La bioacústica revela los efectos de la fragmentación del hábitat en murciélagos de China

David López-Bosch[1], Ricardo Rocha[2,3], Adrià López-Baucells[1], Joe Chun-Chia Huang[4], Yanping Wang[5], Xingfeng Si[6], Ping Ding[7], Luke Gibson[8], Ana Filipa Palmeirim[8]

[1] Natural Science Museum of Granollers, Granollers, Catalonia, Spain. [2] CIBIO-InBIO, Research Center in Biodiversity and Genetic Resources, University of Porto, 4485-661 Vairão, Portugal. [3] CIBIO-InBIO, Research Center in Biodiversity and Genetic Resources, University of Lisbon, 1349-017 Lisbon, Portugal. [4] Southeast Asian Bat Conservation and Research Unit (USA). [5] Jiangsu Key Laboratory for Biodiversity and Biotechnology, College of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China. [6]Zhejiang Tiantong Forest Ecosystem National Observation and Research Station, School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China. [7] Key Laboratory of Biosystems Homeostasis and Protection, College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China. [8] School of Environmental Science and Engineering, Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China.

Email: dlbosch@mcng.cat

@dlobo_wildlife David López-Bosch davidlobo_wildlife

1. INTRODUCCIÓN

- El incremento en macroproyectos hidroeléctricos, especialmente en países tropicales y subtropicales, lleva consigo la pérdida de los hábitats y la fragmentación de éstos en "land-bridge islands".
- Aunque hay muchos estudios sobre distintos grupos faunísticos en estas condiciones, pocos se han centrado los quirópteros.
- Los países del este de Asia son uno de los que más se verán afectados. La falta de conocimiento sobre los murciélagos en muchas zonas de la región, hacen que prácticamente no existan estudios sobre los efectos de la fragmentación sobre los murciélagos.
- Se ha prospectado acústicamente el sistema del Tousand Island Lake (TIL), en el este de China, para entender como la fragmentación y la pérdida de hábitat han afectado a la comunidad de murciélagos.

PREGUNTAS DEL ESTUDIO:

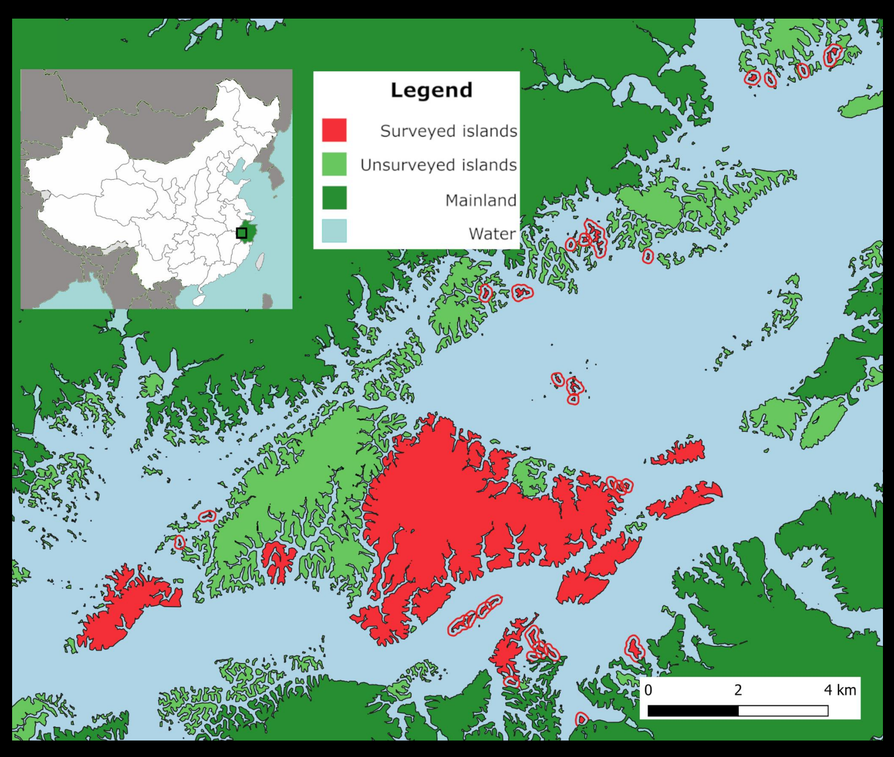
1) Cuáles son los patrones de riqueza, actividad y composición de los distintos sonotipos a lo largo de un gradiente de tamaños y grados de aislamiento en distintas islas del sistema?
2) La respuesta de los distintos sonotipos se corresponderá con la afinidad de hábitat de éstos (forestales vs. espacios abiertos)?

