



INCORPORACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PARQUES EÓLICOS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA EN CHILE: ¿MITO O REALIDAD?

Incorporation of bats in Environmental Assessment of wind farms and electric transmission lines in Chile: myth or reality?

Martín AH Escobar^{1,2}, Natalia A Vidal¹, Darío de la Fuente¹ & Jorge A Abarca¹²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Chile. ²Programa para la Conservación de Murciélagos de Chile. Correo electrónico: mescobar@renare.uchile.cl

Autor correspondiente/corresponding author: Correo electrónico/E-mail: mescobar@renare.uchile.cl

RESUMEN

Los murciélagos se han incorporado recientemente en las evaluaciones de impacto ambiental en Chile. Por lo tanto, se desconoce la proporción de estudios que han realizado un levantamiento de información en terreno y cuáles han sido los métodos utilizados para registrarlos. Debido a la mayor sensibilidad que presentarían los murciélagos ante proyectos de parques eólicos (PE) y líneas de transmisión eléctrica (LTE), es importante saber cómo estas iniciativas han abordado la evaluación de la presencia de murciélagos en las áreas a intervenir. Se revisaron los proyectos aprobados o pendientes de PE y LTE presentados desde 2008 a 2013 en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Se cuantificó el porcentaje de estudios que involucraron levantamiento de información de murciélagos en terreno y los métodos utilizados. Se revisaron 80 proyectos de PE y 246 de LTE. De éstos, el 96% (77) de los proyectos de PE y 72% (178) de los proyectos de LTE presentaron un estudio de fauna con levantamiento de datos en terreno. Sin embargo, sólo el 14% (11) de los proyectos de PE y 10% (18) de los proyectos de LTE presentaron información levantada en terreno de murciélagos. Se registró el uso de siete métodos para el muestreo, que se pueden agrupar en cuatro categorías: captura (redes de niebla), registro visual (observación directa, búsqueda de refugios y uso de fuentes de luz), registro acústico (detectores ultrasónicos y “playback”) y registro indirecto (heces). Algunos de estos métodos son técnicas comunes para la evaluación de murciélagos,

mientras que otros parecen ser inapropiados o muy limitados. Los métodos más comunes en proyectos de PE son detectores ultrasónicos, observación directa y redes-niebla. Los métodos más comunes en los proyectos de LTE son fuentes de luz, detectores ultrasónicos y observación directa. Estos resultados revelan que hasta ahora una baja proporción de los proyectos de PE y LTE han realizado una evaluación en terreno de murciélagos. Además, el uso de metodologías inadecuadas está presente en muchos proyectos aprobados o cerca de estarlo. Esto indica que los impactos sobre los murciélagos estarían siendo subestimados o ignorados hasta el momento. De manera que hay una necesidad urgente de desarrollar protocolos para su evaluación que, a su vez, mejoren la evaluación ambiental sobre los murciélagos, por lo menos en proyectos que se perciben como de mayor impacto para este grupo de animales.

Palabras claves: quirópteros, mamíferos, evaluación de impacto ambiental, energía eólica, energía eléctrica.

ABSTRACT

Bats have been incorporated only recently in environmental impact assessments in Chile. However, it is unknown the proportion of studies that record bats in the field and what are the methods used to record them. Due to bats sensitivity to wind farms (WF) and electric transmission lines (ETL), it is important to know whether these projects involve bat surveys. We reviewed approved or pending WE and ETL projects submitted from 2008 to 2013 in the Chilean environmental assessment service. We identified the percentage of studies that involved bat surveys (in the field) and methods used. A total of 80 WF and 246 of ETL projects were reviewed. Of these, 96% (77) WF and 72% (178) ETL projects had a study of fauna involving fieldwork. However, only 14% (11) WF and 10% (18) ETL projects had bats surveys. Seven methods were used for sampling, which can be grouped four categories: trapping (mist-netting), visual recording (direct observation, finding shelters and use of light sources), acoustic recording (bat detectors and playback) and indirect recording (feces). Some of these methods are common techniques for bat surveys, while others seem to be inappropriate or very limited. The most common methods in WF projects were bat detectors, direct observation and mist-nets. The most common methods in LTE projects were use of light sources, bats detectors and direct observation. These results reveal a very small proportion of WF and LTE projects had bat surveys. Further, several projects approved or close to be approved employed inappropriate techniques. Our results reveal that impacts on bats are being underestimated or ignored. There is an urgent need for the development of protocols to guide bat surveys which, in turn, will improve environmental impact assessment on bats, at least in projects that are perceived as the greatest impact for this group of animals.

