

CONSERVACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) DE URUGUAY: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Germán Botto Nuñez^{1,2,3}, Enrique M. González³ y Ana L. Rodales³

¹ Bozeman Disease Ecology Lab. Department of Microbiology and Immunology. Montana State University. Bozeman, USA. [Correspondencia: Germán Botto Nuñez <gbotto@fmed.edu.uy>]

² Departamento de Métodos Cuantitativos, Facultad de Medicina. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

³ Programa para la Conservación de los Murciélagos de Uruguay. Museo Nacional de Historia Natural. Montevideo, Uruguay.

RESUMEN. Los murciélagos constituyen el segundo orden más diverso de mamíferos. Resultan importantes proveedores de servicios ecosistémicos y son adecuados como indicadores biológicos. Este es el primer aporte dedicado específicamente a analizar el estado de conservación de los murciélagos en Uruguay. Se aplicó la metodología de UICN para evaluaciones regionales. Se compiló una lista de amenazas para la conservación de los murciélagos en el país y se analizó la susceptibilidad de las especies a cada una de ellas. Se establecieron objetos focales de conservación, combinando especies en función de características comunes. De las 19 especies analizadas, tres se ubicaron en categorías de riesgo a nivel nacional; todas ellas con su límite de distribución sur en Uruguay. Se identificaron cuatro amenazas: producción de energía eólica, control de rabia, turismo espeleológico y pérdida de hábitat. Se proponen cinco objetos a conservar asociados a estancias del norte, islas del río Uruguay, bosques de parque, ciudades y cavernas. Para conservar los murciélagos en Uruguay es necesario incrementar proyectos de investigación, desarrollar y modernizar las colecciones científicas, fortalecer las instituciones de investigación, a nivel público y privado, desarrollar una estrategia educativa y de comunicación y establecer medidas de conservación in situ tanto en áreas naturales como en refugios antropogénicos.

ABSTRACT. Conservation of bats (Mammalia: Chiroptera) from Uruguay: current situation and perspectives. Bats are the second more diverse order of mammals. They are important providers of ecosystemic services and they are bioindicator species. This is the first contribution aimed to analyze specifically the conservation status of bats in Uruguay. We applied the IUCN methodology for regional assessments to establish the current conservation status. We compiled a list of threats to bat conservation in Uruguay and analyzed the susceptibility of Uruguayan species to each of them. Finally, we performed a cluster analysis to build focal conservation objects, combining species based on common features. Of the 19 studied species, three are in some risk category, and for three of them Uruguay is on the limit of the distribution. We identified a set of four threats and proposed five focal objects to be conserved, associated to: ranches in the north, Uruguay river's islands, savanna-like forests, cities, and caves. To protect the bats from Uruguay is necessary to increase research, develop scientific collections under modern criteria, strengthen public and private institutions, develop an educational and communicational strategy, and to establish in situ conservation measures both in natural areas and anthropogenic shelters.

Palabras clave: amenazas, análisis de agrupamiento, análisis regional UICN, objetos focales de conservación.

Key words: cluster analysis, conservation focal objects, IUCN regional assessments, threats.

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes bibliográficos sobre conservación de los murciélagos a nivel mundial se remontan a unas pocas décadas atrás. En 1992 más de 50 especialistas generaron el “Plan de Acción” para Megachiroptera (Mickleburgh et al. 1992) el cual fue el primer documento técnico que reunió información sobre el estado de conservación global de un grupo de murciélagos. En 2001 se editó el “Plan de Acción” para Microchiroptera (Hutson et al. 2001), documento que brindó pautas generales sobre este grupo y las presiones que lo afectan, así como sobre aspectos legales concernientes a su protección. Además, generó recomendaciones generales y presentó planes de acción para algunas especies amenazadas. En 2007 se creó la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM), que desarrolló la estrategia latinoamericana para la conservación de los murciélagos (Aguirre et al. 2014). Esta red posee representantes en 22 países de América latina, el Caribe y las Guayanas y basa su accionar en tres ejes: educación, investigación y conservación. En el último eje se destaca la tarea de definición de Áreas de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (AICOMs) y Sitios de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (SICOMs; Aguirre et al. 2014).

Conocer el estado de conservación de los murciélagos es importante por los servicios ecosistémicos que brindan y porque resultan adecuados como bioindicadores del estado y grado de perturbación de los ecosistemas (Medellín et al. 2000; Jones et al. 2009). La declinación de poblaciones de quirópteros a nivel global puede darse por procesos continuos y graduales, como la pérdida y modificación de hábitat y refugios, o por eventos puntuales o repetidos de mortalidad masiva (Mickleburgh et al. 1992, 2002; Hutson et al. 2001; O’Shea & Bogan 2003; O’Shea et al. 2016). En Sudamérica, las principales amenazas identificadas por RELCOM (2010) son la pérdida y modificación de hábitat y refugios, el uso de agrotóxicos, los parques eólicos y los conflictos entre humanos y murciélagos. Esta evaluación coincide con estudios realizados en diversos

países de Latinoamérica (Rodríguez-Herrera et al. 2002; Aguirre 2003; Aguirre et al. 2010; Burneo & Tirira 2014; Burneo et al. 2015), en los que la pérdida de hábitat (por destrucción, modificación o fragmentación) es sistemáticamente identificada como la principal amenaza. La matanza intencional, las enfermedades y los parques eólicos explican los eventos de mortalidad masiva registrados en Sudamérica (O’Shea et al. 2016).

Uruguay posee baja riqueza de especies en comparación con Argentina (61) y Brasil (178; Barquez & Díaz 2009; González & Martínez-Lanfranco 2010; Nogueira et al. 2014). Sin embargo, la diversidad resulta comparativamente mayor cuando se considera en relación con la superficie del país: Uruguay presenta aproximadamente 13 especies cada 100 000 km², mientras Argentina y Brasil tienen dos. Además, el territorio uruguayo representa el límite austral de la distribución de varias especies, ente ellas: *Platyrrhinus lineatus*, *Sturnira lilum*, *Myotis riparius* y *Promops centralis* (Barquez et al. 2008; 2016; Solari et al. 2008; Barquez & Díaz 2015).

En Uruguay se han registrado hasta el presente 23 especies de murciélagos y se han realizado algunas evaluaciones de su estado de conservación utilizando diferentes metodologías (González 2001; Achaval et al. 2004, 2007; González & Martínez-Lanfranco 2010; González et al. 2013). La **Tabla S1 (Material Suplementario 1)** muestra la categorización de cada especie de acuerdo a estas evaluaciones. Sin embargo, hasta el presente no se ha realizado una aproximación específica e integral a la situación de conservación del grupo incluyendo análisis de la distribución actualizada, tamaños y tendencias poblacionales y amenazas. La investigación en murciélagos ha sido escasa en el país, con momentos puntuales de mayor producción (González & Lessa 2014). Desde 2005 se conformó un grupo dedicado a la investigación y conservación de los quirópteros en el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN): el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Uruguay (PCMU). Ello determinó un resurgimiento de la investigación especialmente la orientada a la conservación.

Las evaluaciones regionales que utilizan la metodología de UICN permiten aplicar los criterios a poblaciones acotadas y corregir luego los resultados en función de la situación regional. Ello permite comparar listas rojas de especies desarrolladas para países o regiones (IUCN 2012a; b; IUCN Standards and Petitions Subcommittee 2016).

