

“Pit-tag” como marca permanente en *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae) y *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en Chile central

PIT-tag as permanent marking method on *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae) and *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in central Chile

Martín A. H. Escobar^{1,2,*}, Francisca Puelma-Diez² & Nélida R. Villaseñor^{1,3}

¹Grupo de Ecología, Naturaleza y Sociedad, Departamento de Gestión Forestal y su Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²Escuela de Pregrado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

³Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile.

*E-mail: mescobar@renare.uchile.cl

RESUMEN

El seguimiento y monitoreo de poblaciones de murciélagos han involucrado con frecuencia el uso de métodos de marcaje inefectivos y poco seguros. Por su reducido tamaño, los transpondedores integrados pasivos (*PIT-tag*) permiten marcar especies de vertebrados pequeños de forma permanente mediante su implantación sub-dérmica. Sin embargo, existen escasos estudios que evalúen el efecto de estos dispositivos en murciélagos. Este es el primer estudio que analiza el efecto del marcaje con *PIT-tag* en especies de murciélagos en Latinoamérica. Evaluamos el efecto del uso de *PIT-tag* como marca permanente sobre la tasa de recaptura y la condición corporal de *Myotis chiloensis* y *Tadarida brasiliensis* en Chile central. Para esto marcamos un grupo de individuos con *PIT-tag* y dejamos un grupo equivalente sin marca en ambas especies. En seis campañas, entre enero y marzo de 2019, capturamos un total de 262 individuos, 176 correspondieron a la especie *M. chiloensis* y 86 a *T. brasiliensis*, con un total de 43 y 33 recapturas, respectivamente. El marcaje con *PIT-tag* no tuvo un efecto diferencial sobre la tasa de recaptura ni en la condición corporal de las especies de murciélagos. Aunque se requiere mayor investigación, nuestros resultados sugieren que el marcaje con *PIT-tags* es inofensivo y seguro para estas especies de murciélagos y puede ser implementado en estudios de largo plazo.

Palabras clave: ecosistema mediterráneo, métodos de marcaje, monitoreo, murciélagos, pequeños mamíferos.

ABSTRACT

Tracking and monitoring of bat populations have frequently involved the use of inappropriate marking methods. Due to their small size, passive integrated transponders (*PIT-tag*) provide a permanent mark for small vertebrate species through their sub-dermal implantation. However, few studies assess their effects on bats. Here we present the first study on the effect of PIT-tags on bats in Latin America. We evaluated the effect of the use of *PIT-tag* as a permanent mark on the recapture rate and body condition in *Myotis chiloensis* and *Tadarida brasiliensis* in central Chile. For both species, we marked a group of individuals with *PIT-tag* and left an equivalent group without a mark. In six surveys, between January and March

2019, we captured a total of 262 individuals, 176 corresponding to the species *M. chiloensis* and 86 to *T. brasiliensis*, with a total of 43 and 33 recaptures, respectively. The use of *PIT-tag* had no effect neither on the recapture rate nor body condition for both bat species. Although more investigations are required, our results suggested that the use of *PIT-tag* as a marking method is adequate and safe for this bat species and it could be implemented in long-term studies.

Keywords: bats, marking methods, Mediterranean ecosystem, monitoring, small mammals.

INTRODUCCIÓN

El método de marcaje y recaptura es una de las herramientas más utilizadas para estimar parámetros poblacionales y evaluar cambios en la abundancia de especies animales (Krebs 2008). El uso de dispositivos de marcaje permanentes para el seguimiento y monitoreo de murciélagos ha sido problemático, debido a que son animales voladores y la mayoría de las especies son de pequeño tamaño (Ellison *et al.* 2007; O'Mara *et al.* 2014). Estas condiciones limitan el peso del dispositivo a utilizar, ya que no puede exceder el 5 % de la masa corporal del individuo (Neubaum *et al.* 2005). Los anillos para aves, por ejemplo, se utilizaron comúnmente como una marca permanente en murciélagos, sin embargo, su aplicación causa lesiones en los individuos y ahora existen programas para retirar tales anillos de los individuos anteriormente marcados (Rodríguez-Posada & Santa-Sepúlveda 2013).