PROYECTO PARALELO: Desarrollar una clave de identificación acústica de los murciélagos de China.

2. METODOLOGÍA

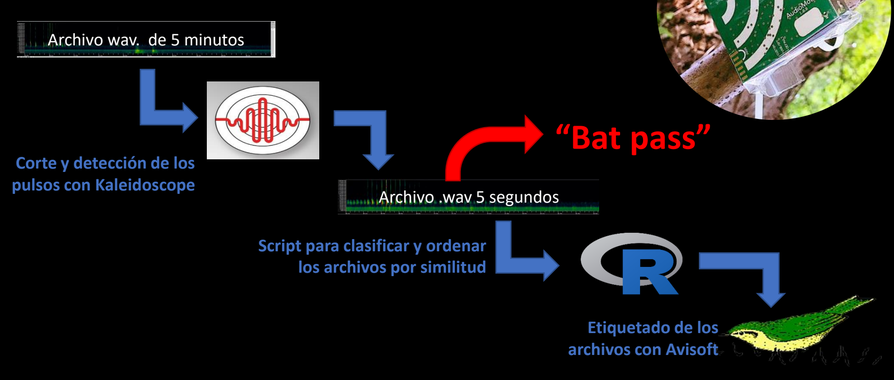
MUESTREO: 53 puntos, 36 islas, detectores Audiomoth durante tres noches.

PERIODO: Mayo 2019 (159 detectors/noche).



ANÁLISIS DE LAS GRAVACIONES:

Unidad de medida de los distintos sonotipos: "bat pass"



- Utilización de la clave de identificación de los murciélagos de China para etiquetar los archivos de 5 segundos.
- Los sonotipos se clasificaron en dos ensamblajes: especies forestales y de espacios abiertos.

VARIABLES AMBIENTALES: 1) área de la isla, 2) SHAPE INDEX, 3) índice de proximidad, 4) elevación máxima de la isla y distancia Euclídea mínima de la isla al 5) continente, 6) a la isla más grande y 7) a la isla más cercana.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

- Se usaron GLMs para determinar los efectos de las distintas variables sobre la actividad de los murciélagos y la riqueza de sonotipos.
- Para la composición se utilizaron los valores de los dos ejes del NMDS de cada isla.
- Como la relación especie/área puede presentar una relación no lineal, se introdujo el término cuadrático del área en los análisis.