El objetivo del presente estudio es contribuir al desarrollo de una estrategia de conservación para los murciélagos de Uruguay. Pretende, específicamente, evaluar las amenazas que enfrenta el grupo e identificar objetos focales para el diseño de estrategias de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis del estado actual de conservación de las especies

Se siguieron los criterios y lineamientos de UICN para evaluaciones regionales (IUCN 2012a; b; IUCN Standards and Petitions Subcommittee 2016). La información proviene de bibliografía, de la colección del MNHN y de datos inéditos de los autores y otros investigadores. Para los criterios A (reducción del tamaño poblacional) y C (pequeño tamaño de la población y disminución) se consideró en todos los casos el tiempo de generación estimado (Pacifiçi et al. 2013). El criterio E (análisis cuantitativo) no fue aplicado por falta de información. No se reconocen barreras insalvables para la dispersión de las especies en el país (si bien los grandes represamientos constituyen importantes filtros en los ríos, por lo que se consideró la misma área para los criterios B1 y B2 (Extensión de Presencia: EOO y Área de Ocupación: AOO). Se excluyeron del análisis *Nyctinomops laticaudatus*, *Myotis nigricans* y *Promops centralis* por presentar cada una un único registro para el país (González & Martínez-Lanfranco 2010), y *Myotis ruber* por haberse comprobado la identificación errónea del material que sirvió de base a la cita (M. Ruedi y L. Idárraga, com. pers.). Para las especies que se considera que no están distribuidas en todo el país se calcularon polígonos convexos utilizando las localidades conocidas de colecciones o reportadas por Gonzalez & Martínez-Lanfranco (2010). Los polígonos se recortaron por el contorno de Uruguay (excepto en el caso de *P. lineatus*, ya que por la escala no justificaba el recorte). El procesamiento de las capas geográficas se realizó en QGIS 2.12.0 (QGIS Development Team 2015). Los mapas de distribución se compilaron utilizando la

librería leaflet 1.1.0 (Cheng et al. 2017) en el entorno de programación R 3.3.1 (R Core Team 2016). El código y las capas de información para la confección de los mapas se encuentran disponibles online (Botto Nuñez et al. 2017). Dado que alguna de estas evaluaciones conlleva cierto grado de subjetividad, se explicitan los elementos tomados en cuenta para la aplicación de los criterios UICN a cada especie, con la finalidad de facilitar futuras comparaciones y reelaboraciones.

Análisis de amenazas

Se relevó bibliografía sobre amenazas para los murciélagos a nivel local y global (Hutson et al. 2001; Mickleburgh et al. 2002; González & Martínez-Lanfranco 2010; RELCOM 2010; Berthinussen et al. 2013; González et al. 2013). Se elaboró una lista de cuatro amenazas relevantes para el país. Se realizó una matriz de relación entre la lista completa de amenazas (recopiladas de la bibliografía y propuestas en este estudio), la cual se presenta en el material suplementario (Tabla S2 en Material Suplementario 1). Se optó por considerar todas las amenazas propuestas en la bibliografía revisada y establecer relaciones entre ellas en forma dicotómica. Así presentamos un panorama general de las amenazas mencionadas en la bibliografía y los vínculos entre ellas y con las cuatro propuestas para Uruguay, en esta contribución.

Utilizando una matriz de relaciones (Tabla S3, en Material Suplementario 2) se elaboró un grafo para visualizar los vínculos entre todas las amenazas. Para la construcción de la red se utilizó la librería igraph 1.0.1 (Csardi & Nepusz 2006) en R 3.3.1 (R Core Team 2016). Para cada especie se evaluó su susceptibilidad a cada una de las amenazas propuestas.

Objetos focales de conservación

Para la definición de objetos focales de conservación se consideró la similitud entre especies respecto a cuatro variables: a) hábitat, b) alimentación, c) estatus de conservación y d) amenazas. Para el análisis de agrupamiento se utilizó la función hclust, incluida en el paquete de base de R 3.3.1 (R Core Team 2016). Se utilizaron distancias euclídeas como medida de disimilitud.

Hábitat: se consideraron tres tipos principales de refugios utilizados por murciélagos en Uruguay: bosques, edificaciones y cavernas (González & Martínez-Lanfranco 2010). Los ambientes rurales se dividieron en dos en función de las medidas de conservación y manejo que pueden tomarse: bosques y cavernas.

Alimentación: se tuvieron en cuenta las tres dietas representadas en murciélagos de Uruguay: insectívora, frugívora y hematófaga (Hutson et al. 2001; González & Martínez-Lanfranco 2010). En solo una especie, *S. lilium*, se ha registrado dieta mixta (Gannon et al. 1989). A efectos del análisis se la clasificó como frugívora, dado que reportes para localidades cercanas la proponen como frugívora exclusiva (Autino & Barquez 1994; Mello et al. 2008).

Conservación: se consideró el resultado del análisis con la metodología de UICN para evaluaciones regionales. Se convirtió la categoría nominal a una escala ordinal (rango [0;3]), en la cual un valor más alto implica mayor riesgo de extinción.

Amenazas: se consideraron las identificadas en el punto anterior (**Materiales y Métodos: Análisis de amenazas**).

RESULTADOS

Análisis del estado actual de conservación de las especies

El análisis se realizó sobre 19 especies. La **Tabla 1** muestra el resultado de la aplicación de los criterios de UICN para evaluaciones regionales a las poblaciones de Uruguay. Una especie se considera en peligro crítico (CR, *Platyrrhinus lineatus*), dos vulnerables (VU, *Eumops patagonicus* y *Molossus rufus*), una casi amenazada (NT, *Sturnira lilium*) y las 15 restantes, como de preocupación menor (LC). Para las especies presentes en todo el país la extensión de ocurrencia es el área total del país: 176 193 km². Para las especies con distribuciones que no alcanzan todo el país, se presentan en el material suplementario las distribuciones obtenidas por polígonos mínimos convexos (**Fig. S1, MS 3**). A continuación, se consigna la información considerada para cada especie. Entre paréntesis se consigna el estado de conservación según este análisis y, para las especies en alguna categoría de amenaza, el criterio que permite dicha categorización.

Desmodus rotundus (LC). Se encuentra en todo el país. Utiliza refugios antrópicos (principalmente minas y edificaciones abandonadas) y naturales (grietas y cavernas). Las colonias conocidas varían desde unos pocos individuos a varios cientos (Acosta y Lara 1959; Langguth & Achaval 1972; González & Martínez-Lanfranco 2010). Desde 2007, a partir de un brote de

rabia paralítica en el norte del país, las autoridades comenzaron campañas de reducción de colonias en el norte y noreste, medidas que no afectaron la región de la cuchilla Grande y las serranías del este. El recurso alimentario para esta especie continúa siendo abundante y distribuido ampliamente en Uruguay.

Platyrrhinus lineatus (CR; B1, Ba, Bb[iii]). La especie ha sido registrada en el extremo norte del país, en las islas del río Uruguay al norte del lago de Salto Grande y en la costa frente a dichas islas. Los registros son escasos y espaciados. Consideramos que la especie puede estar presente en las cinco islas de jurisdicción uruguaya remanentes: del Padre, Rica, Misionera, Carbonera y del Zapallo, y en pequeños sectores del litoral (EOO = 55 km²) (González & Martínez-Lanfranco 2010). Debido a la escasa separación entre las islas (≤ 8 km), a la reducida extensión de ocupación y a la inexistencia de barreras, consideramos, a los efectos de la presente contribución, que existe una sola población y una única localidad. La especie habría sufrido una reducción de al menos un 80% de la población debido a la tala del bosque de las islas y la costa, además de la desaparición de islas a partir del represamiento de Salto Grande. Considerando el tiempo de generación de aproximadamente 5.6 años (Pacífico et al. 2013) dicha reducción poblacional no aplica para el criterio A. Los bosques de las islas han ido recuperándose paulatinamente y podría esperarse que en función de ello la población podría estar en aumento.