Recientemente, la reducción en el tamaño de los transpondedores integrados pasivos (en adelante *PIT-tag*), ha permitido marcar especies de vertebrados pequeños de forma permanente mediante su implantación sub-dérmica (Freeland & Fry 1995) y a un costo accesible (Lobos *et al.* 2013). Los *PIT-tag* están compuestos por un pequeño chip encerrado en una cápsula de vidrio inerte que generalmente se inserta por vía subcutánea. Cuando se activan por un campo electromagnético a corta distancia, estos dispositivos emiten un código único y, como no tienen fuente de alimentación interna, normalmente proporcionarán una identidad individual para toda la vida de un animal (Gibbons & Andrews 2004).

Esta técnica se ha utilizado con éxito en murciélagos, presentando lesiones mínimas y un bajo porcentaje de pérdida de marcas (e.g., Kerth & König 1996; Garroway & Broders 2007; Braun de Torrez *et al.* 2020; Kohles *et al.* 2020). No obstante, estos estudios han asumido que el uso de los *PIT-tag* como marca no tiene un impacto sobre la sobrevivencia o el comportamiento de los individuos marcados, existiendo escasa evidencia que valide esta idea (Rigby *et al.* 2012). De manera que son necesarios estudios con diferentes especies

para validar el uso de los *PIT-tag* como un método seguro e inofensivo para marcar murciélagos de forma permanente.

En Chile, el número de estudios sobre murciélagos ha aumentado significativamente en los últimos años (e.g., Ossa *et al.* 2020; Rodríguez-San Pedro *et al.* 2020, 2021, 2022; Chaperon *et al.* 2022; Quiroga *et al.* 2022), pero aún continúa siendo un grupo poco estudiado en comparación con otros grupos zoológicos (Fernández *et al.* 2016). Además, son escasos los estudios específicos que evalúen el efecto o los resultados de la aplicación de métodos de marcaje sobre este grupo de mamíferos (e.g., Puelma-Díez *et al.* 2021).

Este es el primer estudio que evalúa el efecto del marcaje con *PIT-tag* en especies de murciélagos en Latinoamérica. Para determinar si estos dispositivos brindan un método adecuado de marcaje, evaluamos el efecto del uso de *PIT-tag* como marca permanente sobre la tasa de recaptura y la condición corporal de *Myotis chiloensis* y *Tadarida brasiliensis* en Chile central.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en el Parque Etnobotánico Quilapilún (33°5'30.62" S, 70°43'52.82" O), ubicado en la Región Metropolitana a 30 kilómetros al norte de la ciudad de Santiago de Chile (Fig. 1). En este sitio existe una colonia mixta de las especies de murciélagos *Myotis chiloensis* (Vespertilionidae; 6-10 g) y *Tadarida brasiliensis* (Molossidae; 9-15 g) (Manque Bioexploraciones 2018). El área de estudio es parte de la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo (Gajardo 1994). El régimen climático del área es de tipo mediterráneo con una temperatura media anual de 13,9 °C, con una temperatura máxima media de 29 °C en el mes más cálido (enero) y una temperatura mínima media 2,8 °C en el mes más frío (julio). Las precipitaciones se concentran en los meses de invierno y presentan una media anual de 380 mm (CGA Ingenieros Consultores 2015).