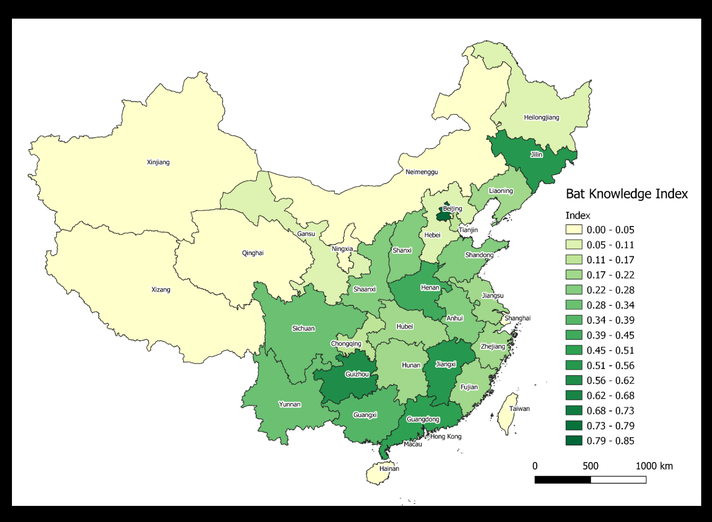
CLAVE ACÚSTICA DE LOS MURCIÉLAGOS DE CHINA

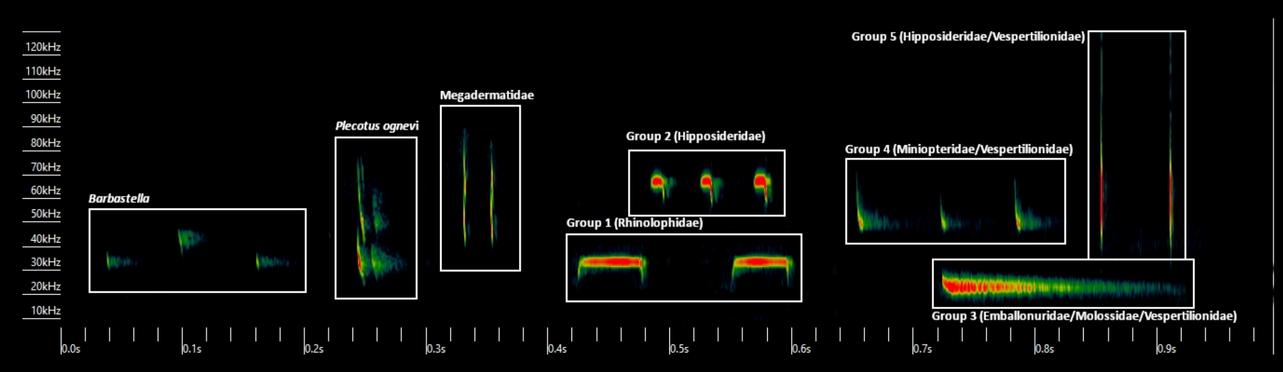
- Revisión de 127 artículos científicos con información sobre ecolocalización de murciélagos de China.
- Identificación de huecos de conocimiento en las distintas provincias de China y desarrollo de un "Bat Knowledge Index":

$$BKI = (p+s)/d$$

p es el numero de publicaciones en una región escalado del 0 al 1, *s* el número de especies cubiertas por las publicaciones y *d* el número de especies en la región.

- Clave de identificación incluyendo 114 especies de las 135 citadas en China (84,44%).
- No se encontró información sobre 21 especies.





Main phonic-group selection

1a. Pulses with one long CF section and FME in the second harmonic:
2a. FMu/CF/FMd pulses, with duration between 20 - 80 ms: **Group 1**
2b. CF/FMd pulses, with duration between 5 - 15 ms: **Group 2**
1b. Two kinds of pulses: (A) QCF pulses with FME usually between 25 – 35 kHz, alternated with (B) characteristic convex QCFd pulses with FME between 35 - 45 kHz: **Barbastella** (*Barbastella beijingensis*[§]/*darjelingensis**)
1c. Two harmonics present at similar intensity, mainly FM, with FME between 30 – 40 kHz: *Plecotus ognevi*
1d. Long (usually above 7 ms), narrowband, mainly QCF pulses, with FME under 35 kHz and EF under 30 kHz: **Group 3**
1e. Short (usually under 10 ms), FM-QCF pulses, with FME and EF above 30 kHz: **Group 4**
1f. Broadband FM pulses: **Group 5**
1g. Characteristic s-shaped, short, multiharmonic (>2) pulses with FME above 40 kHz: **Megadermatidae** (*Lyroderma lyra**, *Megaderma spasma**)

Group 1 (Rhinolophidae):
1a. CF between 20 - 30 kHz: **Rhinolophus I** (*Rhinolophus paradoxolophus*[§]/*rex*[§]/*schnitzleri*[§])
1b. CF between 30 - 40 kHz: **Rhinolophus II** (*Rhinolophus luctus**/*perniger*)
1c. CF between 40 - 45 kHz: *Rhinolophus marshalli*
1d. CF between 45 - 55 kHz: *Rhinolophus episcopus*[£]
1e. CF between 55 - 69 kHz: **Rhinolophus III** (*Rhinolophus macrotis complex*/*pearsonii*/*siamensis*/*yunanensis*)
1f. CF between 70 - 88 kHz: **Rhinolophus IV** (*Rhinolophus affinis*/*ferrumequinum*/*malayanus*/*microglobosus*/*rouxii*/*sinicus*/*stheno*/*thomasi*)
1g. CF between 89 -95 kHz: **Rhinolophus V** (*Rhinolophus lepidus*/*osgoodi*)
1h.CF between 95 - 100 kHz: *Rhinolophus shortridgei**
1i. CF between 100 - 115 kHz: **Rhinolophus VI** (*Rhinolophus hipposideros**/*pusillus*)