Sturnira lilium (NT). Para este análisis consideramos que esta especie está restringida al norte del país (Salto, Artigas, Rivera y Tacuarembó) (González & Martínez-Lanfranco 2010). Los datos históricos para Colonia y Cerro Largo (Ximénez et al. 1972) no se tomaron en cuenta por ser antiguos y por no existir nuevos registros a pesar del esfuerzo de muestreo reciente (EOO = 18 511 km²). Si bien se ha encontrado en bosques galería y de quebrada en Tacuarembó y Rivera, casi todos los hallazgos se asocian a bosques ribereños e insulares del río Uruguay (González & Martínez-Lanfranco 2010). Sus poblaciones se vieron severamente afectadas por la reducción de estos bosques debido a la creación del embalse de Salto Grande en la década

Tabla 1

Aplicación de los criterios de evaluación regional de UICN a las 19 especies analizadas. Criterios aplicados: B1 - Extensión de ocupación; Ba - Distribución fragmentada o número reducido de localidades; Bb(iii) - Disminución en extensión y/o calidad del hábitat; 3(A) - la población local recibe inmigración o propágulos. Categorías: LC - Preocupación menor; NT - Casi amenazada; VU - Vulnerable; CR - En peligro crítico.

Especie	Área de distribución (km ²)	Localidades	Criterios globales que aplican	Categoría global	Criterios regionales que aplican	Categoría regional
<i>Desmodus rotundus</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	<100	1	B1, Ba, Bb(iii)	CR	-	CR
<i>Sturnira lilium</i>	<20 000	<5	B1, Ba, Bb(iii)	VU	3(A)	NT
<i>Eumops bonariensis</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Eumops patagonicus</i>	<5 000	<10	B1, Ba, Bb(iii)	VU	-	VU
<i>Molossops temminckii</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Molossus molossus</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Molossus rufus</i>	<5 000	<10	B1, Ba, Bb(iii)	VU	-	VU
<i>Tadarida brasiliensis</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Eptesicus diminutus</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Eptesicus furinalis</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Lasiurus blossevillii</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Aeorestes villosissimus</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Dasypterus ega</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Histiotus montanus</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Histiotus velatus</i>	<20 000	<10	-	LC	3(A)	LC
<i>Myotis albescens</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Myotis levis</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC
<i>Myotis riparius</i>	>20 000	>10	-	LC	3(A)	LC

de 1970. Este impacto fue proporcionalmente menor que el sufrido por *Platyrrhinus lineatus*, debido a que *S. lilium* dependería menos de esos bosques, ya que utiliza otros ambientes en el país. Considerando el tiempo de generación de aproximadamente 5.6 años (Pacifci et al. 2013), esta reducción poblacional no aplica dentro del criterio A. Es esperable que conforme se ha ido regenerando el bosque de las islas remanentes, la especie haya ido recuperando sitios de refugio y alimentación. Asumimos que hay una única población en el área de distribución actual. La especie es escasa en el país y se concentra en Artigas, asociada al valle del río Uruguay.

Eumops bonariensis (LC). Presente en todo el país. Se encuentra fundamentalmente en ambientes rurales, aunque también tiene registros en entornos urbanos (González & Martínez-Lanfranco 2010). No hay evidencia de disminuciones significativas de sus poblaciones. Al igual que otras especies que se refugian en edificaciones, es amenazada por la erradicación por parte de particulares y empresas de control de plagas.

Eumops patagonicus (VU; B1, Ba, Bb[iii]). Se ha registrado en seis localidades en Artigas, en el extremo norte del país, asociado a los ríos Uruguay y Cuareim (EOO=2147 km²).

En varios casos se encontraron colonias en edificaciones y árboles que alcanzaban varias decenas de individuos, en un caso probablemente más de 100.

Molossops temminckii (LC). Esta especie ha sido documentada en los departamentos de Artigas, Río Negro, Salto y Soriano (EOO=24276 km²). Se ha registrado tanto en bosques autóctonos como refugiada en árboles exóticos. Si bien tiene más localidades de colecta y un área de ocurrencia bastante mayor que la de *E. patagonicus*, este último se ha encontrado en refugios en grupos mucho mayores.

Molossus molossus (LC). Se distribuye en todo el país y muestra una alta plasticidad en el uso de ambientes y refugios. Se encuentra en colonias en edificaciones, tanto abandonadas como en uso, y en diversos refugios naturales. Es una de las especies más frecuentemente registradas en relevamientos de campo. Está sujeta a presiones por eliminación de colonias, pero no hay evidencia que sugiera que exista una reducción sostenida de las poblaciones.

Molossus rufus (VU; B1, Ba, Bb[iii]). Fue registrado para Uruguay en 2010 en tres sitios del oeste de Artigas y en 2015 en el este de ese departamento, en el extremo norte del país (EOO=2774 km²). Se conoce de cuatro localidades asociadas al valle del río Uruguay y la cuenca del río Cuareim. Muestra menor amplitud en el uso de refugios y colonias menos numerosas que *E. patagonicus*, especie de distribución nacional similar. No hay datos que permitan inferir una reducción sostenida en la población. A efectos de este análisis se considera que el número de localidades es inferior a 10.

Tadarida brasiliensis (LC). Presente en todo el país. Utiliza estructuras antrópicas como refugio. Se han registrado colonias de varios miles de individuos en ambientes urbanos y rurales. Si bien sus costumbres coloniales y sinantrópicas lo exponen a las prácticas de eliminación, no existe evidencia de una reducción constante de la población. Por otro lado, su carácter migratorio, comprobado en poblaciones del hemisferio norte (Wilkins 1989) y sugerido en las del sur, lo enfrenta a las prácticas de conservación de distintos países. Los primeros datos disponibles para el hemisferio sur sugieren que las hembras

emigrarían al comienzo del otoño y retornarían al comienzo de la primavera, mientras que los machos parecen ser residentes permanentes (Botto Nuñez et al. 2018).

Eptesicus diminutus (LC). Está presente en el valle del río Uruguay en las cuencas de los ríos Cuareim y Queguay, y en el bajo río Negro (EOO=24276 km²). En total, se lo conoce de siete localidades. La diversidad de ambientes de registro, sumada a su distribución, permiten suponer que está presente en más de 10 localidades en el país. En base a las abundancias relativas observadas inferimos que su población es mayor que la de *S. liliium* e inferior a la de *M. temminckii*.

Eptesicus furinalis (LC). Se distribuye en todo el país. Es una de las especies más frecuentes en ambientes urbanos y rurales. Las colonias pueden alcanzar decenas de individuos. No hay evidencia que sugiera una reducción poblacional importante más allá de la amenaza que representa la eliminación de colonias en edificios.

Dasypterus ega (LC). Presente en todo el territorio. Utiliza como refugio casi exclusivamente palmeras de hojas flabeliformes. La adaptación al uso de vegetación ornamental aclimatada en ciudades y establecimientos rurales (*Washingtonia* spp.) permite hallarlo en todo el país. En palmares de caranday (*Trithrinax campestris*) se encontraron de uno a tres individuos por refugio, aunque en un número ínfimo de las palmeras revisadas.

Lasiurus blossevillii (LC). Presente en todo el país. En general se lo encuentra perchando en el follaje, en solitario, aunque en una oportunidad se encontró un grupo de unos 25 ejemplares. Si bien habitualmente parece formar grupos menores que *D. ega*, tiene mayor amplitud en el uso de refugios.

Aeorestes villosissimus (LC). Presente en todo el país. Percha a la intemperie entre el follaje de árboles, solo o en pequeños grupos y vuela alto. Eso explicaría la dificultad para registrarlo con redes y la mortalidad en parques eólicos. En el hemisferio norte es migratorio (Cryan 2003) pero en Uruguay no existen datos al respecto. El número de adultos sería menor a 10000.

Histiotes montanus (LC). Presente en todo el país. Se ha encontrado aislado y en grupos de hasta 60 ejemplares.

Histiotus velatus (LC). Se conoce de cinco localidades de los departamentos de Rivera, Cerro Largo y Treinta y Tres (EOO=7574 km²), con registros espaciados en el tiempo y solo en una oportunidad se encontró formando una colonia (J. C. González, com. pers. 2014).