Key words: Chiroptera, mammal, environmental impacts assessment, wind energy, electric energy.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos (Orden: Chiroptera) son el segundo grupo de mamíferos más diverso y ampliamente distribuido a nivel mundial después de los roedores (Nowak 1994, Wilson & Reeder 2005). Son fundamentales para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas terrestres, participando

en la mantención de diversos servicios ecosistémicos (MacSwiney et al. 2008), tales como el control de plagas, dispersión de semillas y polinización (Galindo 1998, Hayes 2013), y para el desarrollo de actividades productivas como la agricultura (Boyles et al. 2011).

En general, los murciélagos son longevos y presentan bajas tasas reproductivas, lo

que hace a sus poblaciones particularmente vulnerables a incrementos en su mortalidad (OMNR 2011). También presentan una alta sensibilidad a modificaciones de su entorno debido a una estrecha relación especie-hábitat (Threlfall et al. 2012). Esto ha producido en algunos casos una fuerte declinación de sus poblaciones producto de la alteración y destrucción de sus hábitats (Thomas & West 1989, OMNR 2011).

En los últimos años se han documentado impactos negativos sobre las poblaciones de murciélagos derivados de algunos proyectos energéticos de desarrollo, como parques eólicos (en adelante PE) y líneas de transmisión eléctricas (en adelante LTE) (Sovacool 2009). La mortalidad de murciélagos por aerogeneradores se produciría tanto por colisión como por barotrauma (Baerwald et al. 2008, Rollins et al. 2012), reportándose una importante mortalidad de individuos asociada al funcionamiento de generadores eólicos en distintos tipos de hábitats de Estados Unidos y Europa (e.g., Arnett et al. 2008, Baerwald et al. 2009, Dürr & Bach 2004, Kunz et al. 2007). En Latinoamérica estos registros aún son escasos (Vargas et al. 2015), aunque recientemente Escobar et al. (2015) reportaron el primer registro para Chile de murciélagos muertos debido a la operación de un PE en la zona centro-norte del país.

En el caso de las LTE, sólo se ha reportado que algunas especies de murciélagos evitarían áreas con altos niveles de campos electromagnéticos (Nicholls & Racey 2007), pero no se puede descartar algún efecto negativo en la memoria espacial, secreción de melatonina o parámetros en la producción de leche materna, como se ha visto en otras especies de mamíferos (Burchard et al. 1996, Vanderstraeten & Burda 2012).

Además de estos efectos directos sobre las poblaciones de murciélagos, los PE y LTE pueden tener efectos indirectos a través de

modificaciones en su hábitat o comportamiento (i.e. la deforestación asociada a estos proyectos puede remover hábitats de forrajeo o refugio) (OMNR 2011, Rodrigues et al. 2008).

Tanto efectos directos e indirectos serían evidentes y medibles, por lo que deberían ser un factor fundamental al evaluar los riesgos de este tipo de proyectos de desarrollo (Atienza et al. 2011). Por esta razón, algunos países han establecido guías metodológicas para evaluar a las poblaciones de murciélagos y estimar los potenciales impactos que estos proyectos podrían tener sobre estos animales con el objetivo de minimizarlos (e.g., Atienza 2011, OMNR 2011, Rodrigues et al. 2008).

En Chile, sólo a partir del año 2008 comenzó a ser frecuente la incorporación de los murciélagos dentro de las evaluaciones de Línea Base de Fauna, contempladas en el proceso de evaluación ambiental de proyectos de desarrollo¹. Sin embargo, hasta ahora no se ha evaluado si esta incorporación conlleva su evaluación en terreno o simplemente resulta en una descripción de su presencia potencial, así como tampoco se han revisado las metodologías que se estarían utilizando para la evaluación de este grupo.

Dilucidar esto es particularmente importante en el contexto de proyectos que se perciben de mayor impacto para los murciélagos, como son la construcción y operación de PE y LTE. De manera que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la incorporación de este grupo de animales en los estudios de Línea Base de Fauna, de proyectos eólicos y de tendidos eléctricos sometidos al Sistema de Evaluación Ambiental chileno, así como los métodos empleados para su muestreo específico.

¹ Serrano R (2013) Gestión ambiental en Chile, implicancias para los murciélagos. Seminario: «Murciélagos de Chile: Aliados Nocturnos de Nuestra Sociedad». 21 de Octubre del 2013, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron los proyectos eléctricos presentados al Servicio de Evaluación de Ambiental (SEA) entre los años 2008 y 2013 que se encontraran aprobados o en proceso de calificación (SEA 2014). De estos se seleccionaron los proyectos que contemplaban la construcción de un PE o una LTE.