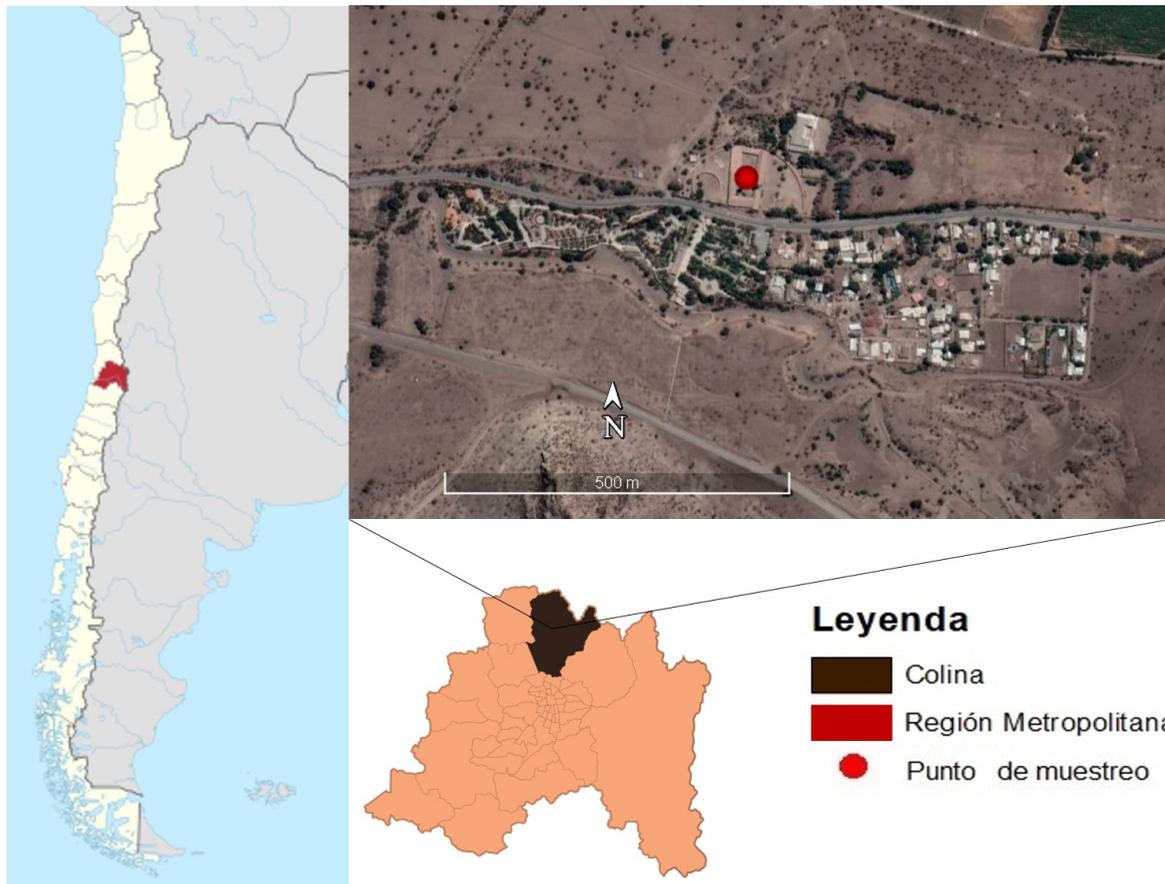


FIGURA 1. Área de estudio. / Study area.

CAPTURA Y RECAPTURA DE INDIVIDUOS

Para la captura y recaptura de individuos realizamos seis campañas de uno o dos días durante la estación estival (del 12 de enero al 4 de marzo de 2019), con un intervalo de ca. 10 días entre campañas. Para las capturas utilizamos cuatro redes niebla (dos de 10 x 2,5 m, una de 6 x 2,5 m y una de 3 x 2,5 m) y una trampa arpa (de 4 x 2 m), que se activaron alrededor de las 20:00 h y se mantuvieron activas hasta las 03:00 h, con una revisión constante cada 20 minutos. Para manipular a los ejemplares seguimos el protocolo de bioseguridad establecido por el “Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile” (De la Maza & Bonacic 2013), incluyendo además la inmunización antirrábica de las personas que realizaron las actividades de captura y manipulación. Para la identificación de las especies usamos las descripciones de Rodríguez-San Pedro *et al.* (2014).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para poder identificar con seguridad a todos los animales a

nivel individual, los individuos capturados fueron marcados mediante la perforación del patagio con una secuencia única por ala (ver detalles en Puelma-Diez *et al.* 2021). Además, registramos medidas morfométricas estándar para cada individuo (largo total, largo antebrazo, etc.), junto con su masa corporal y sexo.

Del total de individuos capturados por campaña, marcamos a la mitad de los individuos de cada especie con un chip sub-dérmico (*PIT-tag*), dejando a un grupo igual de individuos sin *PIT-tag*. El marcaje mediante la aplicación de *PIT tag* se hizo a través de chips sub-dérmicos modelo MiniHPT8 (30 mg) (Biomark, Inc.), que fueron inyectados con un implantador sub-dérmico en la región lumbo dorsal inferior de cada murciélago para su identificación individual. Cada *PIT tag* emite un código instantáneo que tiene un número de serie único de 9 dígitos, el que se leyó con un lector HPR Lite (Biomark, Inc.) a unos 5 cm de distancia del animal.