Myotis albescens (LC). Registrado en todo el país en ambientes rurales y urbanos. Se encuentran ejemplares aislados, grupos reducidos y colonias numerosas.

Myotis levis (LC). Se distribuye en todo el país en ambientes rurales y urbanos. Se encuentra en pequeños grupos y en colonias de hasta varios cientos de individuos.

Myotis riparius (LC). Presente en casi todo el país, a excepción del extremo sur (EOO=138 532 km²). Se conoce de unas 12 localidades.

Análisis de amenazas

En la **Tabla S2 (MS 1)** se listan 39 amenazas mencionadas en la bibliografía. No se establecieron sinónimos, por lo cual algunas se repiten. La **Tabla S3 (MS 2)** muestra las relaciones entre las amenazas, consideradas como dicotómicas (0/1).

Para simplificar la realidad, con el fin de contribuir al diseño de una estrategia nacional de conservación de los murciélagos, se proponen cuatro amenazas principales: (1) producción de energía eólica, (2) control de rabia —caza de control—; (3) turismo —perturbación de refugios naturales— y (4) pérdida de hábitat (eliminación, modificación, fragmentación). La susceptibilidad de cada especie a las amenazas propuestas se resume en la **Tabla 2**. La **Fig. S2 (Material Suplementario 1)** muestra la relación entre las cuatro amenazas propuestas en este trabajo y las 39 recabadas de la bibliografía (a partir de los vínculos presentados en la **Tabla S3, MS 2**).

Siete de las amenazas identificadas en la bibliografía no presentaron relación con las propuestas en nuestro análisis: introducción de predadores (Hutson et al. 2001), sobreexplotación para alimento (Hutson et al. 2001; Mickleburgh et al. 2002), minería para producción de energía (Berthinussen et al. 2013), modificación y supresión de incendios naturales (Berthinussen et al. 2013), especies invasoras y enfermedades (Berthinussen et al. 2013),

introducción de especies exóticas (González & Martínez-Lanfranco 2010), y efluentes agrícolas y forestales (González et al. 2013). Estas amenazas no ocurren en Uruguay o no presentan impactos que se puedan evaluar en relación a los murciélagos, a nivel nacional.

Objetos focales de conservación

El análisis de agrupamiento permitió identificar cinco grupos de especies como objetos focales de conservación (**Fig. 1**). Los nombres empleados para cada grupo reflejan características comunes útiles para la definición de acciones estratégicas.

DISCUSIÓN

Análisis del estado actual de conservación de las especies

Todas las especies de murciélagos presentes en Uruguay se consideran como No Amenazadas a nivel global, a excepción de *H. velatus*, ubicada en la categoría Datos Insuficientes (DD; IUCN 2016). Nuestro análisis permitió identificar tres especies en categorías en riesgo a nivel nacional. En todos los casos, la ubicación en categorías de amenaza responde a la distribución en el país (reducida área de ocupación, distribución fragmentada o reducido número de localidades, y reducción en calidad o extensión de hábitat). Las tres especies tienen distribuciones restringidas al norte del país y para dos de ellas *P. lineatus* [CR] y *E. patagonicus* [VU], Uruguay representa el límite sur de su distribución (Barquez et al. 2008; Barquez & Díaz 2015; Barquez & González 2015). Además de las tres especies en categorías de amenaza, se identificó a *S. liliium* como casi amenazada (NT). También en este caso, la distribución en el país es el factor que más afecta. En caso de no implementar medidas para su conservación, es probable que *S. liliium* pueda avanzar hacia una categoría de amenaza.

Análisis de amenazas

En trabajos previos para identificación de especies amenazadas realizados en el país, se consideraron amenazas que pueden afectar a varios grupos de organismos (González et al.

Tabla 2

Distribución actual de las amenazas identificadas sobre las 19 especies analizadas. La evaluación fue dicotómica: 1- la especie puede ser afectada, 0- la especie no es afectada.

Especie	Parques eólicos	Control de rabia	Espeleo-turismo	Pérdida de hábitat
<i>Desmodus rotundus</i>	0	1	1	0
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	0	0	0	1
<i>Sturnira lilium</i>	0	0	0	1
<i>Eumops bonariensis</i>	1	0	0	0
<i>Eumops patagonicus</i>	1	0	0	1
<i>Molossops temminckii</i>	0	0	0	1
<i>Molossus molossus</i>	1	1	0	0
<i>Molossus rufus</i>	1	0	0	1
<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	1	1	0
<i>Eptesicus diminutus</i>	0	0	0	1
<i>Eptesicus furinalis</i>	0	1	0	0
<i>Lasiurus blossevillii</i>	1	0	0	1
<i>Aeorestes villosissimus</i>	1	0	0	1
<i>Dasypterus ega</i>	1	0	0	1
<i>Histiotus montanus</i>	0	0	1	0
<i>Histiotus velatus</i>	0	0	0	0
<i>Myotis albescens</i>	0	0	1	0
<i>Myotis levis</i>	0	0	1	0
<i>Myotis riparius</i>	0	0	0	1

2013). En esta contribución, en cambio, se analizaron específicamente aquellas que afectan a los murciélagos en Uruguay. A continuación, se discute el impacto de cada una de las cuatro amenazas propuestas.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA. La instalación de parques eólicos implica un riesgo para los quirópteros debido a la ocurrencia de colisiones y barotrauma (Rollins et al. 2012). El país cuenta, hasta abril de 2017, con 35 parques en funcionamiento, que suman 1270 MW de potencia (Ministerio de Industria, Energía y Minería 2009). Además, existen cuatro proyectos en diferentes etapas de desarrollo, que incorporarán otros 244 MW. Los murciélagos con mayor tendencia a ser afectados por los parques eólicos son los que vuelan a gran altura al migrar o alimentarse (Kuvlesky et al. 2007). Las especies potencialmente migra-

torias en Uruguay son *Tadarida brasiliensis* y los lasiurinos (géneros *Lasiurus*, *Dasypterus* y *Aeorestes*) (Wilkins 1989; Cryan 2003; Botto Nuñez et al. 2018). Variaciones de presencia y abundancia, observadas por los autores en colonias de *Myotis* spp. sugieren que existirían movimientos locales en especies de este género. En el caso de *M. molossus*, *M. rufus*, *E. bonariensis* y *E. patagonicus* no existen datos que permitan suponer que presentan movimientos migratorios, pero pueden volar a gran altura (Norberg & Rayner 1987). En Osorio, Rio Grande do Sul (Brasil), a 400 km de la frontera uruguaya, se encontraron seis especies presentes en Uruguay afectadas en los siguientes porcentajes (Barros et al. 2015): *T. brasiliensis* (72.9%), *A. villosissimus* (13.1%), *M. molossus* (2.7%), *D. ega* (1.8%), *L. blossevillii* (1.8%) y *M. rufus* (0.3%). En Uruguay recientemente se