Group 2 (Hipposideridae):
1a. CF between 58 - 78 kHz: **Hipposideridae I** (*Hipposideros armiger*/*lylei**/*pratti*)
1b. CF between 79 - 92 kHz: *Hipposideros larvatus*
1c. CF between 117 - 135 kHz: **Hipposideridae II** (*Hipposideros gentilis*, *Aselliscus stoliczkanus*/*wheeleri*)
1d. CF between 136 – 165 kHz: **Hipposideridae III** (*Hipposideros cineraceus*/*fulvus**)

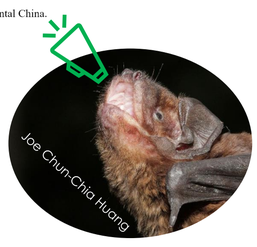
Group 3 (Emballonuridae, Molossidae, Vespertilionidae):
1a. Narrowband, long QCF section with FME under 25 kHz:
2a. FME between 12 - 17 kHz: **Tadarida** (*Tadarida insignis*/*latouchei*/*teniotis**)
2b. Almost FM section and long QCF section with FME between 18 – 20 kHz: *Nyctalus aviator**
2c. Almost FM section and long QCF section with FME between 20 - 24 kHz: *Chaerephon plicatus**
1b. Narrowband, long QCF section with FME above 25 kHz:
2a. Narrowband, long QCF section with FME in the second-third harmonic and around 30 kHz: *Taphozous melanopogon*
2b. Almost FM section and long QCF section with EF between 25 – 35 kHz: **Vespertilionidae I** (*Arielulus circumdatus**, *Eptesicus bottae**/*serotinus**/*nilsonii**, *Hesperoptenus tickelli**, *Nyctalus noctula**/*plancyi*[£], *Vespertilio murinus**/*sinensis*)

Group 4 (Miniopteridae, Vespertilionidae):
1a. FME usually between 30 – 45 kHz: **Vespertilionidae II** (*Hypsugo alaschanicus**/*cadornae*/*pulveratus**/*savii**, *Pipistrellus ceylonicus**/*coromandra**, *Scotophilus heathii**)
1b. FME usually between 45 – 65 kHz: **Miniopteridae/Vespertilionidae III** (*Eudiscopus denticulus*, *Miniopterus fuliginosus*/*magnater**/*pusillus*, *Pipistrellus abramus*/*javanicus**/*pipistrellus**/*tenuis**, *Scotophilus kuhlii**, *Tylonycteris fulvida*/*tonkinensis*)
1c. Sometimes without QCF tail and FME between 65 - 85 kHz: **Vespertilionidae IV** (*Hypsugo affinis**, *Myotis frater*/*muricola**/*siligoriensis*)

Group 5 (Hipposideridae, Vespertilionidae):
1a. FM pulses with FME under 40 kHz and EF under 25 kHz:
2a. Completely vertical FM pulses, with BW under 40 kHz:
3a. FME under 30 kHz, SF between 30 – 50 kHz and EF between 13 – 21 kHz: *Ia io*
3b. FME above 30 kHz, SF between 40 – 60 kHz and EF between 18 – 23 kHz: *Scotomanes ornatus**
2b. Not completely vertical FM pulses, BW between 40 – 80 kHz, with FME between 20 – 40 kHz and SF between 60 – 100 kHz: **Myotis II** *Myotis blythii**/*pequinius*[£]
1b. Not completely vertical FM pulses, FME between 40 - 60 kHz:
2a. FME between 40 – 60 kHz: **Myotis III** (*Myotis altarium*/*bombinus**/*brandtii**/*chinensis*/*fimbriatus*[§]/*formosus*/*hasseltii**/*horsfieldii**/*ikonnikovi*/*laniger**/*longipes*/*macrodactylus*/*montivagus**/*mystacinus**/*nipalensis*/*petax*/*pilosus*/*rufoniger*)
2b. FME above 60 kHz : *Myotis davidii*[£]
1c. Completely vertical FM pulses, with FME between 45 – 110 kHz and SF between 80 – 170 kHz:
2a. FME between 45 - 80 kHz: **Murininae/Thainycteris** (*Harpiocephalus harpia*, *Murina hilgendorfi**/*huttoni*/*leucogaster*/*ussuriensis**, *Thainycteris aureocollaris*)
2b. FME between 80 - 100 kHz: **Murina I** (*Murina aurata**/*cyclotis**/*harrisoni**)
1d. Completely vertical FM pulses, with FME above 100 kHz and EF between 80 - 140 kHz:
2a. FME in the second harmonic, short CF section (not always visible), followed by vertical FM section, with CF above 120 kHz and EF around 105 kHz: *Coelops frithii*
2b. Completely vertical FM pulses, with FME between 100 – 150 kHz, SF above 140 kHz and EF under 130 kHz: **Kerivoula/Murina II** (*Kerivoula furva*/*hardwickii**/*kachinensis**/*picta**/*titania**, *Murina feae**)

