

Investigación y Conservación  
sobre **Murciélagos**  
en el Ecuador



Diego G. **Tirira** y  
Santiago F. **Burneo**  
Editores

**Tirira y Burneo**

Editores

Investigación y Conservación sobre  
**Murciélagos en el Ecuador**



2012

**Diego G. Tirira y Santiago F. Burneo**

**Editores**

**INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN  
SOBRE MURCIÉLAGOS  
EN EL ECUADOR**

**PUBLICACIÓN ESPECIAL**

**9**

**2012**

**Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Fundación Mamíferos y Conservación  
Asociación Ecuatoriana de Mastozoología**

# INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN SOBRE MURCIÉLAGOS EN EL ECUADOR

## PUBLICACIÓN ESPECIAL

9

Las “publicaciones especiales” sobre los mamíferos del Ecuador son de aparición ocasional.

Todos los derechos reservados. Se prohíbe su reproducción total o parcial por cualquier mecanismo, físico o digital.

© Fundación Mamíferos y Conservación, Quito, Ecuador, 2012.

Por favor, se sugiere que cite esta obra de la siguiente manera:

Si cita toda la obra:

Tirira, D. G. y S. F. Burneo (eds.). 2012. Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9. Quito.

Si cita un artículo:

Autor(es). 2012. Título del artículo. Pp. 00–00, *en*: Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador (D. G. Tirira y S. F. Burneo, eds.). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9. Quito.

Esta publicación puede ser obtenida por medio de intercambio con publicaciones afines, o bajo pedido a:

Fundación Mamíferos y Conservación  
mamiferos@mamiferosdeecuador.com  
www.editorial.murcielagoblanco.com

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
fcen@puce.edu.ec  
www.puce.edu.ec

|                        |  |
|------------------------|--|
| Editores:              | Diego G. Tirira (diego_tirira@yahoo.com).<br>Santiago F. Burneo (sburneo@puce.edu.ec). |
| Diseño de portada:     | Christian Tufiño.  |
| Artes y diagramación:  | Editorial Murciélago Blanco.   |
| Elaboración de mapas:  | Santiago F. Burneo y Diego G. Tirira.  |
| Foto de portada:       | <i>Lonchophylla handleyi</i> (Chiroptera, Phyllostomidae)/Diego G. Tirira.             |
| Foto de contraportada: | <i>Trachops cirrhosus</i> (Chiroptera, Phyllostomidae)/Diego G. Tirira.                |

# EFECTO DE BORDE SOBRE MURCIÉLAGOS FILOSTÓMIDOS EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

## EDGE EFFECT ON PHYLLOSTOMIDS BATS IN THE ECUADORIAN AMAZON

Gabriela Toscano<sup>1</sup> y Santiago F. Burneo<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Quito, Ecuador.

<sup>2</sup> Museo de Zoología, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Quito, Ecuador.

<sup>3</sup> Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador.

Correo electrónico de contacto: gaby\_toscanom@yahoo.com

### RESUMEN

Se analizó la composición y abundancia de murciélagos de la familia Phyllostomidae a lo largo de un gradiente de distancia de 1 200 m, a partir de una carretera construida en Chiro Isla (Orellana, Ecuador), para determinar un posible efecto de borde. También se analizó la distribución de especies en diferentes tipos de hábitat (bosque de tierra firme, bosque temporalmente inundado, pantano y cuerpos de agua). Con el uso de redes de neblina se capturaron 253 individuos pertenecientes a tres familias, 36 especies y seis gremios alimenticios; de los individuos capturados, 249 correspondieron a la familia Phyllostomidae, distribuidos dentro de 33 especies. La riqueza de especies fue mayor en el bosque de tierra firme, aunque los cuerpos de agua presentaron alta riqueza, a pesar de los pocos puntos de muestreo. Las especies mayormente capturadas fueron *Carollia brevicauda*, *C. castanea*, *Artibeus obscurus* y *Rhinophylla pumilio*, las cuales representaron el 52% del total de capturas (n = 129). Los histogramas de frecuencias de captura muestran claramente que hay una tendencia a disminución de la abundancia de especies comunes con la distancia desde el borde de bosque. Los murciélagos nectarívoros (subfamilias Glossophaginae y Lonchophyllinae) están ausentes en las cercanías al borde y están mejor representados hacia los 900 m de distancia. Especies con necesidades de hábitat y alimento especializadas, características de interior de bosque, como *Chrotopterus auritus*, *Tonatia saurophila* y *Vampyrum spectrum*, fueron encontradas a partir de los 300 m de distancia, lo cual sugiere que desde este punto se trata de un bosque poco perturbado. Especies de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae (Frugívoros Recogedores de Sotobosque) están ampliamente distribuidas en todo el gradiente de distancia, pero su abundancia es mayor en los primeros 100 m y disminuye hacia el interior. *Carollia brevicauda* estuvo presente en todas las distancias y hábitats analizados; sin embargo, la mayor abundancia de esta especie y de *Artibeus obscurus* se observó en los primeros 100 m y decreció marcadamente hacia los 1 000 m de distancia. Los resultados obtenidos demostrarían que estas especies pueden ser buenas indicadoras de fragmentación de hábitats.

**Palabras claves:** Carollinae, Chiro Isla, diversidad, provincia de Orellana, Stenodermatinae.

*Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador* (D. G. Tirira y S. F. Burneo, eds.).  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y  
Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.

Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9: 47–60, Quito (2012).

## ABSTRACT

We analyzed Phyllostomidae composition and abundance along a gradient from the forest edge to the interior of 1,200 m in Chiro Isla (Orellana, Ecuador) in order to assess a possible border effect due to the construction of a road. We also analyzed the distribution of four habitat types (terra firme, temporarily flooded forest, swamp and water bodies). By mist-netting, 253 individuals were captured belonging to three families, 36 species and six feeding guilds; 249 individuals and 33 species belonging to the Phyllostomidae. Species richness was greater within terra firme forest, but also water bodies were relatively rich despite few sampling points. *Carollia brevicauda*, *C. castanea*, *Artibeus obscurus* and *Rhinophylla pumilio* were the most abundant species, representing 52% of all captures ( $n = 129$ ). Capture frequency histograms show a tendency to diminish abundance of common species towards the forest interior. Nectarivorous species (Glossophaginae and Lonchophyllinae) were absent near the forest edge, being captured 900 m away from the road. Species with specialized habitat and feeding requirements like *Chrotopterus auritus*, *Tonatia saurophila*, and *Vampyrum spectrum*, were found 300 m away from the edge, suggesting that this could be an undisturbed forest. Species of the subfamilies Carollinae and Stenodermatinae (categorized as gleaning frugivores that typically specialize on highly cluttered landscapes) were widely distributed along the gradient, but more often captured within the first 100 m of disturbed areas, diminishing towards 1,000 m in the intact interior. *Carollia brevicauda* was present at all distances and habitat types. This species along with *Artibeus obscurus* were more abundant in the first 100 m from edges. Thus, these species appear to be useful indicators of habitat disruption.

