



MURCIÉLAGOS DE CHILE: LINEAMIENTOS PARA SU ESTUDIO

Bats of Chile: guidelines for study

Ignacio Fernández^{1,4}, *José Yáñez*², *Juan Luis Allendes*^{1,4}, *Gonzalo Ossa*^{3,4},
Annia Rodríguez-San Pedro^{1,4,5}

¹Bioecos E.I.R.L, Manquehue sur 520, Oficina 305, 7570180 Las Condes, Santiago. Chile. ²Museo Nacional de Historia Natural, Parque Quinta Normal, Santiago, Chile. ³Conserbat E.I.R.L, Camino a la Balsa S/N, San Fabián, 3860000 Biobío, Chile. ⁴Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile, Santiago, Chile (PCMCh). ⁵Departamento de Ciencias Biológicas Animales, Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

*Autor correspondiente/corresponding author: Correo electrónico/E-mail: i.fernandezlatapiat@gmail.com

RESUMEN

Los murciélagos en Chile no han sido extensivamente estudiados como otros grupos zoológicos, esta situación, sumada las amenazas que enfrentan y su incorporación en estudios de línea base de impacto ambiental, hace necesaria una guía con metodología estandarizada para su estudio. Recomendamos al momento de estudiar quirópteros utilizar las técnicas de muestreo tomando en consideración la conducta, dieta, refugios, hábitat, sitios de hibernación y clima.

Palabras clave: metodología, estudio, quirópteros, Chile.

ABSTRACT

Bats in Chile have not been extensively studied as other zoological groups, along with it, added the threats they face and their incorporation into baseline studies of environmental impact line, a guide is necessary to standardized methodology for study. We recommend when studying bats use sampling techniques taking into account the behavior, diet, shelter, habitat, overwintering sites and climate.

Keywords: methodology, study, bats, Chile.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los murciélagos en Chile ha sido un tema casi olvidado por décadas. Esto se refleja en la baja cantidad de publicaciones sobre quirópteros en comparación con otros grupos zoológicos (Sierra-Cisternas 2015). Esta tendencia está cambiando tanto a nivel global como local, probablemente asociado a la presencia de amenazas emergentes, tales como el creciente desarrollo de la energía eólica y enfermedades como el Síndrome de la Nariz Blanca, que actualmente, junto a la pérdida y fragmentación de hábitat, constituyen la causa principal de importantes reducciones poblacionales para muchas especies de murciélagos fundamentalmente en el hemisferio norte (Fenton & Simmons 2015, O'Shea et al. 2016). Todo esto ha generado un aumento de estudios de línea base incluyendo a los quirópteros, sin embargo, las metodologías utilizadas en la mayoría de estos estudios en Chile no son las más adecuadas (Escobar et al. 2015) y, en consecuencia, tanto la información obtenida como los impactos sobre los murciélagos estarían siendo subestimados. Por ello, es necesario desarrollar protocolos para una correcta evaluación sobre este grupo de mamíferos. Dentro de este marco, el presente documento tiene como objetivo proponer una metodología de trabajo estandarizada, que facilite la recopilación de información en terreno de manera uniforme, considerando las áreas utilizadas por los murciélagos.

Normativa en Chile pertinente a los quirópteros

Dentro de la legislación chilena, tres leyes son atinentes a los murciélagos, la primera es la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente N° 19.300 creada en 1994, en ella existen dos decretos supremos que norman

tanto directa como indirectamente los quirópteros. Estos son, el Decreto Supremo (DS) 29, creado el año 2012, el cual permite asignar a una especie determinada una categoría de conservación (RCE), siendo un proceso en el que puede participar cualquier ciudadano, y luego, el DS 40, promulgado el año 2013, que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este último permitió incluir en los Estudios de Evaluación Impacto Ambiental (EIA) numerosas especies, entre ellas a los quirópteros, junto con planes de restauración y mitigación para las especies que tengan una categoría de conservación (RCE).

La segunda es la Ley de Caza N° 4601, DS N°4.884, promulgada en 1929 (artículo 4) y su última actualización el año 2015, publicada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG 2015), prohíbe la caza y tenencia de murciélagos. Además en ella se confiere categorías a las especies chilenas, entre ellas las concernientes a los murciélagos son: B (Beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria), E (Benéfica para la mantención del equilibrios de los ecosistemas), S (Densidades poblacionales reducidas). Además esta ley en su DS N° 5 del año 1998 califica a *Desmodus rotundus* (É. Geoffroy, 1810) como “Rara” en el norte y centro de Chile.

Finalmente, la Ley N° 725 de 1967, del Ministerio de Salud, a través del Decreto N° 89 del año 2002, estipula en el Artículo 11 que los animales (domésticos y silvestres) que acusen síntomas de rabia, deberán ser sacrificados por el Servicio de Salud, el que de inmediato, enviará la muestra al Instituto de Salud Pública de Chile, para la realización del examen correspondiente. Además, el Artículo 12 de dicha ley, señala que la autoridad sanitaria deberá proceder a erradicar o eliminar las colonias de murciélagos, en áreas urbanas o rurales, ya sea en forma directa o a través de terceros, cuando el análisis de riesgo de-

termine que éstas representan un peligro para la salud de la población humana. Desde entonces miles de murciélagos son sacrificados cada año para minimizar el riesgo de transmisión de la rabia al ganado, mascotas y seres humanos, no existiendo evidencia fehaciente de disminución de la incidencia del virus en los animales.