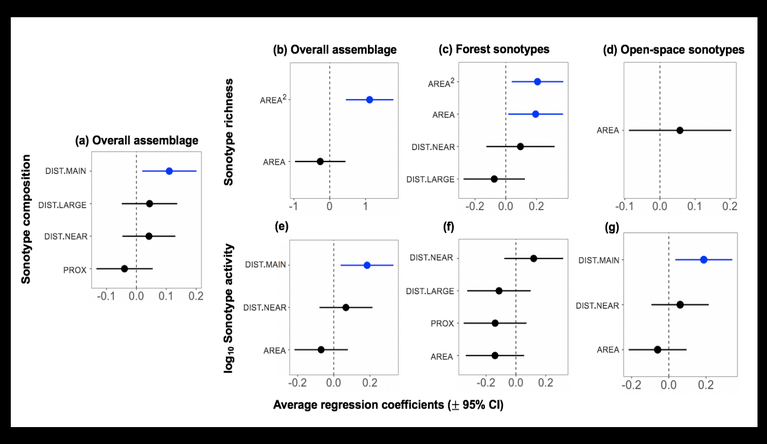
Species with no reference calls found: *Rhinolophus subbadius*, *R. xinanzhongguoensis*[£], *Taphozous theobaldi*, *Eptesicus gobiensis*, *E. pachyomus*, *E. pachyotis*, *Pipistrellus paterculus*, *Plecotus ariel*[§], *P. kozlovi*, *P. strelkovi*, *Tylonycteris pygmaeus*[§], *Myotis badius*[£], *Murina chrysochaetes*[£], *M. eleryi*, *M. fanjingshanensis*[£], *M. fusca*, *M. jinchui*, *M. liboensis*[£], *M. lorelieae*[£]*E*, *M. rongjiangensis*[£], *M. shuipuensis*[£].

*No reference calls from continental China.
[£]Endemic species



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Total de 22.875 grabaciones de 5 minutos.
2) 15 sonotipos diferentes, 8 de los cuales se podían clasificar a nivel de especie.
3) La actividad de murciélagos era mayor en las islas más alejadas del continente.
4) La riqueza de sonotipos incrementaba significativamente en islas de >34 ha.
5) La composición de especies variaba de acuerdo con la distancia al continente.
6) Los sonotipos de espacios abiertos (7) representaron el 96% de los "bat passes" mientras que los sonotipos forestales (8) el 4%.
7) Los sonotipos de espacios abiertos ↑ ↑ ↑ actividad en las islas más alejadas del continente, mientras que en las islas más grandes había ↑ ↑ ↑ riqueza de forestales.



4. IMPLICACIONES PARA CONSERVACIÓN

- El impacto de las infraestructuras hidroeléctricas es una amenaza para la conservación de los murciélagos, especialmente las especies forestales.
- En TIL la isla más grande sirve como reservorio de especies de murciélagos.
- Aun así, las islas pequeñas y aisladas pueden proporcionar zonas de alimentación importantes para un gran número de murciélagos.
- La bioacústica es una herramienta fundamental para el seguimiento de las poblaciones de murciélagos en paisajes perturbados.

Agradecimientos a Joe Chun-Chia Huang y a Baoquan Liu por la ayuda proporcionada para la identificación de los distintos sonotipos y a Chuanwu Chen por la logística durante el trabajo de campo. También agradecer a Xavier Puig-Montserrat por todo el soporte al utilizar su software pare analizar las grabaciones y a todo el equipo del Área de Quirópteros del Museo de Ciencias Naturales de Granollers por su inestimable ayuda.

MUSEU DE GRANOLLERS CIÈNCIES NATURALS ÀREA D'INVESTIGACIÓ DE QUIRÒPTERS
MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE GRANOLLERS
SUSTech Southern University of Science and Technology
UAB Universitat Autònoma de Barcelona