Para el análisis de los datos se revisaron separadamente los PE de las LTE. Se clasificaron los proyectos bajo el criterio establecido en la Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente, que separa la presentación de proyectos de acuerdo a su magnitud en Estudios de Impacto Ambiental (en adelante EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (en adelante DIA), siendo los estudios de Línea Base de Fauna de carácter obligatorio y opcional, respectivamente.

Luego se identificaron aquellos proyectos que presentaban levantamiento de información de fauna en terreno y dentro de éstos se cuantificaron aquellos que incorporaron la evaluación de murciélagos en terreno. Se registró la metodología utilizada para la colecta de los datos y se revisó su representatividad para la evaluación de este grupo, según las recomendaciones metodológicas características para este grupo de animales presentes en la literatura.

Finalmente, se estableció el grado de utilización de estas metodologías dentro de los distintos tipos de proyectos revisados.

RESULTADOS

Para el período considerado se revisaron un total de 80 proyectos de PE, donde 14 correspondieron a EIAs y 66 a DIAs. Un 100% (14) de los EIAs y un 97% de las DIAs (63) presentaron una Línea de Base de Fauna con evaluación en terreno, pero sólo un 46% (6) y

8% (5) de las EIAs y DIAs, respectivamente, incorporaron un levantamiento de información de murciélagos en terreno (Fig. 1A). En cuanto a los proyectos que presentaban la construcción de una LTE de un total de 246 proyectos evaluados, 32 correspondieron a EIAs y 214 a DIAs. Un 94% (30) de los EIAs y un 69% (148) de las DIAs presentaron una Línea de Base de Fauna con evaluación en terreno, pero sólo un 30% (9) y 6% (9) de las EIAs y DIAs, respectivamente, incorporaron a los murciélagos en el levantamiento de información en terreno (Fig. 1B).

Se identificó el uso de siete métodos para la evaluación de los murciélagos en terreno, agrupados en cuatro categorías según el tipo de registro en que se basa cada metodología (Tabla 1). Dentro de los métodos que consideran la captura de individuos sólo se registró el uso de redes-niebla. Mientras que dentro de los que consideran el registro visual de murciélagos se identificó el uso de tres metodologías distintas, que en general sólo permitirían establecer la presencia-ausencia de este grupo de animales en los sitios evaluados, pero no la identificación a nivel de especies. En cuanto al registro acústico se registró el uso de detectores ultrasónicos y «*playback*». Dentro de los registros indirectos sólo apareció mencionado el registro de fecas.

Los métodos más usados en las Líneas Base de Fauna en las EIAs revisadas fueron el uso de detectores ultrasónicos (34%) y la observación directa (33%) en el caso de los PE (Fig. 2A), y en los proyectos de LTE el uso de detectores ultrasónicos (33%), el uso de redes-niebla para captura (25%) y observación directa (25%) (Figura 2B). En el caso de las Líneas Base de Fauna presentes en las DIAs revisadas, los métodos más recurrentes fueron el uso de detectores ultrasónicos (43%) y las redes-niebla para captura (29%) en los proyectos de PE (Fig. 3A), y el uso de una fuente de luz (33%) y la observación directa (27%) en los proyectos de LTE (Fig. 3B).

