

## Nota Científica

### CLASIFICACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS DE LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, RESPECTO A SU RESPUESTA A LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

**Abstract:** I propose three types of bat species according to their response to habitat fragmentation in Los Tuxtlas region: Type I (habitat dependent), Type II (vulnerable), and Type III (adaptable). Effects of habitat fragmentation on bat genetic structure will be primarily patent on Type I bats, and the major effect will be observed at long term.

La pérdida de bosques y selvas por efecto de la deforestación y el cambio de uso del suelo es un grave problema de conservación (Harris 1984. *The fragmented forest*; Meffe & Carroll 1994. In: *Principles of conservation biology*: 143-178; Turner 1989. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20:171-197; Usher 1987. In: *Nature conservation*: 103-121). La conversión de bosques a tierras agropecuarias ha transformado la cubierta vegetal en un paisaje heterogéneo, formando fragmentos de vegetación rodeados de pastizales, áreas de cultivos, vegetación secundaria, etc. (Forman & Godron 1986. *Landscape Ecology*.; Guevara *et al.* 1997. En: *Historia Natural de los Tuxtlas*: 43-58; Noss & Csuti 1994. In: *Principles of conservation biology*: 237-264). A largo plazo, uno de los efectos más importantes de la fragmentación son los cambios genéticos de las poblaciones que han quedado aisladas (Meffe & Carroll *op. cit.*; Saunders *et al.* 1991. *Conserv. Biol.* 5:18-32; Usher *op. cit.*). En poblaciones reproductivas, la deriva génica provoca la pérdida de variación genética, al alterar las frecuencias génicas debido al sesgo en el muestreo de los gametos; es decir, la fluctuación al azar de las frecuencias de los alelos da como resultado la homocigocidad (cromosomas que portan miembros idénticos de cualquier par de genes), lo cual elimina la combinación heterocigótica (Gardner 1980. *Principios de genética*.). En grandes poblaciones, la deriva génica es insignificante debido al flujo genético, pero en una población reproductiva pequeña los bajos números de la progenie pueden conducir a una disminución de la variación genética. Las alteraciones genéticas serán más probables y notorias en una población aislada. En esta nota propongo una clasificación de los murciélagos de Los Tuxtlas Veracruz, México, de acuerdo con su respuesta a la fragmentación del hábitat.

En paisajes fragmentados con baja conectividad, el flujo genético entre las subpoblaciones disminuye, y la deriva génica aumenta (Mech & Hallett 2001. *Conserv. Biol.* 15:467-474). En México, la fragmentación, la deforestación y el cambio de uso del suelo son graves y evidentes. En Los Tuxtlas, Veracruz, el índice de deforestación alcanza el 4.3% anual (Dirzo & García 1992. *Conserv. Biol.* 6:84-90); la vegetación que cubría las montañas, se ha reducido a fragmentos rodeados de pastizales con árboles aislados, lo que afecta -como a la mayoría de las especies- a los murciélagos disminuyendo su abundancia y diversidad (Galindo-González & Sosa 2003. *Southwest. Nat.* 48:579-589; Medellín *et al.* 2000. *Conserv. Biol.* 14:1666-1675; Wilson *et al.* 1996. In: *Manu, the biodiversity of southeastern Peru*: 613-625). Los organismos con requerimientos especializados de hábitat son especialmente susceptibles a la extinción local (Turner 1996. *J. Appl. Ecol.*

33:200-209); particularmente en los murciélagos, una distribución geográfica pequeña, o una baja proporción de la estructura del ala (alas cortas y anchas), independientemente, predicen el riesgo de extinción (Jones *et al.* 2003. *Am. Nat.* 161:601-614). Los murciélagos de la subfamilia Phyllostominae (familia Phyllostomidae), por sus necesidades (dieta, refugios, hábitat de forrajeo), son muy sensibles a las perturbaciones del hábitat, mientras que las especies de la subfamilia Stenoderminae se benefician con cierto grado de perturbación (Fenton *et al.* 1992. *Biotropica* 24:440-446; Medellín *et al.* 2000. *op. cit.*; Schulze *et al.* 2000. *Biotropica* 32:174-184), ya que aprovechan las infrutescencias de especies de vegetación secundaria y pionera (Galindo-González *et al.* 2000. *Conserv. Biol.* 14:1693-1703). El riesgo de extinción de los murciélagos no se distribuye al azar filogenéticamente, las especies cercanamente emparentadas tienen niveles similares de riesgo (Jones *et al. op. cit.*).