**Keywords:** Carollinae, Chiro Isla, diversity, edge effect, Orellana Province, Stenodermatinae.

## INTRODUCCIÓN

Efecto de borde se define como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes o cualquier cambio en la distribución de una variable que ocurre en la transición entre hábitats (López-Barrera, 2004). Los bordes influyen sobre una serie de procesos ecológicos que tienen un efecto sobre la diversidad y regeneración de los bosques, así como también se observan cambios sobre condiciones abióticas como intensidad de luz, viento, temperatura, humedad y en los flujos de nutrientes y contaminantes (Dale *et al.*, 2000; Weathers *et al.*, 2001).

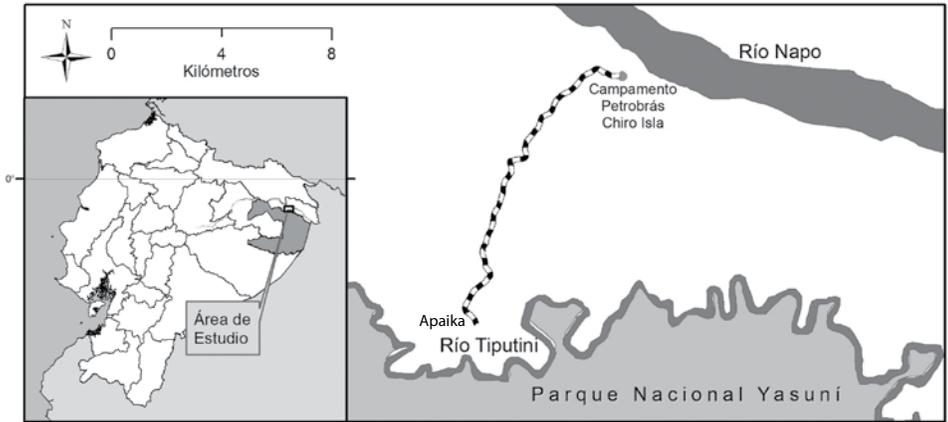
Las carreteras son predominantes en muchos paisajes, cuya presencia se encuentra en constante incremento; por lo general, están asociadas con efectos negativos en la integridad biótica, como dispersión de especies exóticas y modificaciones en la conducta de los animales al ocasionar cambios en el área de vida, movimientos, éxito reproductivo y respuestas de escape (Trombulak y Frissell, 2000).

La familia más diversa de murciélagos en el neotrópico es Phyllostomidae, la cual abarca más del 60% de las especies de murciélagos de Sudamérica (Fenton *et al.*, 1992). Debido a su amplia radiación ecológica, los murciélagos filostómidos

muestran una alta diversidad taxonómica y ecológica. Además de ser abundantes, son fáciles de capturar en redes de neblina, son tróficamente diversos y participan en procesos que contribuyen a la regeneración rápida de los bosques (Cosson *et al.*, 1999; Medellín *et al.*, 2000), por lo cual tienen un gran potencial como indicadores de perturbación ambiental, con un rol importante en el mantenimiento de la diversidad de los trópicos (Medellín *et al.*, 2000). La declinación en el número de individuos o especies de murciélagos es una consecuencia directa de la alteración, fragmentación o deterioro de sus hábitats (Wickramasinghe *et al.*, 2003), causadas principalmente por actividades antropogénicas.

En estudios donde se han utilizado a los murciélagos como indicadores de perturbación para evaluar el estado de conservación de áreas determinadas, se ha encontrado una correlación entre la perturbación del bosque y la riqueza y abundancia de murciélagos, lo cual demuestra que la especialización ecológica es responsable de la poca habilidad de ciertas especies a adaptarse a cambios en el hábitat (Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Schulze *et al.*, 2000; Clarke *et al.*, 2005).

El impacto de las actividades humanas en los bosques puede ser evaluado mediante el es-



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio y de la carretera construida dentro de la comunidad de Chiro Isla, área de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní, provincia de Orellana.

tudio de grupos taxonómicos indicadores del estado del hábitat. Para ser útiles como bioindicadores, los taxones deben ser abundantes, de amplia distribución, diversos tanto en su ecología, taxonomía y posición en la cadena trófica, deben ser fáciles de capturar y con una respuesta a los cambios de una manera cuantitativa y predecible (Noss, 1990; Medellín *et al.*, 2000).

La rapidez con la cual los bosques en la Amazonía se destruyen puede tener efectos profundos en la dinámica de las poblaciones biológicas (Bierregaard *et al.*, 1992). Recientemente se ha empezado a dar importancia a estudios en los fragmentos de bosque y su efecto sobre la función y estructura del ecosistema. Diferentes estudios han demostrado que existen cambios en la composición de las comunidades de murciélagos debido a alteraciones en el hábitat (e.g., Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Schulze *et al.*, 2000; Carrión, 2005; Clarke *et al.*, 2005); sin embargo, no existen estudios publicados sobre los efectos de dichas perturbaciones en comunidades de murciélagos en la Amazonía de Ecuador.

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el norte de la Amazonía ecuatoriana, incluye parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní,

en la comunidad quichua de Chiro Isla, provincia de Orellana (figura 1), la cual forma parte del proyecto de desarrollo del Bloque Petrolero 31, a cargo de la compañía Petrobrás Energía Ecuador.

El tipo de vegetación dentro del área estudiada corresponde a Bosque húmedo tropical y Bosque muy húmedo tropical de la cuenca baja de la Amazonía (Cañadas-Cruz, 1983; Sierra, 1999). La topografía es relativamente plana, por lo cual en época de lluvia el área se inunda debido a la abundancia de ríos y esteros que la atraviesan. Esta zona se encuentra entre 212 y 227 m de altitud y presenta una temperatura media anual de 25,8°C, con una precipitación promedio de 235,9 mm al año (Hijmans *et al.*, 2005).

### METODOLOGÍA

El trabajo efectivo de campo fue de 83 días, entre los meses de agosto y diciembre de 2005, con un total de 1 200 horas/red. Se ubicaron cinco puntos de estudio a lo largo de la vía Chiro Isla-Apaika, que se ubica entre los ríos Napo y Tiputini y permite el acceso al Bloque 31 (figura 1). Durante el período de campo, la vía se encontraba en construcción y tiene una longitud de 12,8 km. A partir de los puntos de trabajo seleccionados se establecieron transectos de alrededor de 1 100 m de longitud desde la carretera hacia el interior del bosque, divididos en segmentos cada 20 m.

Cada transecto fue dividido en cinco segmentos de 200 m cada uno, en los cuáles se colocaron 10 redes de neblina por noche, a una distancia de 20 m cada una, las cuales permanecieron abiertas entre las 18:00 y las 22:00 horas. Cada transecto fue muestreado por un período de 15 noches consecutivas (tres noches por segmento), durante cinco meses.

Adicionalmente al estudio de efecto de borde, se tomaron datos sobre el tipo de hábitat para analizar la composición de las especies de murciélagos filostómidos. Se muestreó un total de 224 puntos, de los cuales 151 pertenecieron a bosque de tierra firme, 17 a bosque temporalmente inundado, 42 a pantano y 14 a cuerpos de agua, como arroyos, esteros y ríos.