Normativa Internacional pertinente a los quirópteros que ha suscrito Chile

Chile ha suscrito cinco Convenios que conciernen a los murciélagos: El primero es la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América, fue suscrita en 1940 y entró en vigencia en Chile en 1967, en ella se promueve la creación de reservas, monumentos y parques nacionales, donde se prohíbe la matanza, captura, explotación de flora y fauna y sus riquezas (Rovira 2006). Posteriormente se suscribió, en 1971, la Convención RAMSAR, relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, que en nuestro país entró en vigencia en 1981. Si bien esta convención no está orientada a los murciélagos, protege áreas que éstos habitan o utilizan para el forrajeo (Rovira 2006). En el año 1972 se suscribió la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Natural y Cultural, que en nuestro país rige desde 1980, principalmente reconoce la obligación como país de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir el patrimonio, esto se lleva a cabo a través de la mantención del SNASPE y protección del 0,1% del territorio marítimo (Rovira 2006). Luego, en 1973, Chile suscribió la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que en nuestro país rige desde 1975. En ella

se regula el comercio de especies que estén incluidas en sus tres apéndices. Si bien a la fecha no hay especies de murciélagos chilenos incluidas, este convenio regularía la exportación y sancionaría el comercio ilegal si alguna especie de quiróptero se viera afectada por esta amenaza en el futuro (Rovira 2006). Finalmente, en 1992, Chile suscribe el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que en nuestro país entró en vigencia en el año 1995, este convenio tiene como objetivo la conservación de la biodiversidad, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven en la utilización de los recursos genéticos (Rovira 2006).

Por otra parte, la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) propuso en el año 2001 (Hutson et al. 2001) una clasificación para los murciélagos en base a categorías de conservación. La clasificación de las especies según su estado de conservación en Chile (RCE) utiliza como base las categorías de conservación de especies de la IUCN.

Las trece especies de quirópteros chilenos, su estado de conservación según la IUCN, su clasificación en RCE y la categoría según Ley de Caza se detallan en Tabla 1.

Especies y uso de hábitat

Las trece especies de murciélagos reportadas para Chile están presentes en un amplio gradiente climático, desde las pampas desérticas y valles en el extremo norte, hasta los bosques y praderas del sur (Galaz & Yáñez 2006, Díaz et al. 2011, Ossa et al. 2015a). Existen especies que de acuerdo a su morfología alar son descritas como de vuelo rápido y directo, en cambio otras poseen un vuelo lento y maniobráble (Norberg 1981, Norberg & Rayner 1987, Canals et al. 2001). En este sentido, al-

Nombre científico	Estado de Conservación según IUCN (2016)	Estado de Conservación según la RCE DS 29 (2001-2016)	Ley de Caza, (1929-2015) D. S. N°4.884
<i>Amorphochilus schnablii</i>	Vulnerable	No clasificada	B,S
<i>Desmodus rotundus</i>	Preocupación menor	No clasificada	S
<i>Histiotus laephotis</i>	Casi Amenazada	No clasificada	No clasificada
<i>Histiotus magellanicus</i>	Preocupación menor	No clasificada	No clasificada
<i>Histiotus macrotus</i>	Preocupación menor	No clasificada	B
<i>Histiotus montanus</i>	Preocupación menor	No clasificada	B
<i>Lasiurus cinereus</i>	Preocupación menor	Datos insuficientes	B
<i>Lasiurus varius</i>	Preocupación menor	Preocupación menor	No clasificada
<i>Mormopterus kalinowskii</i>	Preocupación menor	No clasificada	B,S
<i>Myotis atacamensis</i>	En peligro	Casi Amenazada	B,S
<i>Myotis chiloensis</i>	Preocupación menor	No clasificada	B
<i>Platalina genovensium</i>	Casi Amenazada	No clasificada	B,S
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Preocupación menor	No clasificada	B

TABLA 1. NOMBRE CIENTÍFICO DE LAS ESPECIES DE QUIRÓPTEROS PRESENTES EN CHILE Y SU ESTADO DE CONSERVACIÓN GLOBAL, SEGÚN LA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (IUCN), Y NACIONAL, SEGÚN EL REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES (RCE) Y LA CATEGORIZACIÓN OTORGADA POR LA LEY DE CAZA. LAS SIGLAS SIGNIFICAN: (B) ESPECIE BENEFICIOSA PARA LA ACTIVIDAD SILVOAGROPECUARIA Y (S) ESPECIE CON DENSIDADES POBLACIONALES REDUCIDAS.

Scientific name of bat species present in Chile and conservation status global, as international union for conservation of nature (iucn), and national as regulation for classification of wildlife (rce) and the rating granted by the law of hunting. acronyms mean: (b) species beneficial for agriculture and forestry activity (s) species with reduced population density.

gunas especies que han sido descritas como migratorias son *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy Saint-Hilaire 1824), *Mormopterus kalinowskii* (O. Thomas, 1893), *Lasiurus varius* Poepfig, 1835 y *Lasiurus cinereus* (Palisot de Beauvois, 1796), las cuales presentan un vuelo en altura y/o en áreas abiertas (Galaz & Yáñez 2006, Iriarte 2008, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013a), por tanto son difíciles de capturar con redes de neblina (Kuenzi & Morrison 1998, Gukasova & Vlaschenko 2011). Aunque *Lasiurus varius* no siempre vuela en altura, y suele utilizar con frecuencia los corredores y ca-

minos interiores en bosques y plantaciones forestales (Ossa 2010, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2014, 2015).