Las especies de murciélagos responden de diferente forma a las condiciones ambientales; en un ambiente fragmentado de Suecia, tres de cuatro especies (Vespertilionidae), evitaron todo tipo de hábitat abierto al forrajear (de Jong 1995. *Acta Theriologica* 40:237-248). En Australia, algunos murciélagos insectívoros se especializaron en hábitats cerrados, otros en claros o aberturas del bosque, y un tercer grupo utilizó tanto claros como bosque cerrado (Crome & Richards 1988. *Ecology* 69:1960-1969). En la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, la vegetación riparia y los árboles aislados favorecieron la diversidad de murciélagos que visitan los pastizales (Galindo-González & Sosa *op. cit.*); mientras que los espacios abiertos, sin árboles aislados ni riparios, no fueron usados (Estrada *et al.* 1993. *Ecography* 16:309-318). Algunas especies de murciélagos forrajean y se mueven entre los pastizales utilizando los árboles aislados y vegetación riparia como elementos de conectividad (Galindo-González *et al. op. cit.*).

Ya que en los trópicos los murciélagos responden de diferente manera a la fragmentación, propongo tres grupos para la comunidad de murciélagos de Los Tuxtlas, de acuerdo con su respuesta ante los cambios ambientales relacionados con las perturbaciones y la fragmentación del paisaje. Las especies se clasificaron tomando en cuenta: los tipos de hábitat donde han sido capturados y sus abundancias; también se consideró la estructura de la vegetación del hábitat. Entonces tenemos (Cuadro 1): **Tipo I “Dependientes del hábitat,”** son especies que habitan en la selva continua o en grandes fragmentos de selva (>200 ha, Schulze *et al. op. cit.*), aunque también forrajean en vegetación secundaria (de más de 10 años) y agroecosistemas más o menos complejos (plantaciones de cacao, pimienta), con un dosel mayor de 15-20 m. Muy especializadas en su alimentación y requerimientos de hábitat, y las más sensibles a las modificaciones; no toleran espacios abiertos, ni volar fuera de la cobertura vegetal. En un paisaje fragmentado no visitan los pastizales con árboles y arbustos aislados o cultivos, ni la vegetación riparia que atraviesa los pastizales, quedando aisladas en los fragmentos y macizos de vegetación original (Galindo-González. 1999. Tesis doctoral. Instituto de Ecología, A. C. México.) como: *Sacopteryx bilineata*, *Micronycteris* spp., *Mimon benettii*, entre otros. Este mismo comportamiento se ha reportado para *Trachops cirrhosus* y *Tonatia silvicola* en Panamá (Kalko *et al.* 1999. *Biotropica* 3:344-353). Los grandes frugívoros y carnívoros (como *Chrotopterus* y *Vampyrus*) son más abundantes en la selva sin perturbación, mientras que los pequeños frugívoros son abundantes en los fragmentos o selva perturbada (Schulze *et al. op. cit.*). **Tipo II “Vulnerables,”** son