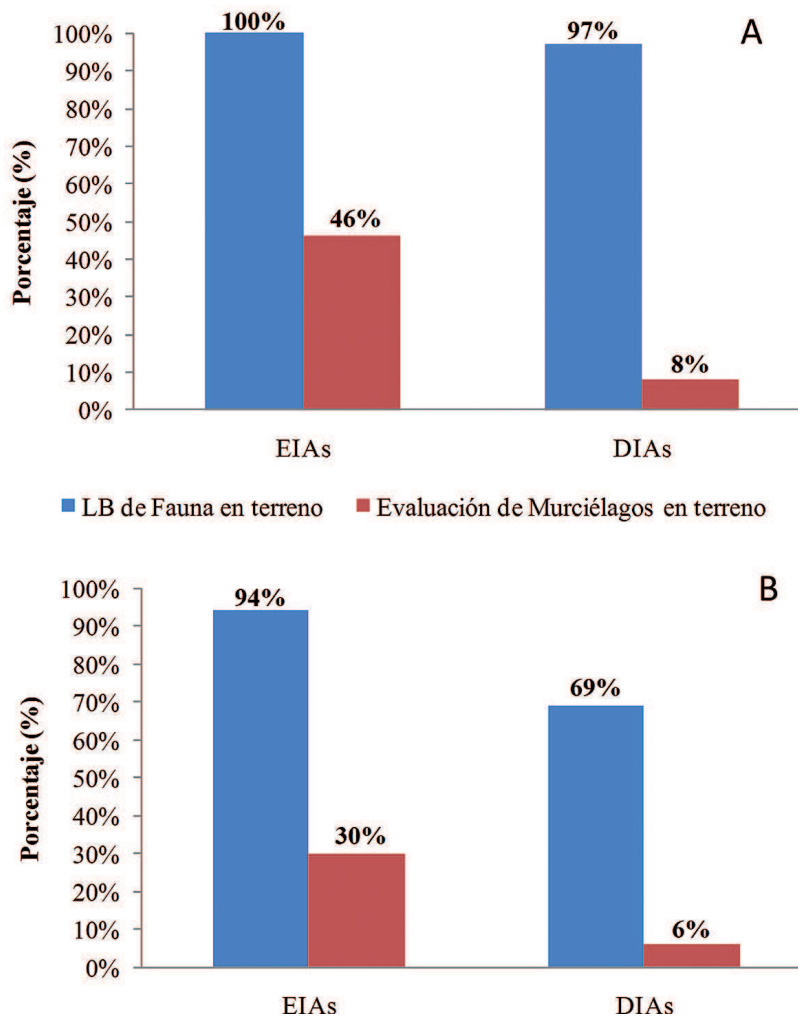


FIGURA 1. PROPORCIÓN DE PROYECTOS REVISADOS (EIAS Y DIAS) CON EVALUACIÓN EN TERRENO DE FAUNA (BARRAZUL) Y MURCIÉLAGOS (BARRA ROJA), EN A) PROYECTOS EÓLICOS Y B) PROYECTOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

Project review proportion of environmental impact assessments (ELAs) AND environmental impacts declarations (EIDs) with fauna (blue bar) and bats (red bar) field surveys, of a) wind farms, and b) electric transmission lines.

DISCUSIÓN

Los resultados permiten, después de observar que si bien gran parte de los proyectos de PE y LTE presentados poseen una Línea de Base de Fauna con datos registrados en terreno, incluyendo a las DIAs donde es

opcional, sólo una fracción menor incorporó el estudio de murciélagos en terreno. De manera que la evaluación de este grupo no se está considerando dentro de la evaluación ambiental de estos proyectos por parte de la institucionalidad ambiental vigente.

Esta omisión es particularmente grave,

Categoría	Método	Resultado
Captura	Redes-niebla	Riqueza/tasa de captura por especie
Registro visual	Observación directa	Presencia-ausencia de murciélagos
	Fuente de luz	Presencia-ausencia de murciélagos
	Búsqueda de refugios	Riqueza/Presencia-ausencia por especie
Registro acústico	Detectores ultrasónicos	Riqueza/índice de actividad por especie
	Playback	-
Registro indirecto	Observación de fecas	Presencia-ausencia de murciélagos

TABLA 1. MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LÍNEA BASE DE MURCIÉLAGOS, EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS APROBADOS O EN PROCESO DE CALIFICACIÓN DURANTE EL PERÍODO 2008-2013, QUE CONTEMPLAN LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PARQUES EÓLICOS Y/O LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA EN CHILE.

Methods used to gather information baseline bat in the environmental assessment of projects approved or qualification process during the period 2008-2013, which include the construction and operation of wind farms and / or power transmission lines in Chile.

si se considera que hoy existe un consenso sobre la sensibilidad que presentarían las poblaciones de murciélagos ante proyectos de este tipo. Hecho que se refleja en la aparición de diversos documentos que brindan una guía con herramientas metodológicas para la identificación y evaluación de los murciélagos, con énfasis en los efectos negativos que podrían presentar estos proyectos durante su diseño, construcción y operación (e.g., Atienza 2011, OMNR 2011, Rodrigues et al. 2008).

En el caso de Chile, la «Guía para la Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre» desarrollada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (Chávez & Cerda 2012), sólo menciona el uso de redes-niebla como un método adecuado para evaluar murciélagos, aunque no describe un protocolo estandarizado para su utilización en la ejecución de Líneas

Bases de Fauna. Por otro lado, recientemente el SAG publicó “Guía Para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos Eólicos y de Líneas de Transmisión Eléctrica en Aves Silvestres y Murciélagos” (SAG 2015), documento que revisa los efectos potenciales que proyectos de PE y LTE podrían tener sobre estos grupos de animales y propone medidas para reducirlos. Sin embargo, no aborda aspectos metodológicos sobre la evaluación en terreno de los murciélagos en ninguna de las etapas asociadas a la implementación de estos proyectos.