Los individuos capturados fueron identificados con la ayuda de las claves de identificación disponibles en Albuja (1999) y Tirira (1999, 2007). Los ejemplares colectados fueron depositados en el Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ). Para especies comunes, de fácil identificación en el campo, se capturó solamente un número representativo de individuos.

La clasificación gremial de las especies registradas se realizó mediante la propuesta de Kalko *et al.* (1996). Para determinar especies comunes se siguió la clasificación de Tirira (2007) y para las especies raras, se aplicaron los criterios de Clarke *et al.* (2005), quienes determinan que especies raras son aquellas que presentan menos de 0,5% del total de las capturas, información que se corroboró con la propuesta por Tirira (2007).

Se utilizó el índice de diversidad de Margalef, en el cual mientras más alto es el valor, es mayor la diversidad (Magurran, 1988).

## RESULTADOS

El total de murciélagos filostómidos capturados durante el período de estudio fue de 249 individuos, agrupados en 22 géneros y 33 especies (tabla 1, figura 2). Este grupo se subdividió en cinco subfamilias, cuyo porcentaje con respecto a la diversidad fue mayor para Stenodermatinae, con 13 especies un 41%; seguida por Phyllostominae, con 11 (32%); Carollinae, con cinco (15%); Glossophaginae, con tres (9%); y Lonchophyllinae; con una especie (3% del total de especies capturadas en este estudio; figura 3).

Al tomar en cuenta la abundancia de especies capturadas, Carollinae presentó el mayor nú-

mero, con 124 capturas que equivale a un 50%; seguida por Stenodermatinae, con 82 individuos (33%); Phyllostominae, con 37 (15%); Glossophaginae, con cinco (2%); y Lonchophyllinae, con una captura (0,4%; figura 3).

## Patrones de composición de comunidades

La distribución de las especies en los rangos de distancias (figura 4), presenta que la tasa de captura de individuos fue mayor en dos puntos: (0–100 m y 700–800 m). La distribución de las capturas se ajustan a una tendencia logarítmica, con un valor de  $r = 0,5298$  ( $p = 0,094$ ).

Los gráficos de tasa de captura de las subfamilias presentan una pendiente claramente negativa, con la abundancia que disminuye hacia los 1 000 m de distancia (figura 5).

## Gremios alimenticios

Se registraron cinco gremios alimenticios: carnívoro recogedor de sotobosque (CRS), frugívoro recogedor de sotobosque (FRS), insectívoro recogedor de sotobosque (IRS), nectarívoro (NE) y omnívoro recogedor de sotobosque (ORS). La figura 6 muestra la diversidad y abundancia de los murciélagos capturados, agrupados por los gremios alimenticios a los cuales pertenecen, en donde FRS mostró la mayor abundancia de especies, con el 56% del total registrado ( $n = 19$ ). IRS, ORS y NE representaron para cada gremio el 12% de los registros (con cuatro especies capturadas por gremio); mientras que para CRS el valor fue de 9%, correspondiente a tres especies (*Chrotopterus auritus*, *Trachops cirrhosus* y *Vampyrum spectrum*). Con respecto a la abundancia relativa, FRS presentó un total de 205 capturas (82%), seguido por IRS, con 21 capturas (8%), ORS, con nueve (4%), CRS, con ocho (3%) y NE, con seis capturas (2%).

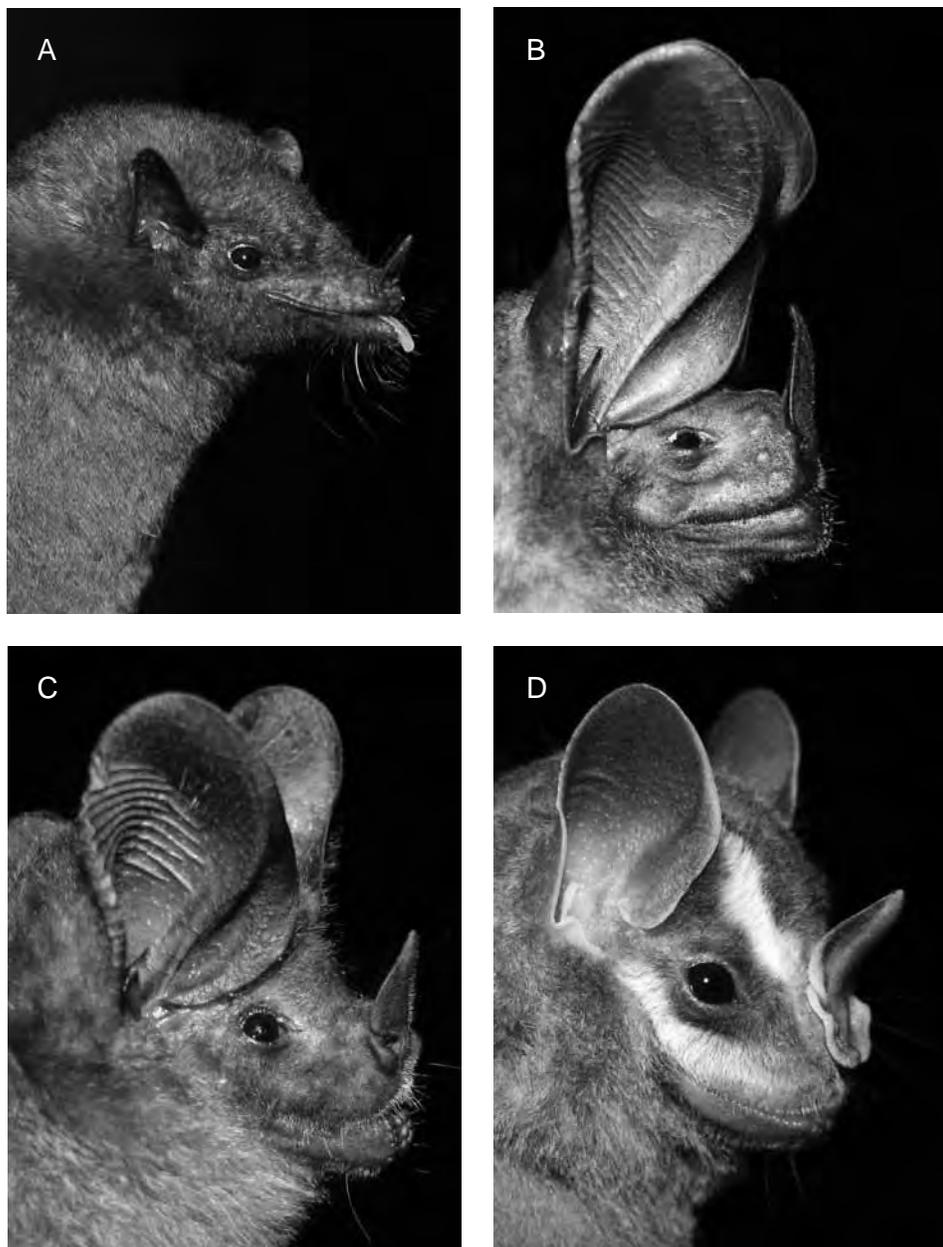
## Especies comunes y raras

La figura 7 muestra el análisis de la abundancia de especies comunes y raras con respecto a los rangos de distancia, en donde se observa que la abundancia de las especies comunes disminuye con la distancia del borde, mientras que la abundancia de las especies raras permanece constante a lo largo del gradiente de distancia. La línea de tendencia muestra una distribución lineal con un valor de  $r = 0,59$  ( $p = 0,056$ ), con una pendiente negativa que muestra claramente que la

