariapía. Evaluación ecológica rápida de las comunidades de mamíferos en cinco localidades del delta del Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 2005, vol. 30, n° 8, p. 466-475.

ORTAZ, Mario; MACHADO, Allison; CARRILLO, Víctor. Evaluación ecológica rápida de la ictiofauna en cinco localidades del delta del río Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 2007, vol. 32, n° 9, p. 601-609.

OTÁROLA, Aída; LÓPEZ, Hugo. Relación del gradiente interior-borde de fragmentos de bosque andino sobre la comunidad de murciélagos en Encino (Santander, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 2005, vol. 10, n° 1, p. 67-85.

PÉREZ, Jairo; AHUMADA, Jorge. Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana*, 2004, vol. 9, n° 1, p. 33-46.

RONCANCIO, Nestor; ESTÉVEZ, Jaime. Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de Aliso. *Boletín Científico. Museo de Historia Natural*, 2007, vol. 11, n° 1, p. 131-143.

RODRÍGUEZ, Bernal; MEDELLÍN, Rodrigo; TIM, Robert. *Murciélagos neotropicales que acampan en hojas*. Heredia: INBio, 2007, p. 178.

SALAS, Jaime. Murciélagos del Bosque Protector Cerro Blanco (Guayas-Ecuador). *Quiróptera Neotropical*, 2008, vol. 14, n° 2, p. 397-402.

SÁNCHEZ, Pedro; RIVAS, Pilar; CADENA, Alberto. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la serranía de La Macarena (Meta-Colombia). *Caldasia*, 1993, vol. 17, n° 2, p. 301-312.

SAYRE, Roger; ROCA, Ellen; SEDAGHATKISH, Gina; YOUNG, Bruce; KEEL, Shirley; ROCA, Roberto; SHEPAR, Stewart; LOVEJOY, Thomas. *Nature in focus: rapid ecological assessment*. Washington: Island Press, 2000. 202 p.

SÉLEM, Celia; GARRIDO, Juan; HERNÁNDEZ, Silvia; CHABLÉ, Juan; ÓRTIZ, Juan. Riqueza y abundancia de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México. *Bioagrobiencias*, 2012, vol. 5, n° 1, p. 11-14.

SILES, Lizette; ROCHA, Norka; SELAYA, Angela; ACOSTA, Luis. Estructura de la comunidad, monitoreo y conservación de los murciélagos del PN- ANMI KaaIya del Gran Chaco (Bolivia). *Revista electrónica Manejo de Fauna Silvestre en Latinoamérica*, 2006, vol. 1, n° 1, p. 101-110.

SOLÍS, Angel; KOHLMANN, Bert. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia*, 2004, vol. 11, n° 52, p. 1-73.

SUÁREZ, Elkin; RACERO, Javier; GUEVARA, Giovanni; BALLESTEROS, Jesús. Evaluación ecológica rápida de los quirópteros del parque ecológico de Montelíbano, Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 2009, vol. 2, n° 4, p. 437-449.

TIMM, Robert; LAVAL, Richard; RODRÍGUEZ, Bernal. Clave de Campo para Murciélagos de Costa Rica. *Brenesia*, 1999, vol. 52, n° 1, p. 1-32.

VARGAS, Aideé; AGUIRRE, Luis; GALARZA, Isabel; GARECA, Edgar. Ensamblaje de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 2008, vol. 15, n° 2, p. 297-308.

VARGAS, Jorge; MEDELLÍN, Rodrigo; ESCALONA, Griselda; INTERIÁN, Ludivina. Vegetation complexity and bat-plant dispersal in Calakmul, Mexico. *Journal of Natural History*, 2009, vol. 43, n° 3-4, p. 219-243.

VILLARREAL, Héctor; ÁLVAREZ, Mauricio; CÓRDOBA, Sergio; ESCOBAR, Federico; FAGUA, Giovanni; GAST, Fernando; MENDOZA, Humberto; OSPINA, Mónica; UMAÑA, Ana. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. In VILLA, C. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., 2006, p. 185-198.

WILLIG, Michael; PRESLEY, Steven; BLOCH, Christopher; HICE, Christine; YANOVIK, Stephen; DIAZ, Mónica; CHAUCA, Lily; WEAVER, Scott. Phyllostomid Bats of Lowland Amazonia: Effects of Habitat Alteration on Abundance. *Biotropica*, 2007, vol. 39, n° 6, p. 737-746.

© Copyright Gustavo Adolfo González Bermúdez y Revista *GeoGraphos*, 2018. Este artículo se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



GIECRYAL

GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE
ESTUDIOS CRÍTICOS Y DE AMÉRICA LATINA