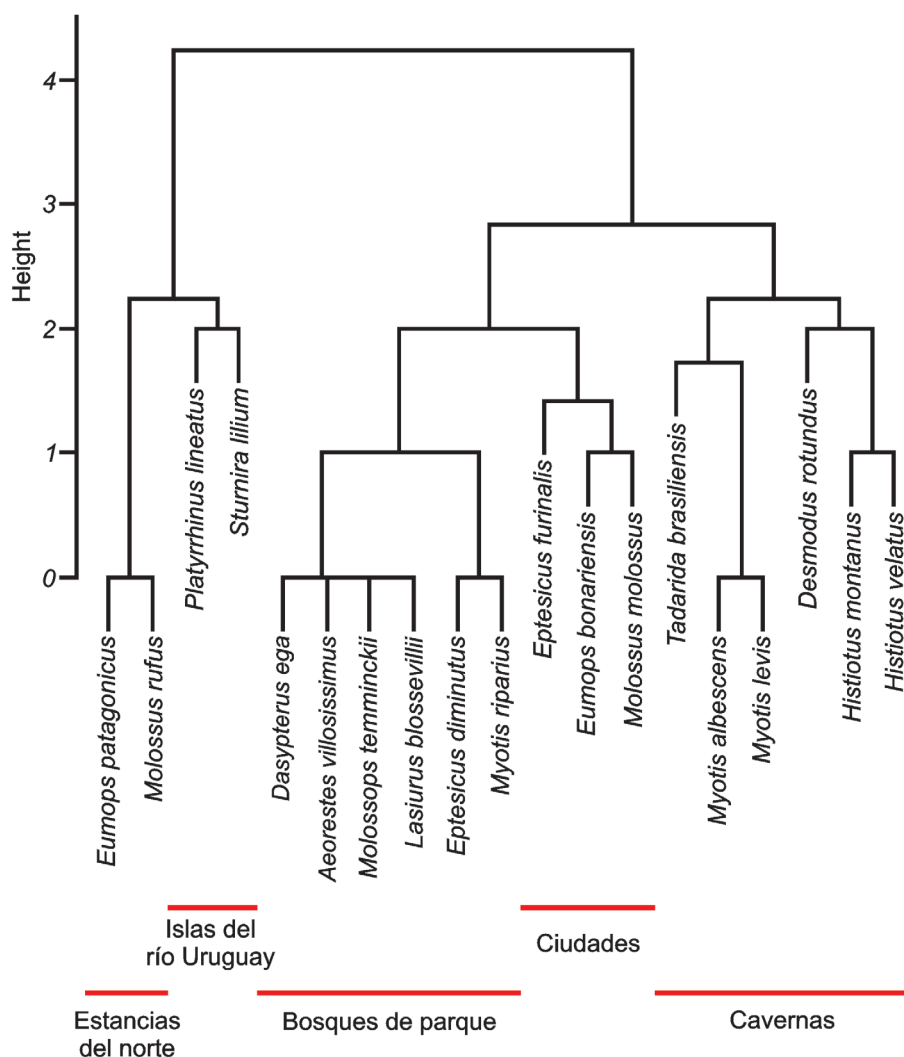


Fig. 1. Análisis de agrupamiento de las 19 especies estudiadas en relación a la definición de los objetos focales de conservación. Consideramos el uso de hábitat, la alimentación, el estado de conservación y la susceptibilidad a amenazas.

han generado recomendaciones oficiales para la evaluación del impacto ambiental de los parques eólicos (DINAMA 2015). Los estudios se realizan en cada emprendimiento en el marco de consultorías, y el carácter confidencial de los resultados dificulta tanto la evaluación holística sectorial como la discusión que debería darse idealmente en el ámbito académico.

CONTROL DE RABIA – CAZA DE CONTROL. Hasta el presente se ha comprobado la circula-

ción del virus de la rabia en cuatro especies de murciélagos de Uruguay: *Desmodus rotundus*, *Molossus molossus*, *Tadarida brasiliensis* y *Myotis* sp. (presumiblemente *M. riparius*, aunque el ejemplar no fue depositado en una colección científica; Guarino et al. 2013). La situación y su manejo mediático incrementaron la demanda del público a empresas para la eliminación de colonias alojadas en viviendas. Las especies más afectadas fueron *D. rotundus* y en

segundo término *T. brasiliensis*, *M. molossus* y *E. furinalis* (Obs. Pers. GBN). Esto se ha repetido en cada oportunidad en que se confirman diagnósticos de rabia en murciélagos en el país. El control de los brotes de rabia está incluido entre los conflictos humano-murciélago existentes en Latinoamérica (RELCOM 2010). La reducción de colonias de murciélagos hematófagos ha sido la principal medida de control de la rabia paralítica bovina en el continente (Streicker et al. 2012; Johnson et al. 2014; O'Shea et al. 2016). Algunos autores sugieren que dicha estrategia no sería efectiva a largo plazo y que puede incrementar la persistencia del virus en las poblaciones (Streicker et al. 2012). La eliminación intencional de murciélagos es la principal causa de eventos de mortalidad múltiple en Sudamérica (O'Shea et al. 2016). El trabajo en educación para reducir la percepción del riesgo que implican los murciélagos para la población es una herramienta que permitiría disminuir el efecto de los diagnósticos de rabia, sobre la eliminación o reducción de colonias, especialmente en entornos urbanos.

TURISMO – PERTURBACIÓN DE REFUGIOS NATURALES. En Uruguay no existe una práctica intensa de turismo asociado a espeleología. Sin embargo, incluso actividades puntuales pueden tener un impacto importante sobre poblaciones de murciélagos. Se conocen varias grutas en el país, algunas de las cuales cuentan con colonias de murciélagos. Las cavernas ofrecen refugio para especies que forman grandes grupos como *M. levis* y *D. rotundus*, pero también se refugian en ellas pequeños grupos o individuos solitarios de otros murciélagos (Acosta y Lara 1959; Langguth & Achaval 1972; González & Martínez-Lanfranco 2010). Las colonias numerosas son vulnerables a actividades humanas dentro de las cuevas (e.g. turismo, investigación, recolección de guano), especialmente en época reproductiva y resultan susceptibles de ser eliminados masivamente.

PÉRDIDA DE HÁBITAT. En Uruguay se da por (a) eliminación de bosques por tala e inundación, (b) urbanización y obras de infraestructura y (c) expansión agropecuaria, que sustituye praderas naturales (sitios de forrajeo) por monocultivos donde se controlan los insectos

(PNUMA 2008). La degradación de hábitat se da por (a) tala selectiva y quema de palmeras caranday (*T. campestris*); (b) ramoneo y eliminación del sotobosque por pastoreo y pisoteo de ganado (en el caso de los bosques), y (c) contaminación por agroquímicos (González et al. 2013). La tala se da por expansión agrícola (rasa) o para extracción de leña (selectiva), fenómenos presentes históricamente y hasta la actualidad en todo el país (PNUMA 2008). La eliminación de bosques por inundación fue especialmente importante en los casos de siete grandes represas construidas entre 1937 y 1986. La disminución de bosques a causa de esos represamientos y otros menores redujo además la conectividad de los principales sistemas de bosques ribereños del país (ríos Uruguay y Negro). Como parte de las políticas de riego y mitigación de los efectos del cambio climático existen planes de construcción de nuevos embalses en diferentes puntos de país (Hill 2016).

AMENAZAS NO CONSIDERADAS. No existe evidencia en Uruguay del impacto de especies introducidas o invasoras sobre la conservación de los murciélagos. A diferencia de lo que ocurre en otros continentes, en Uruguay los murciélagos no se utilizan como alimento. La modalidad de explotación minera actual en el país no representa una amenaza directa para los murciélagos dado que se centra en áridos, piedras semipreciosas y oro, que se explotan a cielo abierto (Comité organizador - Proyecto Juicio Ciudadano sobre Minería en Uruguay 2011). Debido a que no se encuentran grandes colonias de murciélagos hibernando en Uruguay y se presentan normalmente pulsos de actividad incluso durante el invierno en respuesta a días cálidos, el síndrome de nariz blanca (WNS) no fue incluido entre las amenazas. La temperatura de crecimiento del hongo que lo causa (*Pseudogynoaascus destructans*) es inferior a 20°C, con un óptimo alrededor de los 14°C (Verant et al. 2012). En murciélagos que tienen actividad regular durante el invierno la temperatura corporal impediría el crecimiento del hongo sobre los tejidos y ello minimizaría el riesgo para los murciélagos en Uruguay, en caso de que *P. destructans* ingresara a la región.

Objetos focales de conservación

Los grupos de especies identificados como objetos focales no son mutuamente excluyentes. Esto implica que las acciones tomadas en favor de una especie pueden resultar indirectamente beneficiosas para otro grupo.