Dentro de los métodos usados para la evaluación de los murciélagos, es frecuente el uso de las técnicas más recomendadas en la literatura, como captura mediante redes-niebla, registro acústico con detectores ultrasónicos y revisión de refugios (Puig et al. 2011). Sin

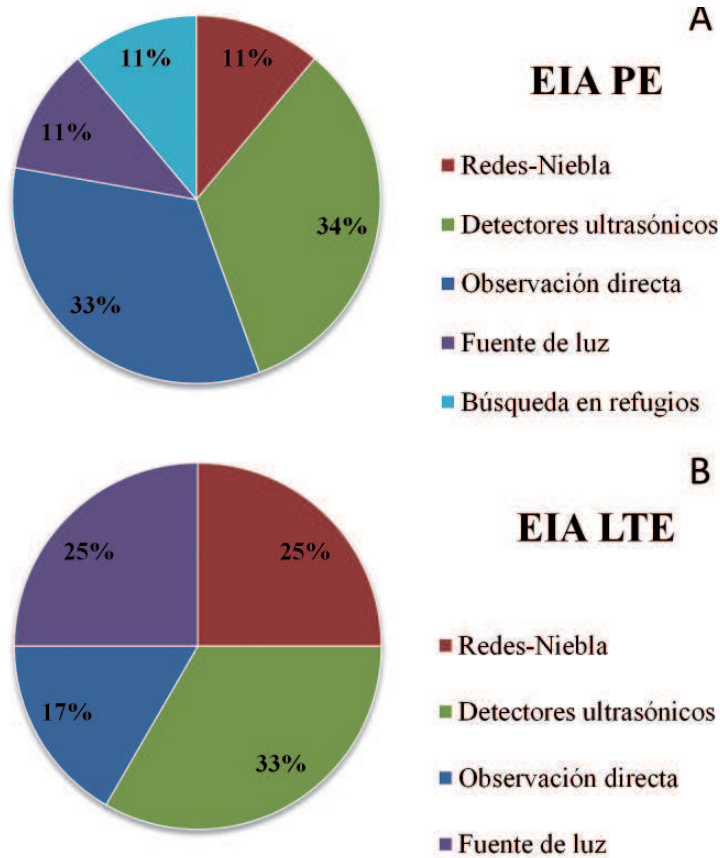


FIGURA 2. FRECUENCIA DE USO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE MURCIÉLAGOS USADOS EN LÍNEAS BASES DE FAUNA DE EIAs EN A) PROYECTOS EÓLICOS Y B) PROYECTOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICAS.

Bat survey method frequency used for fauna base lines in EIAs of a) wind farms, and b) electric transmission lines.

embargo, los métodos de captura (redes-niebla, trampas arpa) presentan fuertes sesgos según el sitio de captura, y sus resultados también dependen de las características ecológicas de las especies (Thomas & West 1989). Recientemente, una comparación de métodos para determinar la riqueza de especies de murciélagos en la zona central de Chile, encontró que mediante el uso de métodos de captura (redes-niebla y trampas arpa) se

detecta una proporción menor de la riqueza registrada con detectores ultrasónicos². De manera que el uso de métodos de captura en el contexto de evaluaciones ambientales de proyectos de desarrollo, por lo menos para la

² Abarca JA, D de la Fuente, N Vidal & MAH Escobar (2014) Evaluación de tres métodos de muestreo para el inventario de la comunidad de murciélagos en la zona mediterránea de Chile central. I Congreso Latinoamericano y del Caribe de Murciélagos. Quito, 6 a 9 de agosto de 2014.