El resto de las especies han sido clasificadas como especies sedentarias dadas su morfología alar (Norberg & Rayner 1987). Algunas de ellas son dependientes tanto de la presencia de refugios como de fuentes de alimento específicos, lo cual las obliga a permanecer dentro de un pequeño rango de movimiento, tal es el caso de *Desmodus rotundus*, especie que se alimenta exclusivamente de sangre, en su mayoría proveniente de lobos marinos y aves acuáticas (Mann 1945, 1978),

lo que la obliga a buscar refugio en grietas y cavernas en la costa, cerca de colonias de lobos; y la especie *Platalina genovensium* O. Thomas, 1928, la que se alimenta principalmente de néctar, por lo que sus movimientos están limitados a áreas donde hay presencia de cactáceas de cuyas flores liba (Aragón & Aguirre 2007, Pacheco et al. 2008, Ossa et al. 2016).

Las especies insectívoras de los géneros *Histiopus*, *Myotis* y *Amorphochilus*, poseen también una estructura alar que las clasifica como sedentarias, aunque no existen estudios en Chile que determinen los rangos de movimiento de éstas. Posiblemente presentan pequeños movimientos altitudinales y/o regionales en busca de mayores concentraciones de insectos durante los períodos fríos, o simplemente hibernan (Bozinovic et al. 1985, Morgan & Czaplewski 1999). Los hábitos de forrajeo de estas especies son variables según su distribución, sin embargo, siempre están condicionados por la mayor presencia de insectos presa. En el norte de Chile, *Myotis atacamensis* (Lataste, 1892) y *Amorphochilus schnablii* Peters, 1877, forrajean en el fondo de los valles (Mann 1945, 1978), tanto en la costa como al interior, aprovechando la alta presencia de insectos debido a la humedad y protección contra el viento. En el extremo sur, *M. chiloensis* y *Histiopus magellanicus* (Poeppig, 1835) utilizan bordes de bosque, o incluso el interior de bosques maduros, para forrajear, aprovechando la protección contra el viento que éste ofrece, y la consiguiente mayor cantidad de insectos (Koopman 1967, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013a, Ossa & Díaz 2014, Rodríguez-San Pedro et al. 2015, Ossa 2016).

Poco se sabe respecto al tipo de refugios utilizados por las diferentes especies de quirópteros presentes en Chile. Algunas han sido estudiadas, como por ejemplo *Tadarida brasiliensis*, la cual al ser gregaria, utiliza

grandes espacios como cuevas, minas y entretechos (Wilkins 1989, Rodríguez-San Pedro et al. 2014). También utilizan cavernas y minas para refugiarse *Desmodus rotundus* (Wohlgenant 1994, Rodríguez-San Pedro & Allendes en prensa) y *Platalina genovensium* (Sahley & Baraybar 1996, Ossa et al. 2016), dada la baja oferta de otras guaridas en sus hábitats. En el norte de Chile, las especies del género *Histiopus* utilizan grietas en rocas y minas abandonadas, así como también construcciones humanas en conjunto con *Myotis atacamensis* (Rodríguez-San Pedro et al. 2014, Ossa et al. 2015b) y *Amorphochilus schnablii* (Ugarte-Nuñez 2014). En la zona sur, las especies del género *Histiopus* y la especie *Myotis chiloensis* (Waterhouse, 1840) utilizan construcciones humanas y troncos de árboles como refugio. Las especies del género *Lasiurus* por su parte, no utilizan refugios propiamente tales, sino que se perchan en ramas de árboles, de manera solitaria, y presentan adaptaciones que les permiten protegerse del clima, como el pelaje de su uropatagio, el cual llega hasta el borde de éste (Klug et al. 2012).

TÉCNICAS DE ESTUDIO

Los murciélagos pueden ser estudiados utilizando técnicas convencionales de muestreo, como son las redes de niebla y las trampas de arpa (métodos directos), o a través de la detección y caracterización de sus emisiones acústicas mediante el uso de detectores de ultrasonido (métodos indirectos) (Kunz & Kurta 1988, Kunz et al. 1996).

Las redes de niebla y las trampas de arpa son los métodos más comúnmente utilizados para la captura de quirópteros, debido a que son fáciles de instalar en terreno y que se pueden adaptar a una gran variedad de condiciones (Kunz & Kurta 1988, Kunz et al. 1996).

No obstante, varios otros métodos pueden ser utilizados de manera complementaria para aumentar el éxito de captura en condiciones especiales.

Las redes de niebla, también conocidas como redes de neblina, son fabricadas con monofilamento, generalmente de nylon o poliéster, y de color negro. Las dimensiones de las redes suelen ser variables, las más comunes, son las de 6, 9 ó 12 m de largo x 2.5 m de altura. Se colocan en posición vertical, sostenidas en cada extremo por un par de parantes o postes delgados (que pueden ser aluminios o plástico), semejando una red de vóleibol

Los parantes se sostienen con cuerdas o tensores a estacas, árboles o cualquier otra estructura que los mantenga fijos, de modo que la red quede totalmente extendida. El número de redes a utilizar y su disposición en terreno varía en función de las especies a evaluar y el tamaño del área a prospectar, por ejemplo, podemos combinar dos redes, una encima de la otra, para obtener una red más alta y de esta forma garantizar la captura de especies que tienen un vuelo más alto, o disponerlas una a continuación de la otra en forma de “zig-zag” o paralelas para aumentar la superficie de captura o bien “sorprender” a los murciélagos que intentan esquivar la primera red pero quedan atrapados en las siguientes. Son ideales para capturar murciélagos en claros de vegetación de bosque o matorral, en quebradas o caminos interiores de zonas forestadas (e.g., plantaciones) y cerca de cuerpos de agua (e.g, pequeños canales, ríos, lagunas, etc.) (Kunz & Kurta 1988, Kunz et al. 1996).