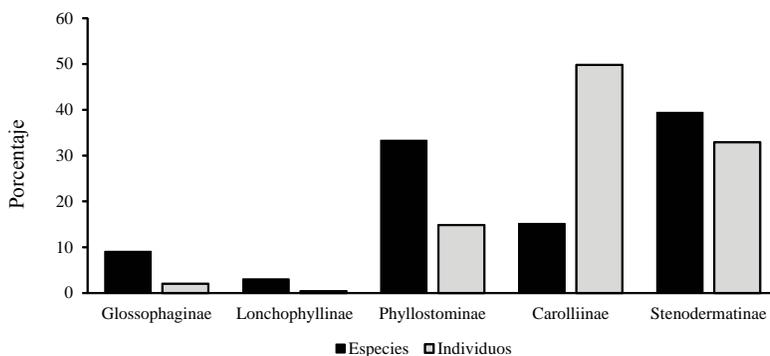
**Tabla 1.** Especies de murciélagos capturadas en el estudio de Chiro Isla (Orellana). Gremios indicados: CRS = Carnívoro recogedor del sotobosque (RS), FRS = Frugívoro RS, IRS = Insectívoro RS, NE = Nectarívoro y ORS = Omnívoro RS. La clasificación de abundancia se realizó en base a Clarke *et al.* (2005) y Tirira (2007).

| Subfamilia                  | Especie                        | No. de individuos | Gremio | Abundancia     |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|----------------|
| <b>Glossophaginae (3)</b>   | <i>Anoura cf. aequatoris</i>   | 2                 | NE     | No clasificada |
|                             | <i>Choeroniscus minor*</i>     | 1                 | NE     | Poco común     |
|                             | <i>Glossophaga soricina</i>    | 2                 | NE     | Frecuente      |
| <b>Lonchophyllinae (1)</b>  | <i>Lonchophylla thomasi</i>    | 1                 | NE     | Poco común     |
| <b>Phyllostominae (11)</b>  | <i>Chrotopteris auritus</i>    | 1                 | CRS    | Raro           |
|                             | <i>Lophostoma silvicolum*</i>  | 16                | IRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Micronycteris megalotis</i> | 2                 | IRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Micronycteris minuta</i>    | 1                 | IRS    | Poco común     |
|                             | <i>Mimon crenulatum</i>        | 2                 | IRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Phyllostomus discolor</i>   | 2                 | ORS    | Poco común     |
|                             | <i>Phyllostomus elongatus</i>  | 3                 | ORS    | Frecuente      |
|                             | <i>Phyllostomus hastatus</i>   | 2                 | ORS    | Común          |
|                             | <i>Tonatia saurophila*</i>     | 2                 | ORS    | Frecuente      |
|                             | <i>Trachops cirrhosus</i>      | 6                 | CRS    | Poco común     |
|                             | <i>Vampyrum spectrum</i>       | 1                 | CRS    | Raro           |
| <b>Carollinae (5)</b>       | <i>Carollia brevicauda</i>     | 51                | FRS    | Común          |
|                             | <i>Carollia castanea</i>       | 29                | FRS    | Común          |
|                             | <i>Carollia perspicillata</i>  | 11                | FRS    | Común          |
|                             | <i>Rhinophylla fischeriae</i>  | 8                 | FRS    | Raro           |
|                             | <i>Rhinophylla pumilio</i>     | 25                | FRS    | Común          |
| <b>Stenodermatinae (13)</b> | <i>Sturnira lilium</i>         | 4                 | FRS    | Común          |
|                             | <i>Sturnira magna</i>          | 10                | FRS    | Poco común     |
|                             | <i>Artibeus lituratus</i>      | 2                 | FRS    | Común          |
|                             | <i>Artibeus obscurus</i>       | 24                | FRS    | Común          |
|                             | <i>Artibeus planirostris</i>   | 15                | FRS    | Común          |
|                             | <i>Dermanura anderseni</i>     | 7                 | FRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Dermanura glauca</i>        | 3                 | FRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Chiroderma trinitatum</i>   | 2                 | FRS    | Raro           |
|                             | <i>Enchisthenes hartii</i>     | 1                 | FRS    | Raro           |
|                             | <i>Mesophylla macconnelli</i>  | 5                 | FRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Platyrrhinus helleri</i>    | 1                 | FRS    | Frecuente      |
|                             | <i>Vampyressa thiyone</i>      | 4                 | FRS    | Común          |
|                             | <i>Vampyriscus bidens*</i>     | 3                 | FRS    | Poco común     |
| <b>Total (33 especies)</b>  |                                | <b>249</b>        |        |                |

\* Fotografía de archivo disponible.



**Figura 2.** Especies de murciélagos registradas: [A] murciélago longirostro menor (*Choeroniscus minor*); [B] murciélago de orejas redondas de garganta blanca (*Lophostoma silvicolum*); [C] murciélago grande de orejas redondas (*Tonatia saurophila*); [D] murciélago de orejas amarillas de dos dientes (*Vampyriscus bidens*). Fotos de archivo de Diego G. Tirira.



**Figura 3.** Frecuencia y abundancia de especies de murciélagos filostómidos (Phyllostomidae) que han sido registradas en el estudio de Chiro Isla (provincia de Orellana), según las subfamilias a las cuales pertenecen.

abundancia de especies comunes disminuye en relación con la distancia al borde.

En cuanto a la abundancia, las especies comunes en el estudio fueron: *Carollia brevicauda*, con 51 registros (que corresponden al 20,5% del total de individuos capturados), *Carollia castanea*, con 29 individuos (11,7%), *Artibeus obscurus*, con 24 (9,6%), *Rhinophylla pumilio*, con 25 (10%), *Artibeus planirostris*, con 15 (6,3%) y *Carollia perspicillata*, con 11 registros (4,4% del total de capturas). Las especies clasificadas como raras fueron: *Choeroniscus minor*, *Chrotopterus auritus*, *Vampyrum spectrum*, *Rhinophylla fischeriae* y *Enchisthenes hartii*, con un registro cada una. Las otras especies de murciélagos filostómidos registradas en el estudio fueron clasificadas como frecuentes y poco comunes (tabla 1).