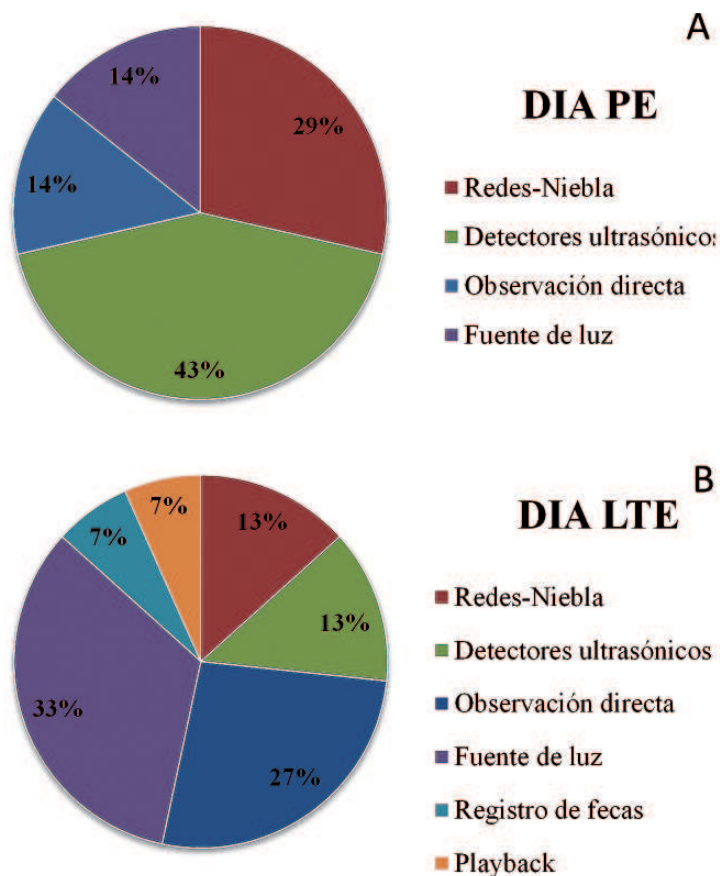


FIGURA 3. FRECUENCIA DE USO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE MURCIÉLAGOS USADOS EN LÍNEAS BASES DE FAUNA DE DIAS EN A) PROYECTOS EÓLICOS Y B) PROYECTOS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICAS.

Bat survey method frequency used for fauna base lines in DIAs of a) wind farms, and b) electric transmission lines.

zona central de Chile, no sería adecuado por sí solo².

Los equipos de detección ultrasónica perciben la presencia de murciélagos sin interferir con sus actividades normales, a diferencia de los métodos de captura que implican la manipulación de los individuos. Además, permiten determinar la riqueza de especies, ya que los rangos de las frecuencias de las grabaciones acústicas son generalmente especie-específicos (Fenton & Bell 1981,

Thomas et al. 1987). Para el caso de algunas de las especies de murciélagos presentes en Chile han aumentado los registros de estos parámetros acústicos en el último tiempo (e.g., Ossa 2010, Ossa et al. 2010, Ossa et al 2014; Ossa et al. 2015; Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013, Rodríguez-San Pedro et al. 2014), pero aún son limitados y no abarcan gran parte de las áreas potenciales de distribución de estas especies. Las grabaciones también pueden entregar un índice de actividad

que permite la comparación espacial y temporal de los niveles de actividad para las especies registradas (Johnson et al. 2008, Miller 2001), aunque no siempre existe una correlación directa entre el índice de actividad y el número de individuos presentes (Thomas & West 1989).

La búsqueda de refugios se considera un método adecuado de evaluación, pero requiere de un esfuerzo intenso y debe limitarse necesariamente a sitios de refugio conocidos (Thomas & West 1989). Estas condiciones son poco factibles de cumplir en evaluaciones ambientales de proyectos de desarrollo, ya que por lo general son muy acotadas en el tiempo y área evaluada, correspondiendo al primer levantamiento de información en el sitio evaluado.

La observación directa ha sido ampliamente utilizada con aves, pero es escaso su uso con murciélagos (e.g., Gaisler 1979, Johnson et al. 2008), ya que requiere poder identificar características particulares (color, forma de vuelo, comportamiento, etc.) de cada especie potencialmente presente, y muy buena visibilidad en el sitio evaluado (Thomas & West 1989). Dado que la mayoría de las especies de murciélagos presentes en Chile corresponden a especies insectívoras de pequeño tamaño (Galaz & Yáñez 2006), es probable que la aplicación de este método sólo permita de manera confiable registrar la presencia-ausencia de murciélagos en la mayoría de los casos, pero no la identificación a nivel de especie.

El resto de los métodos utilizados (fuente de luz, «playback» y observación de fecas) parecen no ser adecuados, ya que en general no permiten identificar de manera confiable las especies detectadas. Además, dada la ausencia de una descripción metodológica detallada en las Líneas Bases de Fauna en los proyectos que las mencionan, es probable que estos registros sean anecdóticos y no el resultado

de una evaluación sistemática. Por último, llama la atención el uso de «playback» para la evaluación de murciélagos, ya que si bien es un método ampliamente utilizado para el registro de aves, anfibios e incluso algunas especies de mamíferos, no aparece mencionado en la literatura como un método para la evaluación de quirópteros (e.g., Kunz 2003, Thompson et al. 1998, Wilson et al. 1996).

El uso de redes-niebla en la evaluación en terreno de los murciélagos sólo fue frecuente en las DIAs de proyectos de PE y EIAs de proyectos de LTE, a pesar que es el único método recomendado por la «Guía para la Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre» desarrollada por el SAG (Chávez & Cerda 2012). Se registró el uso de muestreo acústico mediante detectores ultrasónicos en todos los tipos de proyectos revisados, aunque su frecuencia de uso varió considerablemente desde un 43% en las DIAs de PE hasta un 13% en las DIAs de LTE. Esto llama la atención ya que para la identificación de las especies mediante este método, se necesita la descripción de los parámetros acústicos de la especie de murciélagos potencialmente presentes, y para las especies de Chile esta información aún es escasa (Rodríguez-San Pedro & Simonetti 2013).