especies que, al igual que el grupo anterior, habitan en los fragmentos de selva, sin embargo, utilizan la vegetación riparia y corredores que atraviesan los pastizales, pero sin salir de su protección hacia campo abierto como: *Phyllostomus discolor*, *Choeroniscus godmani*, *Platyrrhinus helleri*, *Dermanura phaeotis*, y *Myotis keaysi* (Galindo-González. 1999. *op. cit.*, Galindo-González *et al.* 2003. *op. cit.*). Y **Tipo III “Adaptables,”** son especies generalistas como: *Sturnira lilium*, *Carollia perspicillata*, *Artibeus jamaicensis*, *Dermanura tolteca*, y *Vampyroides caraccioli* entre otras; son las más resistentes, toleran la transformación del ambiente, y posiblemente se benefician con la fragmentación, ya que utilizan tanto selvas, como ambientes transformados y remanentes, vegetación riparia, vegetación secundaria e incluso árboles y arbustos aislados en los pastizales; consumen especies de los géneros *Piper*, *Cecropia*, *Solanum* (Galindo-González. 1998. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 73:57-74; 1999. *op. cit.*; Galindo-González *et al.* 2003. *op. cit.*). Estas tendencias también se han reportado en la selva Lacandona de Chiapas (Medellín *et al.* 2000. *op. cit.*), donde algunas especies fueron exclusivas de la selva (como *Phyllostomus stenops*, *Trachops cirrhosus*, *Chrotopterus auritus*), otras visitaron plantaciones de cacao y campos abandonados (*Micronycteris megalotis*, *Mimon cozumelae*, *Phyllostomus discolor*, *Tonatia evotis*), y un tercer grupo visitó cultivos de maíz (*Artibeus*, *Carollia*, *Sturnira*). Aunque *Desmodus rotundus* es un murciélago con un tipo de alimentación muy especializada, es considerablemente adaptable a las transformaciones antropogénicas, pues su alimento lo proporciona principalmente el ganado.

Ya que la movilidad de los murciélagos es alta, para que una comunidad quede realmente aislada por la fragmentación, se requieren varios kilómetros de distancia entre los fragmentos, o que se trate de murciélagos Tipo I, o II, que definitivamente no salen de la cobertura vegetal hacia áreas abiertas, como ha sido reportado para otras especies y ambientes (Crome & Richards 1988. *op. cit.*; de Jong 1995. *op. cit.*; Ekman & de Jong 1996. *J. Zool. Lond.* 238:571-580; Fenton *et al.* 1992. *op. cit.*; Medellín *et al.* 2000. *op. cit.*). Algunas especies se desplazan a través de la vegetación riparia, crítica en la conectividad entre fragmentos (de Jong 1995. *op. cit.*; Knopf & Samson. 1994. *Conserv. Biol.* 8:669-676; Galindo-González *et al.* 2003. *op. cit.*). Debido a sus hábitos migratorios, y de forrajeo, algunas especies, no quedan aisladas, aunque se encuentren en habitats fragmentados; por ejemplo los murciélagos *Tadarida brasiliensis* fam. Molossidae, y *Leptonycteris curasoae* fam. Phyllostomidae (Wilson. 1997. *Bats in question*).

En habitats fragmentados, la deriva génica o el flujo génico en poblaciones de murciélagos dependerá principalmente de la especie y su comportamiento, del tamaño de la población, y del grado de aislamiento que la fragmentación y la conectividad del paisaje establezcan; el aislamiento y la poca variabilidad genética pueden deberse a la deriva génica o a la historia de colonización de la especie (Rossiter *et al.* 2000. *Molecular Ecology* 9:1131-1135). El efecto en la estructura genética, estará en función de la plasticidad de cada especie. Los murciélagos migratorios y del tipo III “Adaptables,” por su capacidad de volar fuera de la cobertura vegetal, tienen mayor libertad de movimientos a pesar de las condiciones del habitat, así, en este grupo se promovería el flujo genético entre las poblaciones y subpoblaciones. En especies Tipo I, el aislamiento las perjudicará, sobre todo cuando el remanente no tenga el tamaño

**Cuadro 1**

Murciélagos de Los Tuxtlas, Ver., México, clasificados de acuerdo a su respuesta ante los cambios ambientales relacionados con la fragmentación del paisaje. En la familia Phyllostomidae se incluyen subfamilias.