La trampa de arpa, consiste en una estructura formada por un marco tubular rectangular de aluminio, atravesado verticalmente por un juego de cuerdas de nylon, dispuestas paralelamente y separadas por un espacio de 2,5 cm aproximadamente. Las dimensiones son, por lo general, de 2,0 m alto x 1,8 m ancho. En la base del marco se coloca un sistema de

doble bolsa donde caen los murciélagos una vez que se tropiezan con el juego de cuerdas. La ventaja de este método, respecto a las redes de niebla, es que los murciélagos no se es-tresarían tanto al no quedar enredados, como ocurre con los hilos de las redes y, por ende, el intervalo de tiempo de revisión puede ser mayor. Estas trampas son ideales para colocar a la salida de las cuevas o piques mineros abandonados, sitios donde por lo general no se recomienda el emplazamiento de redes de niebla para evitar el colapso de las animales a la salida (Kunz et al. 1996). El mayor inconveniente de las trampas de arpa, es que, debido a su compleja estructura, resultan más difíciles de transportar respecto a las redes de niebla.

Comparado con los murciélagos que se alimentan de frutos y néctar (Familia Phyllostomidae), los murciélagos insectívoros, dentro de los que se incluyen la mayoría de las especies de murciélagos conocidas para Chile, son capaces de detectar con mucho más facilidad las redes de niebla y así las evitan. Esto trae como consecuencia que a menudo los murciélagos insectívoros se encuentren sub-representados en estudios que utilizan redes de niebla (O’Farril & Gannon 1999). En este sentido, inventarios incompletos subestimarian el potencial impacto de cualquier intervención al hábitat sobre este grupo de mamíferos. De esta forma, la identificación acústica de las especies de murciélagos insectívoros basado en la forma y el patrón de sus llamadas de ecolocalización se ha convertido en una herramienta para tratar el uso diferencial del hábitat y para inferir patrones de actividad (Russo & Jones 2003, Estrada et al. 2004).

La emisión de llamadas de alta frecuencia (ultrasonido) y la recepción de los ecos que se producen en los obstáculos del medio circundante, le permite a los murciélagos detectar, localizar e identificar sus presas, lo cual au-

menta las posibilidades de una captura exitosa durante las horas del crepúsculo o la noche en las cuales la visión no es efectiva (Schnitzler & Kalko 2001). Los detectores de murciélagos (bat detectors, en inglés) transforman las llamadas de ecolocación (altas frecuencias) de los murciélagos a sonidos audibles para los humanos, y dado que dichas vocalizaciones contienen “firmas vocales” que las hacen distinguibles a nivel interespecífico, es posible la identificación acústica de las distintas especies en terreno (Russo & Jones 2003, Estrada et al. 2004, Ossa 2010, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013b, 2015). Sin embargo, el uso del método bioacústico solo es eficaz si es posible identificar la especie a la que pertenece cada llamada detectada y, en este sentido, una identificación certera dependerá del conocimiento que se tenga de las características de las emisiones acústicas de cada especie. Actualmente en Chile se ha descrito parcial o totalmente el repertorio de ecolocalización de 10 de las 13 especies reportadas para el país (Ossa et al. 2010a, b, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013b, 2014; Rodríguez-San Pedro et al. 2014, Ossa et al. 2015, Rodríguez-San Pedro et al. 2015, Rodríguez-San Pedro & Allendes en prensa), lo que facilitaría el desarrollo de inventarios acústicos de murciélagos a nivel nacional.

Protocolo de muestreo

Las prospecciones de murciélagos se realizan, por lo general, durante las horas del crepúsculo, cuando los animales se desplazan desde sus sitios de refugio hacia los sitios de alimentación, también conocidos como zonas de forrajeo. También es posible capturarlos directamente, accediendo a los refugios donde descansan durante el día, como por ejemplo las cuevas o piques mineros abandonados, troncos huecos en árboles, entretechos u otras

estructuras al interior de las edificaciones humanas, entre otros. Es importante destacar que no todos los métodos son adecuados para estudiar todas las especies de murciélagos, y la selección de uno u otro va a depender de las características eco-morfológicas y conductuales de cada especie o gremio en particular, así como de las características físicas de la zona de estudio, por ejemplo su topografía y la estructura de los distintos hábitats a prospectar (e.g., densidad de vegetación) (Kunz & Kurta 1988, Kunz et al. 1996). Dado que no existe el método “ideal”, siendo algunos más apropiados que otros, el uso combinado de redes de niebla, trampas de arpa y detección acústica podría lograr un mayor éxito de captura y generar así un inventario de especies de murciélagos lo más completo y preciso posible.

Antes de comenzar una investigación, deberá existir una coordinación previa entre las personas que van a participar de cada expedición. Ya sea, por ejemplo, evaluar las condiciones físicas del área a prospectar, la técnica de monitoreo a utilizar y las horas de muestreo. Existen variaciones en el lapso nocturno donde se puede obtener la mayor cantidad de información sobre los patrones de actividad de los quirópteros, siendo las horas del crepúsculo y el alba las más eficientes. Así mismo, estas últimas son también las que requieren mayor tiempo de muestreo porque es durante este momento, donde se confirman las entradas de los murciélagos a los refugios (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus 2013).