Por otro lado, también fue frecuente el uso de métodos para la evaluación de murciélagos que al parecer serían inadecuados o por lo menos muy limitados (como fuente de luz, «playback» y observación de fecas). En este sentido, se registró una frecuencia de uso de un 65% y 74% de algún método de este tipo, en las EIAs de PE y DIAs de LTE con levantamiento de información en terreno, respectivamente. Sin embargo, dada la escasa descripción metodológica en algunos casos, es probable que en realidad estas evaluaciones hayan presentado registros anecdóticos y aislados más que una evaluación sistemática de murciélagos.

Finalmente, los resultados de este trabajo evidencian escasos registros en terreno e inadecuada selección de los métodos de muestreo usados durante la evaluación ambiental de los murciélagos, por lo menos en proyectos eólicos y de transmisión eléctrica. Esto es particularmente preocupante si consideramos el aumento de la demanda energética en Chile y el mayor número de proyectos de desarrollo que se necesitarán para abastecer esta demanda (Pastén 2012). De manera que es urgente y necesario elaborar directrices específicas para la evaluación de los murciélagos (Vargas et al. 2015) y validar las distintas metodologías en un contexto local.

CONCLUSIONES

Si se considera la proporción de los estudios revisados que efectivamente evaluaron a los murciélagos mediante el uso de métodos validados por la literatura, la incorporación de este grupo de animales en la evaluación ambiental de PE y LTE en Chile tendría, hasta el momento, más de mito que de realidad. En cuanto a los métodos que se estarían usando en las escasas evaluaciones que consideran levantamiento de información en terreno, aunque frecuentemente se registró el uso de algún método recomendado por la literatura, es preocupante que también sea frecuente el uso de métodos inadecuados o simplemente registros anecdóticos como evaluación de este grupo de animales. Esto sería particularmente grave, ya que implica una inadecuada evaluación de los murciélagos en muchos proyectos de PE y LTE ya aprobados o cerca de estarlo.

Para revertir esta situación es necesaria la elaboración de protocolos estandarizados para la evaluación de los murciélagos en terreno, y que la autoridad ambiental comience a exigir su uso en la evaluación ambiental de

los proyectos de desarrollo. Por lo menos, en proyectos que se perciben como de mayor impacto para este grupo de animales como lo serían los PE y LTE. Sin embargo, para la elaboración de estos protocolos es necesario que se realicen estudios que validen las distintas metodologías en las condiciones ambientales locales. Esto permitiría determinar los métodos más adecuados, según las características del sitio, en el contexto de las evaluaciones de impacto ambiental en Chile.

LITERATURA CITADA

- ARNETT EB, K BROWN, WP ERICKSON, J FIEDLER, TH HENRY, GD JOHNSON, J KERNS, RR KOLFORD, CP NICHOLSON, T O'CONNELL, M PIORKOWSKI & R TANKERSLEY JR (2008) Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72: 61-78.
- ATIENZA JC, IM FIERRO, O INFANTE, J VALLS & J DOMÍNGUEZ (2011) Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.
- BAERWALD EF, J EDWORTHY, M HOLDER & RMR BARCLAY (2009) A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *Journal of Wildlife Management* 73: 1077-1081.
- BOYLES J, P CRYAN, G MCCRACKEN & T. KUNZ (2011) Economic importance of bats in agriculture. *Sciencemag* 1(332): 41-42.
- BURCHARD JF, DH NGUYEN, L RICHARD & E BLOCK (1996) Biological effects of electric and magnetic fields on productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 79(9): 1549-1554.
- CHÁVEZ F & JCERDA (2012) Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Documento técnico, versión nº3. 22 pp.