Al analizar la distribución de cada especie en el transecto lineal (figura 8), se observa que existe una tendencia de disminuir la abundancia conforme se incrementa la distancia del borde de bosque, con una pendiente negativa y valores de  $r = 0,68$  ( $p = 0,20$ ) para *Artibeus obscurus*;  $r = 0,66$  ( $p = 0,026$ ) para *Carollia brevicauda*;  $r = 0,449$  ( $p = 0,092$ ) para *C. perspicillata*;  $r = 0,43$  ( $p = 0,182$ ) para *Rhinophylla pumilio*; y  $r = 0,40$  ( $p = 0,214$ ) para *A. planirostris*.

#### Diversidad y abundancia según los diferentes tipos de hábitat

En el hábitat de tierra firme se encontraron 182 individuos correspondientes a 31 especies; en

pantano se obtuvieron 26 registros de 14 especies; en bosque temporalmente inundado 22 individuos agrupados en 13 especies y en cuerpos de agua se registraron 19 individuos agrupados en nueve especies. La especie más abundante en todos los hábitats estudiados fue *Carollia brevicauda*, con 26 registros en bosque de tierra firme, 11 en pantano, seis en bosque temporalmente inundado y siete en cuerpos de agua.

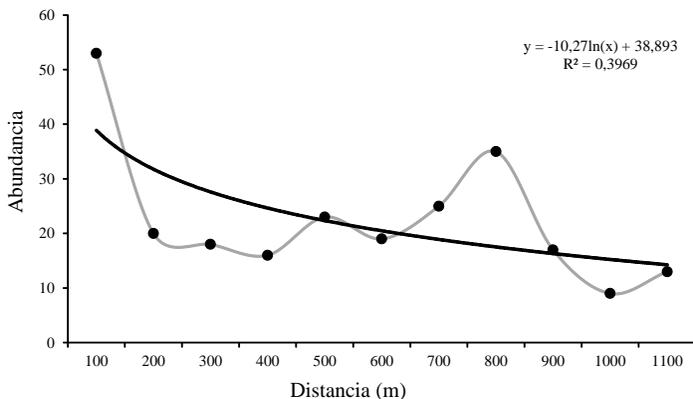
El índice de diversidad para el bosque de tierra firme fue de  $DMg = 29,8$ ; para pantano y para bosque temporalmente inundado fue de  $DMg = 12,7$ ; mientras que los cuerpos de agua obtuvieron un índice de  $DMg = 8,7$ .

#### Otras familias registradas

Durante el presente estudio también se capturaron otros cuatro ejemplares de murciélagos correspondientes a tres especies y familias: un ejemplar de *Peropteryx macrotis* (Emballonuridae), uno de *Thyroptera tricolor* (Thyropteridae) y dos de *Myotis nigricans* (Vespertilionidae). Estos cuatro individuos pertenecen al gremio de insectívoros voladores, que representa un 1,5% del total de capturas durante el estudio.

#### DISCUSIÓN

La tasa de captura mostró dos picos de abundancia (figura 4); el primero de ellos al inicio del transecto (entre los 0–100 m), posiblemente explicado por la perturbación que provocó la construcción de la carretera, lo cual concuerda con el



**Figura 4.** Distribución de las capturas (línea gris) a lo largo del gradiente de distancia y tendencia logarítmica de las capturas (línea negra) ( $p = 0,094$ ), en el estudio de Chiro Isla (Orellana).

análisis de Restrepo *et al.* (1999), en un estudio con aves, en donde las tasas de captura fueron mayores en los primeros 200 m desde el borde de bosque recién formado y que la abundancia de frutas, sobre todo de plantas pioneras fue mayor. El segundo pico de abundancia fue encontrado a los 700–800 m y podría ser atribuido a la distribución en parches que presentan algunas especies en los trópicos (Laurance *et al.*, 2002), es decir, producto del azar o por artefactos de muestreo.

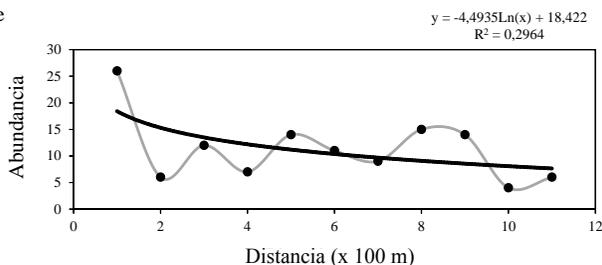
En un estudio efectuado en la Guayana Francesa (Brosset *et al.*, 1996), se encontró que la presencia de especies pertenecientes a la familia Phyllostominae, con excepción de *Phyllostomus discolor*, estuvo asociada con hábitats menos alterados, debido al grado de especialización ecológica y de comportamiento, resultado de la repartición de nichos disponibles entre diferentes especies, lo cual causa una relativa incapacidad para adaptarse a las modificaciones ambientales causadas por el ser humano. Algunos de los miembros de la subfamilia Phyllostominae, como *Micronycteris megalotis*, *Chrotopterus auritus* y *Mimon crenulatum* fueron descritos con una alta sensibilidad a la fragmentación; además, en el estudio realizado por Clarke *et al.* (2005), se encontraron estas especies solo en bosque primario; lo mismo encontró Schulze *et al.* (2000) con *Vampyrum spectrum* y *Chrotopterus auritus*, por lo cual se piensa que su presencia en este estudio puede ser un buen indicativo de integridad del ambiente, como lo sugiere Fenton *et al.* (1992).

### Gremios alimenticios

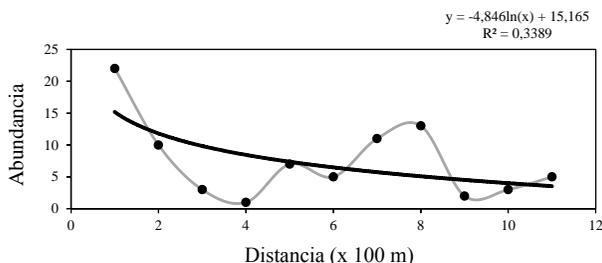
Los murciélagos frugívoros recogedores de sotobosque (FRS) constituyeron más de la mitad del total de individuos capturados en este estudio (figura 6), lo cual está de acuerdo con otras investigaciones realizadas en el neotrópico (Kalko *et al.*, 1996; Simmons y Voss, 1998; Clarke *et al.*, 2005), en las cuales se reporta que el gremio de los frugívoros es el de mayor abundancia. La presencia de miembros de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae (todos dentro del gremio FRS), en todos los rangos de distancia estudiados, puede explicarse principalmente porque estas especies son generalistas y están caracterizadas por su amplia distribución, por lo cual constituyen el grupo de murciélagos más abundante en la mayoría de ecosistemas que habitan (Tirira, 2007). Además, es conocido que los murciélagos frugívoros viajan largas distancias desde sus refugios hasta el lugar de forrajeo (Medellín *et al.*, 2000).