Para aquellas investigaciones que requieran la captura de los animales, ya sea porque se necesita determinar el sexo, estatus reproductivo, mediciones biométricas u otro tipo de análisis, mediante el uso de redes de niebla y/o trampas de arpa, es necesario que en el equipo de trabajo al menos un investigador domine las técnicas de captura, manejo

e identificación de murciélagos. A su vez es imprescindible la obtención de un permiso de captura emitido por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). La obtención de este permiso es de responsabilidad de la persona u organismo que desarrolla la investigación y debe ser solicitado previo a la investigación en las oficinas regionales correspondientes

Para la identificación acústica es indispensable que el investigador tenga acceso a material sonográfico y audiovisual al momento de hacer la identificación de especies. Para obtener información que sea representativa del área a prospectar es necesario que se efectúen dos visitas como mínimo con un intervalo de 15 días.

Cada expedición estará sujeta a condiciones óptimas y sub-óptimas, por ejemplo el periodo del año asociado a la estacionalidad, condiciones climáticas, etc. Dependiendo de la investigación a realizar se acepta como máximo solo una visita en condiciones sub-óptimas, ya que es necesario tener las condiciones adecuadas para obtener la mayor información posible. Realizar investigación de terreno bajo condiciones sub-óptimas como por ejemplo, obras en construcción, ruido, iluminación, entre otras, puede tener como consecuencia que no se encuentren las especies esperadas o no se observe actividad alguna de quirópteros. En estos casos es necesario aplazar cualquier investigación hasta que se establezcan las condiciones mínimas esperadas.

Según el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), el estudio de línea de base, consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. En quirópteros, esta descripción contempla levantar la mayor cantidad de información necesaria para evaluar la presencia y el uso que éstos le dan al ambiente. Para llevar a cabo este levantamiento de información es necesario tener presente

los lugares y elementos del paisaje utilizados por los quirópteros ya sea en ambientes urbanos como en zonas naturales. Para ello, el uso del detector de murciélagos es indispensable, en conjunto con un investigador con experiencia en su uso y la identificación acústica de especies.

Los lugares donde prospectarlos son variados, los principales son:

Edificios. Cada edificio es un potencial refugio para murciélagos como: *Tadarida brasiliensis*, *Myotis chiloensis*, *Amorphochilus schnablii* y *Myotis atacamensis* (Galaz & Yáñez 2006, Canals & Cattán 2008, Rodríguez-San Pedro et al. 2014, Rodríguez-San Pedro & Allendes en prensa), en particular edificaciones antiguas y con déficit de mantención. En estas construcciones se debe fijar la atención en grietas, juntas entre el techo y los muros, espacios entre muros, espacio entre revestimientos como es el caso de planchas de zinc u otras. Los edificios pueden ser ocupados por los murciélagos en cualquier época del año, siendo un refugio importante para ellos. Estas construcciones también cumplen un rol importante en las rutas aéreas, ya que son utilizadas como puntos de referencias cuando se desplazan desde las zonas de alimentación y durante las migraciones (Korssten et al. 2011). Por ejemplo, para la verificación de rutas de vuelo, se sugiere que se realicen dos visitas nocturnas de dos horas de duración. Una de estas visitas se debería realizar durante la época de amamantamiento de las crías, ya que las hembras vuelan con más frecuencia desde las maternidades a las áreas de alimentación (Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus 2013).

Árboles grandes. Si en el área a estudiar existen uno o más árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 30 cm, es necesario revisar las grietas, agujeros y corteza suelta para verificar la presencia de

murciélagos, dada la preferencia que tienen algunas especies por este tipo de estructuras en los hábitats boscosos (Regnery et al. 2013, Nado & Kaňuch 2015, Law et al. 2016). Si no se encuentra presencia de murciélagos repetir la búsqueda después del verano por una posible zona de apareamiento o refugio invernal

Espacios abiertos. Dependiendo de la zona geográfica es probable que encontremos murciélagos en áreas abiertas. Por ejemplo *Tadarida brasiliensis*, *Lasiurus cinereus* y *Mormopterus kalinowskii* ocupan zonas abiertas que van desde los cuatro metros hasta la decena de metros de altura. Es por eso que cada espacio libre hay que considerarlo como de potencial ocupación por los quirópteros. Además puede que este espacio sea ruta entre un parche de vegetación a otro por lo que se podrían encontrar otras especies que van de paso como las del género *Lasiurus* (Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2014).

Corredores de árboles y bordes de vegetación. Los murciélagos utilizan los elementos lineales del paisaje tales como corredores de árboles, setos vivos y bordes de vegetación como guía durante la navegación entre los sitios de refugio y los de forrajeo (Lentini et al. 2012, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013a, 2015, Meynard et al. 2014, Heim et al. 2015).

Áreas de alimentación. Muchas especies de murciélagos insectívoros utilizan los caminos interiores en zonas boscosas (bosque nativo, plantaciones forestales, etc.) y los bordes abiertos de vegetación como zonas de alimentación (Webala et al. 2011, Meynard et al. 2014, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2015), incluso sus niveles de actividad suelen ser mayores en este tipo de hábitats respecto a otros hábitats de interior (Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013a), probablemente debido a la mayor diversidad y abundancia de insectos presas (Grindal & Brigham 1999, Swystun et al. 2001). También se observan

frecuentemente murciélagos alimentándose en zonas de cultivos agrícolas, vegas, tranques y bordes de ríos, en general las zonas húmedas son propicias para el forrajeo de los murciélagos (Ossa, 2010, Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2015).

Plantaciones forestales. Si en el área a prospectar existen árboles delgados menores de 30 cm (DAP) o plantaciones vegetales mayores a 1,5 metros, es necesario revisar si los murciélagos hacen uso de estas estructuras como rutas de navegación, sitios de descanso y/o refugio diurno o áreas de alimentación (Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013a, Meynard et al. 2014). Si no se encuentra hallazgos de la presencia de murciélagos, se sugiere repetir la visita después del verano para verificar si existe uso de estas zonas como lugares de apareamiento o refugio invernal.