El grupo “estancias del norte” requiere la adopción de estrategias diferentes a la implementación de áreas protegidas. Las dos especies incluidas en este grupo (*E. patagonicus* y *M. rufus*) están vinculadas al manejo de propiedades privadas en el extremo norte del país. En los bosques nativos casi no se encuentran árboles maduros y muertos en pie que presenten oquedades que sirvan de refugio para murciélagos, debido a los procesos de deforestación y degradación (Carrere 2010). Debido a esto, los árboles viejos ornamentales, presentes en las estancias (en general especies exóticas) constituyen abrigos de importancia para ciertas especies, cumpliendo una función que deberían cumplir especies arbóreas nativas.

Para el grupo denominado “cavernas” la estrategia de conservación debe incluir acciones para proteger sitios tanto naturales como artificiales. En tal sentido, existen actualmente algunas cavernas con distintos tipos de protección a nivel público como: las Grutas del Palacio (Flores), incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Decreto 153/013) y las Grutas de Salamanca (Maldonado) declaradas Área Protegida Departamental (Decreto 3867/2010, Junta Departamental de Maldonado). Para este último lugar existe un documento base para la elaboración de un plan de manejo, en el cual participó el PCMU, que contempla explícitamente a los murciélagos. A nivel privado, la caverna del cerro Arequita (Lavalleja) está incluida en un complejo ecoturístico y cuenta con cierta protección, aunque no existe un plan de manejo. En igual situación se encuentra la Mina de Oro Campanero (Lavalleja). Por otro lado, la Usina Cuñapirú (Rivera) es un complejo industrial en desuso que alberga colonias de *Myotis* spp., *T. brasiliensis* y *D. rotundus*. Este sitio fue designado como el primer SICOM en el país (Genta et al. 2017). Además, existen proyectos de la alcaldía local y el PCMU para

desarrollar un plan de conservación y aprovechamiento turístico del área.

En los grupos “islas del río Uruguay” y “bosques de parque” la estrategia de desarrollo de áreas protegidas podría constituir una aproximación eficaz. *Platyrrhinus lineatus* solo se encuentra en las islas y costas del río Uruguay en Artigas. Dichas islas constituyen ambientes únicos en el país, tanto por la composición florística como por su dinámica aluvional y su historia ecológica, que incluye la remoción de la vegetación y, luego de casi cuatro décadas, el rebrote de la selva, fenómeno que no ha sido adecuadamente estudiado. En el norte del país existe un área protegida (Rincón de Franquía) que ingresó al SNAP en 2013 (Decreto 121/013), e incorpora a los murciélagos como objeto focal de conservación en su plan de manejo (Ríos & Aldabe 2012). La protección de las islas del río Uruguay es de importancia para una especie amenazada (*P. lineatus*) y para otra casi amenazada (*S. lilium*), y, cuando el proceso de regeneración vegetal permita que los árboles generen huecos e intersticios, serán también importantes como refugio para otras especies que están en el límite sur de su distribución (e.g. *M. rufus* y *E. patagonicus*) (Kunz 1982; Pierson 1998). Sería importante promover la creación de una unidad de conservación en el conjunto de islas del río Uruguay al norte de Salto Grande. El Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (SNAP, Decretos 579/008 y 343/015) incluye una pequeña superficie de bosques de parque, que representa una porción ínfima de estos bosques en el país. En trabajos de campo recientes uno de los autores (EMG) constató que en algunos lugares continúan las actividades de tala masiva de estos bosques. Un caso particular se da respecto a los palmares caranday (asociaciones de palmeras nativas, *T. campestris*, que crecen en bosques de parque con suelos alcalinos), refugios de poblaciones de *D. ega* y *L. blossevillii*. Estos ambientes se distribuyen en parches en Soriano y Río Negro y se encuentran representados en forma ínfima en unidades de conservación, tanto públicas como privadas (e.g. compañías forestales). A su vez hemos comprobado recientemente la quema y tala de palmeras en Soriano. Actualmente existe

una propuesta para la creación de un AICOM en los palmares caranday.

La principal amenaza en áreas urbanas es la eliminación de colonias en edificaciones. La misma se da por particulares y por empresas de control de plagas. El principal ámbito de actuación para la conservación debería ser el control de las empresas por parte de las autoridades en materia de fauna. Dicho control debería darse a través de permisos de caza de control y debería apuntarse a que, siempre que sea posible, se lleven a cabo procesos de exclusión, no de eliminación. La emisión de permisos de caza debería estar vinculada a la formulación de planes de acción, especialmente en casos de colonias numerosas o colonias de cría. Adicionalmente, los permisos de caza de control deberían acompañarse de la certificación de idoneidad de los técnicos que realizarán la exclusión, incluyendo evaluación de conocimientos en taxonomía y manejo de murciélagos. Dado que parte de la eliminación de colonias se lleva a cabo por particulares, otra cara de una estrategia de conservación a nivel urbano requiere componentes educativos y de comunicación.

La asignación de categorías de conservación, identificación de amenazas y propuesta de objetos focales de conservación aportan a nuestro país una visión integrada de la situación actual de conservación de las especies de murciélagos y permite enfocar las acciones de conservación de forma óptima. De esta manera, se pretende apoyar el proceso de conservación de las especies y, conjuntamente, de los servicios ecosistémicos que estas brindan, como es el caso de las especies insectívoras que controlan poblaciones de insectos (incluyendo familias de insectos que pueden ser nocivas para la agricultura), así como también las especies frugívoras que participan en la regeneración y mantenimiento de ambientes relictuales en el país.

CONCLUSIONES

Las tres especies incluidas en categorías de riesgo en este estudio están restringidas al norte del país, pero las estrategias requeridas para su conservación son diferentes. *Molossus*

rufus y *E. patagonicus* se encuentran en árboles exóticos presentes en cascos de estancias y no han sido registrados hasta ahora en sistemas boscosos naturales. Esta particularidad requiere estrategias de conservación basadas en la educación, concientización e involucramiento de los propietarios y residentes de predios rurales. Para *P. lineatus* las islas del río Uruguay, y especialmente aquellas al norte de la represa de Salto Grande, constituyen ambientes de gran importancia, ya que serían el único sitio del país donde se distribuye. Para las especies que hacen uso de áreas urbanas, y eventualmente para otras, la utilización de refugios artificiales podría desarrollarse al punto de volverse trascendente si se concientiza a la ciudadanía del valor de los murciélagos como controladores biológicos de insectos dañinos que vuelan por la noche (González & Medellín 2016).

Es de esperarse que una lista acotada de amenazas y la identificación de objetos de conservación faciliten el diseño e implementación de estrategias de conservación.

Para enfrentar los problemas de conservación de los murciélagos en el país es necesario: a) aumentar la investigación, b) modernizar colecciones científicas, c) fortalecer la institucionalidad vinculada explícitamente a los temas ambientales, tanto a nivel público como privado (policía, poder judicial, departamento de fauna, MNHN, universidades, empresas, ONG), d) desarrollar una estrategia educativa y de comunicación, y e) implementar medidas de conservación in situ tanto en áreas naturales como en refugios antropogénicos. La [Tabla S4 \(Material Suplementario 1\)](#) muestra una lista de los actores identificados en el país vinculados a la conservación de los murciélagos, relevantes para el desarrollo de estrategias y políticas de conservación.

AGRADECIMIENTOS

A A. Soutullo por la orientación y colaboración durante las etapas iniciales del trabajo. A E. Acosta y Lara (in memoriam) y a J. C. González por los datos aportados. A M. Ruedi y L. Idárraga por la información acerca de ejemplares atribuidos a *M. ruber* depositados en el Museo de Historia Natural de Ginebra, Suiza. A los compañeros del PCMU por su participación entusiasta en numerosas actividades que llevaron a concretar este aporte.