- DÜRR T & L BACH (2004) Bat deaths and wind turbines - a review of current knowledge, and of the information available in the database for Germany. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7: 253-264.
- ESCOBAR LE, C JUAREZ, G MEDINA-VOGEL & CM GONZALEZ (2015) First report on bat mortalities on wind farms in Chile. *Gayana* 79(1): 11-17.
- GALAZ J & J YÁÑEZ (2006) Los Murciélagos de Chile: Guía para su Reconocimiento. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. Santiago, Chile.
- GALINDO JG (1998) Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 1(73): 55-74.
- HAYES MA (2013) Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. *BioScience* 63(12): 975-979.
- JOHNSON JB, JE GATES &, WM FORD (2008) Distribution and activity of bats at local and landscape scales within a rural-urban gradient. *Urban Ecosystems* 11: 227-242.
- KUNZ TH (2003) Censusing bats: challenges, solutions, and sampling biases. En: TJ O'Shea & MA Bogan. 2003. Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: Problems and prospects. U.S. Geological Survey, Biological Resources Discipline, Information and Technology Report. (USGS/BRD/ITR-2003-0003). E.E.U.U.: USGS.
- KUNZ TH, EB ARNETT, WP ERICKSON, GD JOHNSON, RPLARKIN, MD STRICKLAND, RW THRESHER & MD TUTTLE (2007) Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, hypotheses, and research needs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 315-324.
- MACSWINEY MC, G FRANK, M CLARKE & PA RACEY (2008) What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology* 45: 1364-1371.
- MILLER BW (2001) A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. *Acta Chiropterologica* 3: 93-105.
- NICHOLLS B & AP RACEY (2007) Bats avoid radar installations: could electromagnetic fields deter bats from colliding with wind turbines? *PLoS ONE* 3 e297.
- NOWAK R (1994) Walker's Mammals of the World. 5ta edición. Baltimore, E.E.U.U.: Johns Hopkins University Press. 289 pp.
- OMNR (ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES) (2011) Bats and bat habitats: guidelines for Wind Power Projects. MNR Number 52696, Printed in Ontario, Canada.
- OSSA (2010) Métodos bioacústicos: una aproximación a la ecología de comunidades de murciélagos en las eco-regiones mediterránea y el bosque templado de Chile. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- OSSA G, JT IBARRA, K BARBOZA, F HERNÁNDEZ, N GÁLVEZ, J LAKER & C BONACIC (2010) 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, C BONACIC & RM BÁRQUEZ (2014) First record of *Histiotus laephotis* (Thomas, 1916) from Chile and new distributional information for *Histiotus montanus* (Phillipi and Landbeck, 1861) (Chiroptera, Vespertilionidae). *Mammalia* DOI 10.1515.
- OSSA G, L FORERO, F NOVOA & C BONACIC (2015) Caracterización morfológica y bioacústica de los murciélagos (Chiroptera) de la Reserva Nacional Pampa de Tamarugal. *Conservación, gestión y manejo de áreas silvestres protegidas. Biodiversidad* 3: 21-29.
- PASTÉN C (2012) Chile, energía y desarrollo. *Obras y Proyectos* 11:28-39.
- PUIG X, C FLAQUER, A BAUCCELLS, M FREXIAS & M MAS (2011) Estudio de las poblaciones de quirópteros de Tresp. Pp 67.
- RODRIGUES L, L BACH, MJ DUBOURG-SAVAGE, J GOODWIN & C HARBUSCH (2008) Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.
- RODRÍGUEZ-SANPEDRO A & JA SIMONETTI (2013) Acoustic identification of four species

- of bats (Order Chiroptera) in central Chile. *Bioacoustics* 22: 165-172.
- RODRÍGUEZ-SANPEDRO A, JL ALLENDES, P CARRASCO-LAGOS & R MORENO (2014) Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh). 51 pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG) (2015) Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 120 pp.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA) Búsqueda de proyectos (2008-2013) [en línea]. Santiago, Chile: 01 de marzo de 2014. Recuperado en :<http://sea.gob.cl/>
- SOVACOOOL B (2009) Contextualizing avian mortality: a preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. *Energy Policy* 37: 2241-2248.
- THOMAS DW & SD WEST (1989) Sampling methods for bats. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-243. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 20 p.
- THOMPSON WL, GC WHITE & C GOWAN (1998). *Monitoring Vertebrates Populations*. Academic Press.
- THRELFALL C B LAW & P BANKS (2012) Sensitivity of insectivorous bats to urbanization: Implications for suburban conservation planning. *Biological Conservation* 146: 41-52.
- VANDERSTRAETEN J & H BURDA (2012) Does magnetoreception mediate biological effects of power-frequency magnetic fields? *Science of the Total Environment* 417-418: 299-304.
- VARGAS R, A RODRIGUEZ-DURÁN, L GIRÓN, SM PACHECO, G OSSA, AL RODALES & CD HEIN (2015) Murciélagos y energía eólica en Latinoamérica y el Caribe: Diagnóstico y prioridades de la RELCOM. *Boletín de la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos* 6(1): 9-12.
- WILSON DE & DM REEDER (2005) *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- WILSON DE, FR COLE, JD NICHOLS, R RUDRAM & MS FOSTER (1996). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

Recibido 24/06/2015; aceptado 23/10/2015