Cursos de aguas. En Chile no existen especies de murciélagos que estén 100% restringidas a cuerpos de agua, como es el caso en otras zonas del mundo donde existen especies piscívoras (Bordignon 2006) o que capturan los insectos exclusivamente en la superficie de lagos o ríos pequeños (Aizpurua et al. 2014). En Chile los murciélagos ocupan cuerpos de agua para beber y como una fuente de alimento ya que en estos lugares tienden a concentrarse más insectos que en otros sectores. Lamentablemente no existe un patrón descrito de las características de los cuerpos de agua frecuentados por murciélagos en Chile. Pero se deben tener en cuenta en el momento de hacer una línea base para fauna.

Cuevas, sótanos y piques mineros. Las cuevas son los refugios naturales por excelencia elegidos por los murciélagos, en especial las especies del género *Histiotus* y *Myotis* (Mann 1978, Canals & Cattán 2008), ya que mantienen la temperatura y humedad relativamente estable durante las diferentes estaciones del año. Artificialmente, los sótanos y

piques mineros cumplen esta misma función. Estas estructuras pueden cumplir todas las funciones antes mencionadas para los murciélagos, por lo tanto cumplen un rol primordial en la ecología de estos mamíferos. En otros países, las cuevas son utilizadas como lugar de descanso por los murciélagos cuando están migrando (Wiederholt et al. 2013). Es por eso que se requiere un sistema de protección de cuevas en Chile ya que cumplen un rol primordial en la ecología.

Sitios de hibernación. Condiciones climáticas desfavorables, como lluvia, viento, neblina y bajas temperaturas, pueden influir en el uso de un área por parte de los murciélagos. La estacionalidad es un factor que podría afectar los patrones de actividad de los murciélagos en Chile, con una disminución significativa en los meses de otoño e invierno, período durante el cual la mayor parte de las especies de murciélagos chilenos entran en torpor (Mann 1978, Muñoz-Pedreras & Yáñez 2009). En las áreas de hibernación más de una visita es deseable, con 30 días de separación para minimizar las molestias a los murciélagos y también para contemplar cualquier movimiento dentro del refugio por los cambios de temperatura. Cuando en una visita invernal no se detecta la presencia de murciélagos y no se ha hecho visita alguna en periodo estival, no es posible declarar la zona o la construcción como libre de murciélagos.

Para tener una visión completa del trabajo efectuado en terreno es necesario señalar en los informes las especies presentes. Para las capturas, señalar edad y sexo de los individuos, dependiendo del trabajo realizado. Hora y tiempo empleado en terreno, condiciones climatológicas, como viento, lluvia, temperatura, hora del crepúsculo, la hora de cada uno de los individuos avistados y ubicación (geo-referenciada de preferencia).

CONCLUSIONES

Este artículo pretende facilitar el trabajo de investigación y manejo de quirópteros, proponiendo una metodología estandarizada, con el objetivo de que la información que se recopile en terreno sea uniforme, y considerando las áreas en que los murciélagos desarrollan su biología.

Este artículo representa una primera aproximación al trabajo con quirópteros en Chile, el cual pretendemos pueda ser utilizado como herramienta para especialistas, científicos y autoridades, ayudando además a crear criterios de evaluación de proyectos relacionados con quirópteros. Así mismo, esperamos que estos lineamientos propuestos permitan crear una base de datos a nivel nacional con el aporte de los investigadores, que se actualice regularmente y permita mejorar las técnicas de investigación en quirópteros chilenos.

LITERATURA CITADA

- AIZPURUA O, J AIHARTZA, A ALBERDI, HJ BAAGØE & I GARÍN (2014) Fine-tuned echolocation and capture-flight of *Myotis capaccinii* when facing different-sized insect and fish prey. *Journal of Experimental Biology* 217(18): 3318-3325.
- ARAGÓN G & M AGUIRRE (2007) Conservación, distribución y densidad poblacional de *Platalina genovensium* (Thomas, 1928) en las Lomas del Morro Sama, distrito de Sama, Provincia de Tacna. *Zonas Áridas* 11: 219-232.
- BORDIGNON MO (2006) Diet of the fishing bat *Noctilio leporinus* (Linnaeus)(Mammalia, Chiroptera) in a mangrove area of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(1): 256-260.
- BOZINOVIC F, LC CONTRERAS, J TORRES-MURA & M ROSENMAN (1985) Bioenergética de *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Revista Chilena de Historia*