Los primeros 100 m estudiados presentaron la mayor abundancia de individuos del gremio FRS (83%,  $n = 206$ ), lo cual concuerda con estudios de Laurence (2002), quien demuestra que la abundancia de murciélagos frugívoros se incrementa dramáticamente en los bordes, lo cual se explica, posiblemente, a que en esta distancia existe una mayor distribución de plantas pioneras, las cuales constituyen la dieta principal de la mayoría de estas especies (Restrepo *et al.*, 1999). Por su parte, Schulze *et al.* (2000) reportó un incremento en

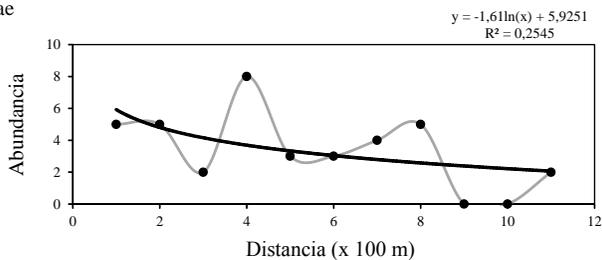
## A. Phyllostominae



## B. Carollinae



## C. Stenodermatinae



**Figura 5.** Distribución de las capturas de subfamilias en Chiro Isla (Orellana), a lo largo del gradiente de distancia (línea gris) y tendencia logarítmica de las capturas (línea negra): [A] Phyllostominae ( $p = 0,114$ ); [B] Carollinae ( $p = 0,083$ ); [C] Stenodermatinae ( $p = 0,06$ ).

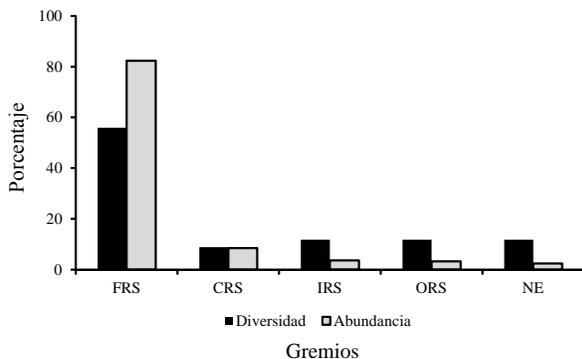
la abundancia de ciertas especies de Carollinae y Stenodermatinae en áreas perturbadas. En este estudio, sí se observa un aumento en la abundancia de *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata* y *Rhinophylla pumilio* (Carollinae), *Artibeus obscurus* y *A. planirostris* (Stenodermatinae) en los primeros 100 m, lo cual podría sugerir un efecto de borde en este rango de distancia a partir del cual disminuye notablemente la abundancia.

*Carollia brevicauda* presentó una gran adaptación a todos los rangos de distancia estudiados, seguramente porque esta especie presenta la dieta

más variada, alimentándose de varias especies de frutas, entre las cuales se incluyen, entre otras, *Piper* sp. (Piperaceae), *Anthurium* sp. (Araceae) y *Vismia* sp. (Clusiaceae); además de otras familias, como Solanaceae y Melastomataceae (Molinari, 1984; Lindner y Morawetz, 2006).

### Especies comunes y raras

Según demuestran los resultados (figura 8), se observa que existe una tendencia a disminuir la abundancia de especies comunes conforme aumenta la distancia del borde. Este resultado confirma lo cual



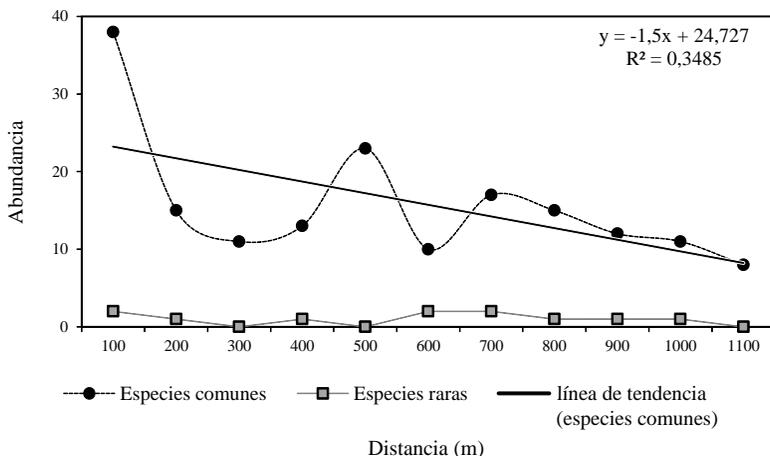
**Figura 6.** Porcentaje de especies e individuos registrados en Chiro Isla (Orellana), agrupados según el gremio alimenticio al cual pertenecen: CRS = Carnívoro recogedor de sotobosque, FRS = Frugívoro recogedor de sotobosque, IRS = Insectívoro recogedor de sotobosque, NE = Nectarívoro y ORS = Omnívoro recogedor de sotobosque.

se ha dicho en otros estudios de fragmentación: que la abundancia de especies comunes es mayor hacia los bordes y disminuye progresivamente hacia el interior del bosque (Laurance *et al.*, 2002; Pardini, 2004), lo cual puede ser debido a que los murciélagos prefieren volar en bordes o caminos en el paisaje para facilidad de navegación (Gehrt y Chelvig, 2003; Lindner y Morawetz, 2006).

Se registraron pocas especies con abundancia alta, las cuales en conjunto representan un 56% del total de murciélagos filostómidos capturados: *Carollia brevicauda* (20,5%,  $n = 51$ ), *C. castanea* (11,7%,  $n = 29$ ), *Rhinophylla pumilio* (10%,  $n = 25$ ), *Artibeus obscurus* (9,6%,  $n = 24$ ) y *Carollia perspicillata* (4,4%,  $n = 11$ ); mientras que 28 especies (43,8%), estuvieron representadas por pocos registros a lo largo de este estudio, lo cual concuerda con Fleming *et al.* (1972), quienes reportan que las comunidades de murciélagos en Costa Rica y Panamá estuvieron caracterizadas por la presencia de tres a cuatro especies comunes con abundancias relativamente altas y muchas especies raras con un bajo número de individuos. *Lophostoma silvicolum*, un murciélago insectívoro, también presentó un alta tasa de captura ( $n = 16$ ); sin embargo, no sigue el mismo patrón de las especies anteriores, con un pico en el rango de distancia de 700–800 m, diferencia que posiblemente se deba un artefacto del muestreo, es decir, la red pudo estar colocada cerca de un dormidero o en una ruta de salida de esta especie.

De las especies encontradas en este estudio destacan *Chrotopterus auritus*, *Tonatia saurophila*, *Vampyrum spectrum* y *Chiroderma trinitatum*, las cuales son especies raras que prefieren volar en bosque primario (Tirira, 2007). *Chrotopterus auritus* usualmente ha sido encontrada en áreas con alta riqueza de especies de murciélagos (Medellín, 1989); *Vampyrum spectrum* ocupa un nicho trófico alto y su gran tamaño la hacen particularmente susceptible a perturbaciones ambientales (Navarro y Wilson, 1982); *Chiroderma trinitatum* es una especie rara, característica de interior de bosque (Tirira, 2007); especies que fueron encontradas a partir de los 290 m desde el borde. Adicionalmente, *Tonatia saurophila*, considerada como una especie que posee hábitos alimenticios y comportamiento especializados (Montero y Espinosa, 2005), fue encontrada en este estudio a 130 m de distancia. La presencia de estas especies sugiere que en los primeros 100 m podría existir un efecto de borde, el cual coincide con algunos estudios que reportan que la mayor parte de efectos de borde en microclima y distribución de vegetación ocurren dentro de los primeros 100 m y se extienden hasta los 400 m (Laurance *et al.*, 2002; Laurance, 2004; Pérez, 2007).