Familia	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Referencias
Subfamilia	"Dependientes del hábitat"	"Vulnerables"	"Adaptables"	
Especie				
<b>Embalonuridae</b>				
<i>Sacopteryx bilineata</i>	x			3, 4
<i>Diclidurus albus</i>	x			3, 4
<b>Noctilionidae</b>				
<i>Noctilio leporinus</i>	x			3
<b>Mormoopidae</b>				
<i>Pteronotus davyi</i>			x	1, 3, 4
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	x			3
<i>Pteronotus parnelii</i>			x	1, 2, 3, 4
<i>Pteronotus personatus</i>	x			3
<i>Mormoops megalophylla</i>			x	1, 3, 4, 5
<b>Phyllostomidae</b>				
Phyllostominae				
<i>Phyllostomus discolor</i>		x		1, 3, 4, 5
<i>Micronycteris brachyotis</i>	x			2, 3, 4, 5
<i>Mimon cozumelae</i>	x			2, 3, 4, 5
<i>Trachops cirrhosus</i>	x			3, 5, 6
<i>Vampyrum spectrum</i>		x		3, 4, 6
Glossophaginae				
<i>Glossophaga soricina</i>			x	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Leptonycteris sanborni</i>	x			4
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	x		3, 4, 5	
<i>Choeroniscus godmani</i>		x		1, 3, 4
Caroliinae				
<i>Carollia brevicauda</i>		x		1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Carollia perspicillata</i>			x	1, 3, 4, 5, 6
Stenodermatinae				
<i>Sturnira lilium</i>			x	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Sturnira ludovici</i>	x		3, 4	
<i>Uroderma bilobatum</i>			x	1, 3, 4, 5, 6
<i>Platyrrhinus helleri</i>		x		1, 3, 4, 5, 6
<i>Vampyrodes caraccioli</i>			x	1, 3, 4, 5
<i>Vampyres pusilla</i>	x			3, 4, 5, 6
<i>Chiroderma villosum</i>			x	1, 2, 3, 4, 5
<i>Artibeus jamaicensis</i>			x	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Artibeus lituratus</i>			x	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Dermanura tolteca</i>			x	1, 3, 4, 6
<i>Dermanura phaeotis</i>		x		1, 2, 4, 5, 6
<i>Centurio senex</i>		x		3, 4, 5, 6
Desmodontinae				
<i>Desmodus rotundus</i>			x	1, 2, 3, 5
<b>Natalidae</b>				
<i>Natalus stramineus</i>	x			3, 4
<b>Thyropteridae</b>				
<i>Thyroptera tricolor</i>	x			3, 4, 5
<b>Vespertilionidae</b>				
<i>Myotis keaysi</i>		x		1, 3, 5
<i>Eptesicus furinalis</i>	x			3
<i>Bauerus dubiaquercus</i>	x			3, 4, 5
<b>Molossidae</b>				
<i>Molossus rufus</i>			x	1, 3

**Referencias:** (1) Galindo-González 1999. *op. cit.*; (2) Fenton *et al.* 1992. *op. cit.*; (3) Medellín *et al.* 1992. *in:* Reserva de la Biosfera de Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación: 233-251; (4) Estrada *et al.* 1993. *op. cit.*; (5) Medellín *et al.* 2000. *op. cit.*; (6) Schulze *et al.* *op. cit.* Nomenclatura de acuerdo con Ramírez-Pulido *et al.* 1996. Occasional papers, The Museum, Texas Tech University 158: 1-62.

suficiente o los recursos para mantener a la población. Este grupo tiene mayor probabilidad de deriva génica, y si la transformación del hábitat es severa, estos murciélagos serían los más vulnerables a cambios en su estructura genética (Solbrig (ed) 1991. *From genes to ecosystems*; Templeton *et al.* 1990. *Ann. Mo. Bot. Garden.* 77:13-27). Si la fragmentación provoca la interrupción completa de la dispersión de las especies entre los fragmentos, las consecuencias genéticas y ecológicas pueden ser severas y sus efectos se observarían a largo plazo.

Este trabajo fue desarrollado durante mi estancia en el Instituto de Ecología, A.C., como estudiante de doctorado apoyado por una beca del CONACYT (90674). El manuscrito fue mejorado sustancialmente gracias a las sugerencias de M. Favila, V. J. Sosa, L. Sánchez-Velásquez y dos revisores anónimos.

**Jorge GALINDO-GONZÁLEZ**

Centro de Biotecnología y Ecología Aplicada,  
Universidad Veracruzana  
Apartado postal 250, CP. 91001 Xalapa, Ver. MÉXICO  
jgalindo@uv.mx