- Natural 58: 39-45.
- CANALS M & P CATTAN (2008) Murciélagos de Chile. En: Canals M & P Cattan (eds) Radiografía a los murciélagos de Chile: 69-84. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 110 pp.
- CANALS M, J IRIARTE-DÍAZ, R OLIVARES & FF NOVOA (2001) Comparación de la morfología alar de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) y *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae), representantes de dos diferentes patrones de vuelo. Revista Chilena de Historia Natural 74: 699-704.
- DÍAZ MM, LF AGUIRRE & RM BÁRQUEZ (2011) Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia. 94 pp.
- ESCOBAR L, C JUARES, G MEDINA-VOGEL G, C GONZÁLEZ (2015) Primer reporte de mortalidad de murciélagos en granjas eólicas en Chile. Gayana 79 (1): 11-17.
- ESTRADA A, C JIMÉNEZ, A RIVERA & E FUENTES (2004) General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, Mexico. Animal Biodiversity and Conservation 27(2): 5-13.
- FENTON MB & NB SIMMONS (2015) Bats: a world of science and mystery. University of Chicago Press. 303 pp.
- GALAZ JL & J YÁÑEZ, eds (2006) Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento, Centro de Ecología Aplicada, Santiago. 80 pp.
- GRINDAL SD & RM BRIGHAM (1999) Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. Ecoscience 6(1): 25-34.
- GUKASOVA A & A VLASCHENKO (2011) Effectiveness of mist-netting of bats (Chiroptera, Mammalia) during the non-hibernation period in oak forests of Eastern Ukraine. Acta Zoologica Cracoviensia 54A: 77-93.
- HEIM O, JT TREITLER, M TSCHAPKA, M KNÖRNSCHILD & K JUNG (2015) The importance of landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas. PLoS one 10: e0134443.
- HUTSON AM, SP MICKEBURGH & PA RACEY, eds (2001) Microchiropteran bats: global status survey and conservation plan IUCN/SSC Chiropteran Specialist Group, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. 272 pp.
- IRIARTE A, ed (2008) Los Mamíferos de Chile, Lynx Ediciones, Barcelona. 420 pp.
- IUCN (2016) Lista roja de la UICN de especies amenazadas. Versión 2016.1. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. Visitado el 19 de Julio de 2016.
- KLUG BJ, DA GOLDSMITH & RMR BARCLAY (2012) Roost selection by the solitary, foliage-roosting hoary bat (*Lasiurus cinereus*) during lactation. Canadian Journal of Zoology 90: 329-336.
- KOOPMAN KF (1967) The southernmost bats. Journal of Mammalogy 48: 487-488.
- KORSTEN E, H LIMPENS, H BOUMAN, J REINHOLT (2011) Vleermuisvriendelijke bouwen. Zoogdierenvereniging. Landschapsbeheer Flevoland Botter 14-03, 8232 JP Leystad. 16pp.
- KUENZI AJ & ML MORRISON (1998) Detection of bats by mist-nets and ultrasonic detectors. Wildlife Society Bulletin 26: 307-311.
- KUNZ TH & A KURTA (1988) Capture methods and holding devices. En: Kunz TH (ed) Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats: 1-28. Smithsonian Institution Press, Washington. 533 pp.
- KUNZ TH & CR TIDEMANN & GC RICHARDS (1996) Small volant mammals En: Wilson DE, FR Cole, JD Nichols, R Rudran & M Foster (eds) Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Mammals: 122-146. Smithsonian Institution Press, Washington D. C. 409 pp.
- LAW B, KL PARK, & MJ LACKI (2016) Insectivorous bats and silviculture: balancing timber production and bat conservation. En: Voigt Ch & T Kingston (eds) Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World: 105-150. Springer International Publishing. 81pp.
- LENTINI PE, P GIBBONS, J FISCHER, B LAW,

- J HANSPACH & TG MARTIN (2012) Bats in a farming landscape benefit from linear remnants and unimproved pastures. *PloS one* 7: e48201.
- LEY 19.300. Ley de Bases Generales Del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://www.leychile.cl/Consulta/homebasico>
- LEY 725. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. <https://www.leychile.cl/Consulta/homebasico>
- MANN G (1945) Mamíferos de Tarapacá. Observaciones realizadas durante una expedición al alto norte de Chile. *Biológica*: 23-98.
- MANN G (1978) Los pequeños mamíferos de Chile. *Gayana Concepción* 40: 1-342.
- MEYNARD CN, M SOTO-GAMBOA, PA HEADY III y WF FRICK (2014) Bats of the Chilean temperate rainforest: patterns of landscape use in a mosaic of native forests, eucalyptus plantations and grasslands within a South American biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation* 23: 1949-1963.
- MORGAN GS & NJ CZAPLEWSKI (1999) First fossil record of *Amorphochilus schnablii* (Chiroptera: Furipteridae), from the late Quaternary of Peru. *Acta Chiropterologica* 1: 75-79.
- MUÑOZ-PEDREROS A & J YÁÑEZ (2009) Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 460 pp.
- NADO L & P KAÑUCH (2015) Roost site selection by treedwelling bats across biogeographical regions: an updated meta-analysis with meta-regression. *Mammal Review* 45(4): 215-226.
- NORBERG UM & JMV RAYNER (1987) Ecological morphology and flight in bats mammalia; (Chiroptera): Wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *philosophical transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences* 316: 335-427.
- NORBERG UM (1981) Flight, morphology and the ecological niche in some birds and bats. *Symposium of the Zoological Society of London* 48: 173-197.
- O'FARRELL MJ & WL GANNON (1999) A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy* 80(1): 24-30.
- O'SHEA TJ, PM CRYAN, DT HAYMAN, RK PLOWRIGHT & DG STREICKER (2016) Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review* 46(3): 175-190.
- OSSA G (2010) Métodos bioacústicos: una aproximación a la ecología de comunidades de murciélagos en las eco-regiones mediterránea y el bosque templado de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 143 pp.
- OSSA G (2016) Primer registro de la especie *Myotis chiloensis* (Waterhouse, 1838) (Chiroptera, Vespertilionidae) en el Parque Nacional Alberto de Agostini (Región de Magallanes y Antártica Chilena). *Anales del Instituto de la Patagonia* 44: 1-4.
- OSSA G & F DÍAZ (2014) *Histiotus magellanicus* (Philippi 1866), un ignorado dentro de la mastofauna chilena. *La Chiricoca* 17: 4-6.
- OSSA G, JT IBARRA, K BARBOZA, F HERNÁNDEZ, N GÁLVEZ, J LAKER & C BONACIC (2010a) Analysis of the echolocation calls and morphometry of a population of *Myotis chiloensis* (Waterhouse, 1838) from the southern Chilean temperate forest. *Ciencia e Investigación Agraria* 37(2): 131-139.
- OSSA G, F DÍAZ, O OHRENS, J LAKER & C BONACIC (2010b) Conociendo los murciélagos a través de sus ultrasonidos. *La Chiricoca* 11: 26-31.
- OSSA G, C BONACIC, & RM BÁRQUEZ (2015a) First record of *Histiotus laeophotis* (Thomas, 1916) from Chile and new distributional information for *Histiotus montanus* (Phillipi and Landbeck, 1861) (Chiroptera, Vespertilionidae). *Mammalia* 79(4): 457-461.
- OSSA G, L FORERO, F NOVOA & C BONACIC (2015b) Caracterización morfológica y bioacústica de los murciélagos (Chiroptera) de la Reserva Nacional Pampa de Tamarugal. *Biodiversidata* 4: 21-29.
- OSSA G, K VILCHEZ & P VALLADARES (2016) New record of the rare Long-snouted bat *Platalina genovensium* (Thomas, 1928) (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Azapa valley, northern Chile. *Check List* 12.
- PACHECO V, LF AGUIRRE & H MANTILLA-MELUK (2008) *Platalina genovensium*.

- IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- REGNERY B, D COUVET, L KUBAREK, JF JULIEN, & C KERBIRIOU (2013) Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. *Ecological indicators* 34: 221-230.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A & JA SIMONETTI (2013a) Foraging activity by bats in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations in central Chile. *Acta Chiropterologica* 15(2): 393-398.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A & JA SIMONETTI (2013b) Acoustic identification of four species of bats (Order Chiroptera) in central Chile. *Bioacoustics* 22(2): 165-172.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A & JA SIMONETTI (2014) Variation in search-phase calls of *Lasiurus varius* (Chiroptera: Vespertilionidae) in response to different foraging habitats: implications for acoustic identification. *Journal of Mammalogy* 95(5): 1004-1010.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A & JA SIMONETTI (2015) The relative influence of forest loss and fragmentation on insectivorous bats: does the type of matrix matter?. *Landscape Ecology* 30: 1561-1572.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A & JL ALLENDES (2016) Nuevos registros y extensión del rango geográfico latitudinal de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en Chile. *Mastozoología Neotropical* 23 (2): (En prensa).
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A, JL ALLENDES, P CARRASCO-LAGOS y RA MORENO (2014) Murciélagos de la Región Metropolitana. Sección Biodiversidad y Recursos Naturales Renovables, SEREMI Metropolitana del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias y Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CIICC), Universidad Santo Tomás, Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh) 51 pp.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO A, PD PEÑARANDA, JL ALLENDES & ML CASTILLO (2015) Update on the distribution of *Myotis atacamensis* (Chiroptera: Vespertilionidae): southernmost record and description of its echolocation calls. *Chiroptera Neotropical* 21: 1342-1346.
- ROVIRA J (2006). Estrategia Nacional de Biodiversidad y Convenios Internacionales En: Biodiversidad de Chile Patrimonios y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente: 584-608. Ocho Libros Editores Ltda. 640 pp.
- RUSSO D & G JONES (2003) Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26(2): 197-209.
- SAG (2015) Ley de Caza y Su Reglamento. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento de Vida Silvestre. 112 pp.
- SAHLEY CT & LE BARAYBAR (1996) Natural history of the long-snouted bat, *Platalina genovesium* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in southwestern Peru. *Vida Silvestre Neotropical* 5: 101-109.
- SCHNITZLER HU & EK KALKO (2001) Echolocation by Insect-Eating Bats. *Bioscience* 51(7): 557-569.
- SIERRA-CISTERNAS C & E RODRÍGUEZ-SERRANO (2015) Los quirópteros de Chile: avances en el conocimiento, aportes para la conservación y proyecciones futuras. *Gayana*, 79 (1): 57-67.
- SWYSTUN MB, JM PSYLLAKIS & RM BRIGHAM (2001) The influence of residual tree patch isolation on habitat use by bats in central British Columbia. *Acta Chiropterologica* 3:197-201.
- VLEERMUISVAKBERAAD NETWORK GROENE BUREAUS (2013) Zoogdierverseniging en Gegevensautoriteit Natuur. Vleermuisprotocol. www.gegevensautoriteitnatuur.nl en www.netwerkgroenebureaus.nl
- WEBALA PW, MD CRAIG, BS LAW, KN ARMSTRONG, AF WAYNE & JS BRADLEY (2011) Bat habitat use in logged jarrah eucalypt forests of south-western Australia. *Journal of Applied Ecology* 48(2): 398-406.
- WIEDERHOLT R, L LOPEZ-HOFFMAN, JC, RA MEDELLÍN, P CRYAN, A RUSSELL, G MCCracken, J DIFFERDORFER & D SEMMENS (2013). Moving Across the Border: Modeling migratory bat population. *Ecosphere* 4(9): 1-16.

WILKINS KT (1989) *Tadarida brasiliensis*.
Mammalian Species 331: 1-10.

WOHLGENANT TJ (1994) Roost Interactions
between the Common Vampire Bat (*Desmodus*
rotundus) and Two Frugivorous Bats (*Phyllos-*
tomus discolor and *Sturnira lilium*) in Guana-
caste, Costa Rica. Biotropica 26: 344-348.

Recibido 2/10/2016; aceptado 22/12/2016