Las especies consideradas raras constituyen el núcleo de un área sin alteración debido a su especificidad a nivel de hábito alimenticio y de comportamiento (Kalko *et al.*, 1996). Galindo-González (2004) clasifica a *Chrotopterus auritus*,



**Figura 7.** Distribución de las capturas de especies comunes y raras a lo largo del gradiente de distancia en el estudio de Chiro Isla (Orellana); la línea de tendencia lineal ( $p = 0,056$ ).

*Tonatia saurophila*, *Vampyrum spectrum* y *Chiroderma trinitatum*, como especies dependientes del hábitat, por lo cual su presencia tiene una connotación ecológica especial, ya que se acepta como manifestación de una adecuada concordancia entre rango de tolerancia y rango ambiental por lo cual no se las encuentra en áreas alteradas, lo cual las califica como buenas indicadoras del estado de hábitat (Kalko *et al.*, 1996).

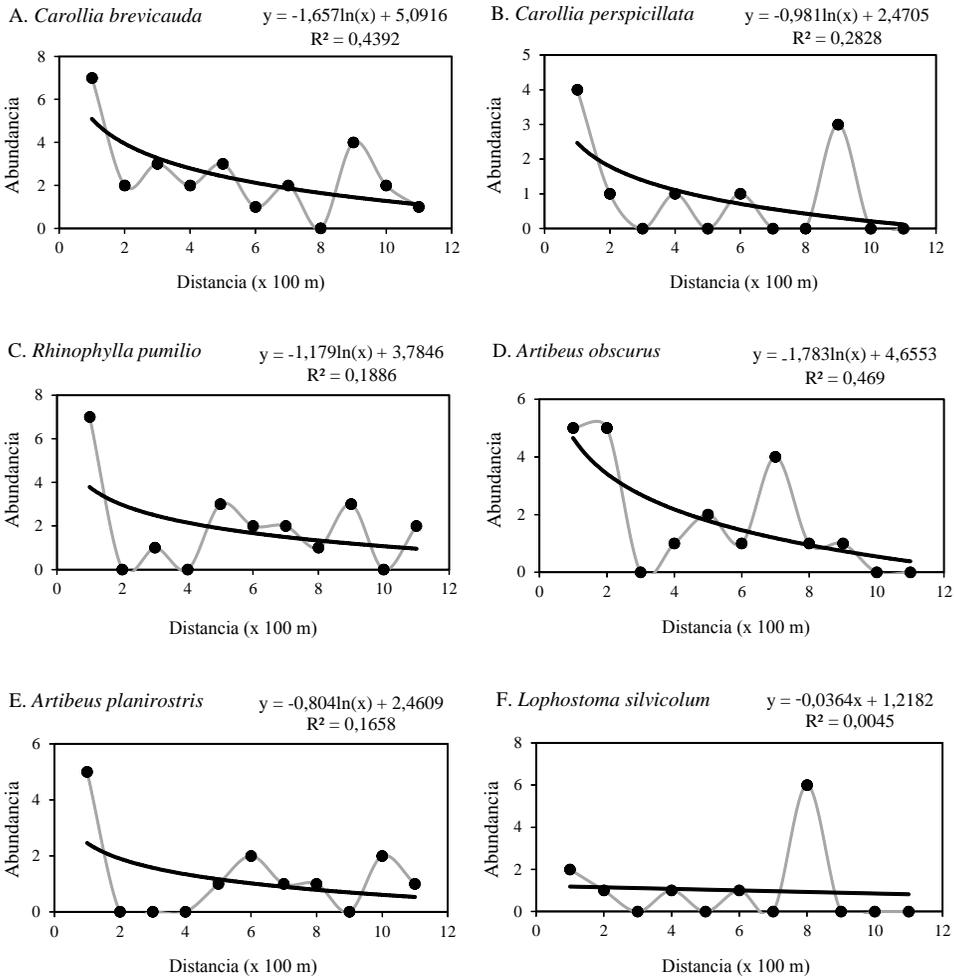
#### Composición en diferentes tipos de hábitat

La mayoría de especies registradas no presentan una asociación específica con algún tipo de hábitat, seguramente por su tendencia a ocupar un amplio espectro de hábitats debido a la capacidad de vuelo, que les permite cubrir varios kilómetros de distancia por noche de actividad (Bernard y Fenton, 2003; Lindner y Morawetz, 2006); estas características convierten a los murciélagos en elementos claves para la regeneración de los bosques, sobre todo porque las especies de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae son las principales transportadores de semillas de plantas pioneras, que permiten la conectividad de bosques fragmentados (Medellín y Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*, 2000; Lindner y Morawetz, 2006). Para el resto de especies, no se encontraron patrones claros de distribución, sobre todo por el bajo número de registros.

La relativa alta diversidad encontrada en los cuerpos de agua resalta su importancia como centros de actividad de los murciélagos, especialmente para forrajear (Grindal *et al.*, 1999; Galindo-González y Sosa, 2003; Wickramasinghe *et al.*, 2003), ya que, a pesar que los muestreos posiblemente no fueron suficientes durante el estudio, los cuerpos de agua registraron una alta diversidad en relación con los otros tipos de hábitat, si se toma en cuenta que en los hábitats de pantano y bosque temporalmente inundado se registraron 13 especies, mientras que en los cuerpos de agua se registraron nueve especies.

#### CONCLUSIONES

- La distribución de las especies de la familia Phyllostomidae a lo largo del estudio fue heterogénea.
- Los primeros rangos de distancia (0–100 m) aparentemente presentan un efecto de borde, ya que especies como *Carollia brevicauda* (16%), *Artibeus obscurus* (25%), *Rhinophylla pumilio* (32%) y *Carollia castanea* (21%), presentan la mayor abundancia, lo cual, puede ser considerado como un indicador de alteración ambiental.
- Las regresiones realizadas para las especies y subfamilias muestran una tendencia a disminuir en abundancia conforme se aleja del borde de bosque.



**Figura 8.** Distribución de las capturas de especies comunes (gráficos de A a E), a lo largo del gradiente de distancia (línea gris) y tendencia logarítmica de captura (línea negra), en Chiro Isla (Orellana). Nótese la diferencia con el gráfico F, de una especie frecuente.