LITERATURA CITADA

- ACHAVAL, F., M. CLARA, & A. OLMOS. 2004. Mamíferos de la República Oriental del Uruguay. Imprimex, Montevideo.
- ACHAVAL, F., M. CLARA, & A. OLMOS. 2007. Mamíferos de la República Oriental del Uruguay. 2da Edición corregida y aumentada. Zonalibro, Montevideo.
- ACOSTA Y LARA, E. 1959. Observaciones sobre una colonia de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) en el Cerro Salamanca, Dpto. de Maldonado. Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo 4:1-4.
- AGUIRRE, L. F. 2003. Estado de conservación de los murciélagos de Bolivia. *Chiroptera Neotropical* 5:108-112.
- AGUIRRE, L. F. ET AL. 2010. Plan de Acción para la Conservación de los Murciélagos Amenazados de Bolivia. BIOTA-PCMB, MMAA-VBCCGDF-DGB, UICN-SSC-BSG, CBG-UMSS, Cochabamba, Bolivia.
- AGUIRRE, L. F. ET AL. 2014. De esfuerzos locales a una iniciativa regional: La Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM). *Ecología en Bolivia* 49:45-50.
- AUTINO, A. G., & R. M. BARQUEZ. 1994. Patrones de alimentación y reproducción de *Sturnira lilium* y *Sturnira erythromis* (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical* 1:73-80.
- BARQUEZ, R. M., & M. M. DÍAZ. 2009. Los murciélagos de Argentina. Clave de identificación. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina, San Miguel de Tucumán.
- BARQUEZ, R. M., & M. M. DÍAZ. 2015. *Platyrrhinus lineatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015:e.T17565A21987212. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2015-4.rlts.t17565a21987212.en>
- BARQUEZ, R. M., & E. M. GONZÁLEZ. 2015. *Eumops patagonicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015:e.T136825A22044762. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2015-4.rlts.t136825a22044762.en>
- BARQUEZ, R. M., S. PEREZ, & M. M. DÍAZ [online]. 2016. *Myotis riparius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. (27 May 2018). <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2016-1.rlts.t14195a22062950.en>
- BARQUEZ, R. M., S. PEREZ, B. MILLER, & M. M. DÍAZ. 2008. *Sturnira lilium*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:e.T20953A9238873. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2008.rlts.t20953a9238873.en>
- BARROS, M. A. S., R. G. DE MAGALHÃES, & A. M. RUI [online]. 2015. Species composition and mortality of bats at the Osório Wind Farm, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 50:31-39. <https://doi.org/10.1080/01650521.2014.1001595>
- BERTHINUSSEN, A., O. C. RICHARDSON, & J. D. ALTRINGHAM. 2013. Bat conservation. Global evidence for the effects of interventions. Pelagic Publishing Ltd.
- BOTTO NUÑEZ, G., M. GENTA, M. DÍAZ, A. L. RODALES, & E. M. GONZÁLEZ. 2018. Circannual sex distribution of the Brazilian Free-tailed Bat, *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae), suggests migration in colonies from Uruguay. *Mastozoología Neotropical* 25:213-219. <https://doi.org/10.31687/saremmn.18.25.1.0.17>
- BOTTO NUÑEZ, G., E. M. GONZÁLEZ, & A. L. RODALES [online]. 2017. Mapas de distribución de murciélagos de Uruguay v1.0. <https://github.com/gbotto/chiroptera_UY> (31 July 2017).
- BURNEO, S. F., M. D. PROAÑO, & D. G. TIRIRA (Eds.). 2015. Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador. Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito.
- BURNEO, S. F., & D. G. TIRIRA. 2014. Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya* 5:197-228. <https://doi.org/10.12933/therya-14-184>
- CARRERE, R. 2010. Monte indígena. Mucho más que un conjunto de árboles. Nordan Comunidad, Montevideo.
- CHENG, J., B. KARAMBELKAR, & Y. XIE [online]. 2017. leaflet: Create Interactive Web Maps with the JavaScript "Leaflet" Library. <<http://rstudio.github.io/leaflet/>>.
- COMITÉ ORGANIZADOR - PROYECTO JUICIO CIUDADANO SOBRE MINERÍA EN URUGUAY [online]. 2011. Minería en Uruguay: posturas, argumentos y aspectos vinculados a la temática. Montevideo.
- CRYAN, P. M. [online]. 2003. Seasonal distribution of migratory tree bats (*Lasiurus* and *Lasionycteris*) in North America. *Journal of Mammalogy* 84:579-593. [https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0579:SDOMTB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0579:SDOMTB>2.0.CO;2)
- CSARDI, G., & T. NEPUSZ [online]. 2006. The igraph software package for complex network research. *InterJournal Complex Sy*:1695.
- DINAMA [online]. 2015. Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de parques eólicos. Montevideo. <<http://www.mvotma.gub.uy/ambiente-territorio-y-agua/item/10006979-guia-para-la-evaluacion-de-impacto-ambiental-de-parques-eolicos.html>>. <https://doi.org/10.4995/thesis/10251/14634>
- GANNON, M. R., M. R. WILLIG, & J. KNOX. 1989. *Sturnira lilium*. *Mammalian Species*.
- GENTA, M., M. DÍAZ, & G. BOTTO [online]. 2017. Propuesta de Sitio de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (SICOM), Usina de Cuñapirú (Dpto. Rivera, Uruguay). <<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16445.56807>>.
- GONZÁLEZ, E. M. 2001. Guía de campo de los mamíferos de Uruguay. Introducción al estudio de los mamíferos. Vida Silvestre, Montevideo.
- GONZÁLEZ, E. M., & E. P. LESSA. 2014. Historia de la mastozoología en Uruguay. Historia de la mastozoología en Latinoamérica, las Guayanas y el Caribe (J. Ortega, J. L. Martínez & D. G. Tirira, eds.). Editorial Murciélago Blanco y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Quito y México DF.
- GONZÁLEZ, E. M., & J. A. MARTÍNEZ-LANFRANCO. 2010. Mamíferos de Uruguay. Guía de campo e introducción a su estudio y conservación. Vida Silvestre - Museo Nacional de Historia Natural, Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo.
- GONZÁLEZ, E. M., J. A. MARTÍNEZ-LANFRANCO, E. JURI, A. L. RODALES, G. BOTTO, & A. SOUTULLO. 2013.