- El gremio de murciélagos frugívoros recolectores de sotobosque fue el más abundante y estuvo representado en todos los rangos de distancia, en especial en los primeros 100 m, en donde las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae fueron las más abundantes.
- *Carollia brevicauda* estuvo presente en todos los rangos de distancia de este estudio,

- con la mayor tasa de captura en los primeros 100 m, con el 26% del total de las capturas en este rango de distancia.
- El tipo de hábitat, al parecer, no es un limitante en la distribución de los murciélagos, ya que las subfamilias y gremios alimenticios encontrados estuvieron presentes indistintamente en los hábitats estudiados.

**RECOMENDACIONES**

- Se considera importante realizar estudios de larga duración para registrar los cambios en la composición y comportamiento de las especies después de un evento de fragmentación.
- Se sugiere realizar estudios de efecto de borde, en los cuales se utilicen datos de cobertura vegetal, sobre todo en el sotobosque, ya que la distribución vegetal en el bosque afecta directamente los patrones de vuelo de los murciélagos.
- Se recomienda utilizar variables microclimáticas como intensidad de luz, viento y temperatura para evaluar su influencia en la distribución de las especies de murciélagos en relación con el borde de bosque y el interior.
- Es necesario utilizar varias metodologías como trampas de arpa y detectores de ultrasonidos para tener un inventario más completo.

**LITERATURA CITADA**

- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2a edición. Cicetrónica Cía. Ltda. Quito.
- Bernard, E. y M. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35(2): 262–277.
- Bierregaard, R., T. Lovejoy, V. Kapos, A. dos Santos y R. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. Stability and change in the tropics. *BioScience* 42(11): 859–866.
- Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockle y J. Cosson. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74(11): 1974–1982.
- Cañadas-Cruz, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Programa Nacional de Regionalización Agraria y Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito.
- Carrión B., C. A. 2005. Comunidades de murciélagos en paisajes agrícolas y fragmentados de bosque del occidente del Ecuador: estructura, composición y uso como indicador de perturbación ambiental. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Clarke, F. M., D. V. Pio y P. A. Racey. 2005. A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology* 19(4): 1194–1204.
- Cosson, J. F., J. M. Pons y D. Masson. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15(4): 515–534.
- Dale, S., K. Mork, R. Solvang y A. Plumptre. 2000. Edge effects on the understory bird community in a logged forest in Uganda. *Conservation Biology* 14(1): 265–276.
- Fenton, M. B., L. Acharya, D. Audet, M. Hickey, C. Merriman, M. Obrist, D. Syme y B. Adkins. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3): 440–446.
- Fleming, T. H., E. T. Hooper y D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology* 53(4): 555–569.
- Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana* 20(2): 239–243.
- Galindo-González, J., S. Guevara y V. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14(6): 1693–1703.
- Galindo-González, J. y V. Sosa. 2003. Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape. *The Southwestern Naturalist* 48(4): 579–589.
- Gehrt, S. y J. Chelshvig. 2003. Bat activity in an urban landscape: patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecological Applications* 13(4): 939–950.
- Grindal, S. D., J. L. Morissette y R. M. Brigham. 1999. Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology* 77(6): 972–977.
- Hijmans, R. J., S. Cameron, J. Parra, P. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25(15): 1965–1978.
- Kalko, E. K. V., C. O. Handley, Jr. y D. Handley. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community. Pp. 503–553, *en*: Long-term studies of vertebrate communities (M. L. Cody y J. A. Smallwood, eds.). Academic Press. San Diego.

- Laurance, W., T. Lovehoy, H. Vasconcelos, E. Bruna, R. Dirham, P. Stouffer, C. Gascon, R. Bierregaard, S. Laurance y E. Sampaio. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16(3): 605–618.
- Laurance, S. 2004. Responses of understory rainforest birds to road edges in central Amazonia. *Ecological Applications* 14(5): 1344–1357.
- Lindner, A. y W. Morawetz. 2006. Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rainforest in southern Ecuador. *Chiroptera Neotropical* 12(1): 232–237.
- López-Barrera, F. 2004. Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13(1): 1–14.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Cambridge, Reino Unido.
- Medellín, R. A. 1989. *Chrotopterus auritus*. *Mammalian Species* 343: 1–5.
- Medellín, R. A. y O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. *Biotropica* 31(3): 478–485.
- Medellín, R. A., M. Equihua y M. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6): 1666–1675.
- Molinari, J. 1984. Dinámica reproductiva y ecología trófica de *Carollia brevicauda* y otros murciélagos frugívoros. Tesis de licenciatura. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Montero, J. y C. Espinosa. 2005. Murciélagos filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae) como indicadores del estado del hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José. En línea [[www.inbio.as.cr/es/estudios/murcielagos.htm](http://www.inbio.as.cr/es/estudios/murcielagos.htm)].
- Navarro, D. y D. E. Wilson. 1982. *Vampyrum spec-trum*. *Mammalian Species* 184: 1–4.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355–364.
- Pardini, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 13(13): 2567–2586.
- Pérez, A. 2007. El efecto de borde y su acción sobre la ecología forestal de un bosque disturbado en la Amazonía ecuatoriana. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Restrepo, C., N. Gómez y S. Heredia. 1999. Anthropogenic edges, treefall gaps and fruit-frugivore interactions in a Neotropical Montane forest. *Ecology* 80(2): 668–685.
- Schulze, M., N. Seavy y D. Whitacre. 2000. A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash and burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica* 32(1): 174–184.
- Sierra, R. (ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN-GEF/BIRF y EcoCiencia. Quito.
- Simmons, N. B. y R. S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 237: 1–219.
- Tirira, D. G. (ed.). 1999. *Mamíferos del Ecuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y SIMBIOE. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 2. Quito.
- Tirira, D. G. 2007. Guía de campo de mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito.
- Trombulak, S. C. y C. A. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14(1): 18–30.
- Weathers, K., M. Cadenasso y S. Pickett. 2001. Forest edges and nutrient pollutant concentrations: potential synergisms between fragmentation, forest canopy and the atmosphere. *Conservation Biology* 15(6): 1506–1514.
- Wickramasinghe, L., S. Harris, G. Jones y N. Vaughan. 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology* 40(6): 984–993.

**Recibido:** 27 de julio de 2009

**Aceptado:** 15 de julio de 2011



El estudio de la diversidad biológica ha apasionado a muchos seres humanos a lo largo de la historia. El avance de la ciencia depende del espíritu de entrega, entusiasmo y compromiso que los científicos puedan expresar. Plinio el Viejo, hace casi 2 000 años, decía: "La verdadera gloria consiste en hacer lo que merece escribirse y en escribir lo que merece leerse; vivir así hará al mundo más feliz simplemente por vivir en él". Escribir sobre la vida que habita el planeta es sin duda un placer. Ciertamente, Plinio el Viejo estaría muy complacido de ver este libro, al comprobar,

fuera de toda duda, que en el Ecuador hay científicos que hacen lo que debe escribirse y que escriben lo que debe leerse, lo que hace del Ecuador y de todo el continente americano, una región más feliz.

Rodrigo A. Medellín (Universidad Nacional Autónoma de México)