- Mamíferos. Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares (A. Soutullo, C. Clavijo & J. A. Martínez-Lanfranco, eds.). Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Montevideo.
- GONZÁLEZ, E. M., & R. A. MEDELLÍN. 2016. Murciélagos y mosquitos: ni tanto ni tan poquito. Boletín de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos 7:1-2.
- GUARINO, H., J. G. CASTILHO, J. SOUTO, R. DE N. OLIVEIRA, M. L. CARRIERI, & I. KOTAIT. 2013. Antigenic and genetic characterization of rabies virus isolates from Uruguay. *Virus Research* 173:415-420. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.12.013>
- HILL, M. [online]. 2016. Riego en Uruguay: Estrategias para su desarrollo. Anuario OPYPA 2016 (Oficina de Programación y Política Agropecuaria, ed.). Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Montevideo.
- HUTSON, A. M., S. P. MICKLEBURGH, & P. A. RACEY (Eds.). 2001. Microchiropteran bats. Global survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group, Gland. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2001.ssc-ap.1.en>
- IUCN. 2012a. IUCN Red List categories and criteria. Version 3.1. Gland.
- IUCN [online]. 2012b. Guidelines for application of IUCN Red List criteria at regional and national levels. Version 4.0.
- IUCN [online]. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species 2016-3. <<http://www.iucnredlist.org/>> (24 April 2017).
- IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE [online]. 2016. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. Version 12. IUCN.
- JOHNSON, N., N. ARÉCHIGA-CEBALLOS, & A. AGUILAR-SETIEN. 2014. Vampire bat rabies: Ecology, epidemiology and control. *Viruses* 6:1911-1928. <https://doi.org/10.3390/v6051911>
- JONES, G., D. S. JACOBS, T. H. KUNZ, M. R. WILLIG, & P. A. RACEY. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research* 8:93-115. <https://doi.org/10.3354/esr00182>
- KUNZ, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. *Ecology of bats* (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3421-7_1
- KUVLESKY, W. P., L. A. BRENNAN, M. L. MORRISON, K. K. BOYDSTON, B. M. BALLARD, & F. C. BRYANT. 2007. Wind energy development and wildlife conservation: challenges and opportunities. *Journal of Wildlife Management* 71:2487-2498. <https://doi.org/10.2193/2007-248>
- LANGGUTH, A., & F. ACHAVAL. 1972. Notas ecológicas sobre el vampiro *Desmodus rotundus rotundus* (Geoffroy) en el Uruguay. *Neotropica* 18:45-53.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, & M. A. AMIN. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x>
- MELLO, M. A. R., E. K. V. KALKO, & W. R. SILVA [online]. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy* 89:485-492. <https://doi.org/10.1644/06-mamm-a-411r.1>
- MICKLEBURGH, S. P., A. M. HUTSON, & P. A. RACEY. 2002. A review of the global conservation status of bats. *Oryx* 36:18-34. <https://doi.org/10.1017/s0030605302000054>
- MICKLEBURGH, S. P., A. M. HUTSON, & P. A. RACEY (Eds.). 1992. Old World fruit bats. An action plan for their conservation. IUCN, Gland. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.1992.ssc-ap.6.en>
- MINISTERIO DE INDUSTRIA ENERGÍA Y MINERÍA [online]. 2009. Guía de actores de energía eólica en Uruguay. <<http://www.energieolica.gub.uy>> (1 March 2017).
- NOGUEIRA, M. R., I. P. DE LIMA, R. MORATELLI, V. DA C. TAVARES, R. GREGORIN, & A. L. PERACCHI. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10:808-821. <https://doi.org/10.15560/10.4.808>
- NORBERG, U. M., & J. M. V. RAYNER. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 316:335-427. <https://doi.org/10.1098/rstb.1987.0030>
- O'SHEA, T. J., & M. A. BOGAN. 2003. Monitoring trends in bats populations of the United States and Territories: problems and prospects. U. S. Geological Survey, Biological Resources Discipline, Information and Technology Report. Fort Collins. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/itr030003>
- O'SHEA, T. J., P. M. CRYAN, D. T. S. HAYMAN, R. K. PLOWRIGHT, & D. G. STREICKER. 2016. Multiple mortality events in bats: A global review. *Mammal Review* 46:175-190. <https://doi.org/10.1111/mam.12064>
- PACIFICI, M. ET AL. 2013. Generation length for mammals. *Nature Conservation* 5:87-94. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.5.5734>
- PIERSON, E. D. 1998. Tall trees, deep holes and scarred landscapes. *Conservation biology of North American bats*. Bat biology and conservation (T. H. Kunz & P. A. Racey, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington & London.
- PNUMA. 2008. GEO Uruguay. Informe del estado del ambiente. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Centro Latinoamericano de Ecología Social, Montevideo.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM [online]. 2015. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <<http://qgis.osgeo.org>>.
- R CORE TEAM [online]. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <<http://www.r-project.org/>>.
- RELCOM [online]. 2010. Estrategia para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe. <<http://www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/Estrategia.pdf>> (19 October 2016).
- RÍOS, M., & J. ALDABE [online]. 2012. Elaboración de un plan de desarrollo integral para Rincón de Franquía (Artigas). Montevideo. <<http://vidasilvestre.org.uy/wp-content/uploads/2012/11/PLAN-DESARROLLO-INTEGRAL.pdf>>.

- RODRIGUEZ-HERRERA, B., F. CHINCHILLA, & L. MAY-COLLADO. 2002. Lista de especies, endemismo y conservación de los mamíferos de Costa Rica. *Revista Mexicana de Mastozoología* 6:21-57.
- ROLLINS, K. E., D. K. MEYERHOLZ, G. D. JOHNSON, A. P. CAPPARELLA, & S. S. LOEW [online]. 2012. A forensic investigation into the etiology of bat mortality at a wind farm: barotrauma or traumatic injury? *Veterinary Pathology* 49:362-71. <https://doi.org/10.1177/0300985812436745>
- SOLARI, S., R. BARQUEZ, & P. C. DE GRAMMONT [online]. 2008. *Promops centralis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. (26 May 2018).
- STREICKER, D. G. ET AL. 2012. Ecological and anthropogenic drivers of rabies exposure in vampire bats: implications for transmission and control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279:3384-3392. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0538>
- VERANT, M. L., J. G. BOYLES, W. WALDREP, G. WIBBELT, & D. S. BLEHERT. 2012. Temperature-dependent growth of *Geomyces destructans*, the fungus that causes bat White-Nose Syndrome. *PLoS ONE* 7:e46280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046280>
- WILKINS, K. T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian Species* 331:1-10.
- XIMÉNEZ, A., A. LANGGUTH, & R. PRADERI. 1972. Lista sistemática de los mamíferos del Uruguay. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo* 7:1-49.

MATERIAL SUPLEMENTARIO ONLINE

Suplemento 1

https://www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/SAREM_MastNeotrop_26-1_Botto-Nunez-sup1.docx

Tabla S1. Comparación de los resultados de los análisis del estado de conservación de las especies de murciélagos a nivel nacional (González, 2001; Achaval et al., 2004, 2007; González & Martínez-Lanfranco, 2010; González et al., 2013), el estado de conservación global según UICN (2016) y los resultados de este estudio. NE: No evaluado; NA: No amenazado; S: Susceptible; V: Vulnerable; MVU: Muy vulnerable; IC: Insuficientemente conocido; SD: Sin Datos; PRIO: Prioritaria para la conservación; SNAP: Prioritaria para el desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazado; CR: En riesgo crítico; DD: Datos insuficientes.

Tabla S2. Listado de amenazas para la conservación de los murciélagos identificadas en la bibliografía, a nivel global, regional y nacional. Los números de cada amenaza son los mismos utilizados en la Figura S2. Referencias: a - Hutson et al. 2001; b - Mickleburgh et al. 2002; c - Berthinussen et al. 2013; d - Relcom 2010; e - González & Martínez-Lanfranco 2010; f - González et al. 2013.

Tabla S4. Listado de actores relevantes para la conservación de los murciélagos en Uruguay.

Fig. S2. Relación entre las amenazas para la conservación de los murciélagos, incluyendo las 39 identificadas en la bibliografía, y las cuatro propuestas en este estudio para Uruguay. La codificación numérica de las 39 amenazas obtenidas de la bibliografía corresponde a la Tabla S2. Los colores indican la referencia. Las amenazas identificadas en este estudio son: Producción de energía eólica (A1), Control de rabia – caza de control (A2), Turismo – perturbación de refugios naturales (A3) y Pérdida de hábitat (A4). La vinculación de las numerosas amenazas y las identificadas en forma resumida es importante en relación al establecimiento de objetos focales, estrategias y tácticas de conservación.

Suplemento 2

https://www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/SAREM_MastNeotrop_26-1_Botto-Nunez-sup2.csv

Tabla S3. Relaciones entre las amenazas identificadas en la bibliografía (**Tabla S2**) y las propuestas en este estudio. Esta matriz de contactos se utilizó para obtener el grafo presentado en la Figura S2.

Suplemento 3

https://www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/SAREM_MastNeotrop_26-1_Botto-Nunez-sup3.html

Fig. S1. Mapa de distribución de las ocho especies con distribución subnacional. Las distribuciones se obtuvieron a partir de polígonos mínimos convexos sobre las localidades marginales a partir de bibliografía (González & Martínez-Lanfranco 2010) o registros de colecciones. Los polígonos se utilizaron para el cálculo del área de distribución utilizado en el análisis de estado de conservación (Materiales y Métodos, Análisis del estado actual de conservación de las especies).