Una vez marcados los individuos se liberaron en el mismo lugar donde fueron capturados.

ANÁLISIS DE DATOS

Para cada especie, se calculó la tasa de recaptura para cada campaña. Para esto, el número de individuos recapturados en una campaña fue dividido por la sumatoria de los individuos capturados en campañas anteriores, expresando el resultado como el número de recapturas en 100 individuos capturados (Gaisler & Chytil 2002). Para detectar diferencias significativas en la tasa de recaptura entre grupos (con y sin PIT-tag) se utilizó el Modelo Lineal Generalizado (GLM) con una función de Poisson (Fernández et al. 2021). El modelo consideró la tasa de recaptura (número de recapturas en 100 individuos capturados) como variable respuesta y el tratamiento (con y sin PIT-tag) como variable predictiva.

Estimamos la condición corporal mediante el índice de condición corporal (ICC), que corresponde a la división entre la masa corporal (gr) por el largo de antebrazo (mm) (Chacón & Ballesteros 2019). Usamos Modelos Lineales para detectar diferencias significativas en el ICC entre grupos (con y sin PIT-tag). La selección de este método se basó en que la variable respuesta sigue una distribución normal (Speakman & Racey 1986). El ICC fue la variable respuesta y el tratamiento (con y sin PIT-tag) la variable predictiva. Ajustamos dos modelos, donde uno comparó el ICC entre tratamientos antes del marcaje (captura inicial) y otro que comparó el ICC entre tratamientos con los datos obtenidos durante las recapturas (última recaptura).

RESULTADOS

Capturamos un total de 262 individuos, 176 correspondieron a la especie *M. chiloensis* y 86 a *T. brasiliensis*, con un total de 43 y 33 recapturas, respectivamente. La masa promedio en *M. chiloensis* fue de 5,7 gramos (EE \pm 0,1) con un largo promedio de antebrazo de 37,5 mm (EE \pm 1,3). Para *T. brasiliensis* la masa promedio fue de 12,1 gramos (EE \pm 0,1) y el largo promedio de antebrazo fue de 43,8 mm (EE \pm 2,3).

TASA DE RECAPTURAS

En promedio, la tasa recaptura en *M. chiloensis* con PIT-tag fue levemente inferior a la de individuos sin PIT-tag (Fig. 2), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre tratamientos ($p = 0,123$).

La tasa de recaptura varió entre un 2 y 10,4 % (mínimo y máximo) a través de las campañas y no registramos pérdida del PIT-tag en los individuos recapturados durante el estudio.

En el caso de *T. brasiliensis*, las capturas en las primeras campañas fueron muy bajas por lo que sólo se analizaron

cuatro de las seis campañas ejecutadas. Para esta especie, la tasa de recaptura promedio para el grupo con PIT-tag fue superior a la que presentaron los individuos sin PIT-tag (Fig. 3). No obstante, al igual que para la especie anterior, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p = 0,072$).

La tasa de recaptura tuvo una variación temporal entre 8,7 y 42,8 % (mínimo y máximo) a través de las campañas. En *T. brasiliensis* se registró la pérdida del PIT-tag, en el 7,6 % de los individuos marcados.

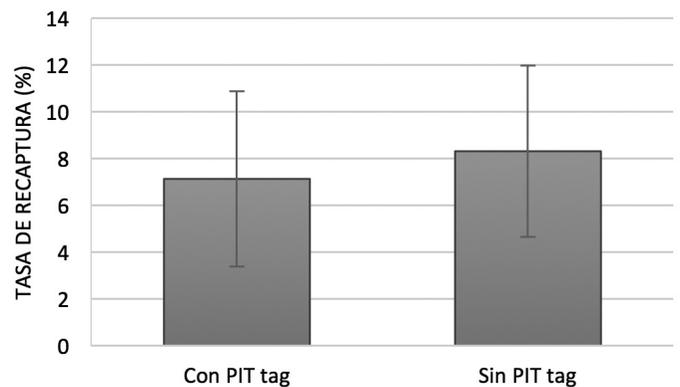


FIGURA 2. Promedio de tasa de recaptura con y sin PIT tags para especie *Myotis chiloensis*. Barras de error corresponden al error estándar (EE). / Average recapture rate with and without PIT tags for *Myotis chiloensis*. Error bars correspond to standard error.

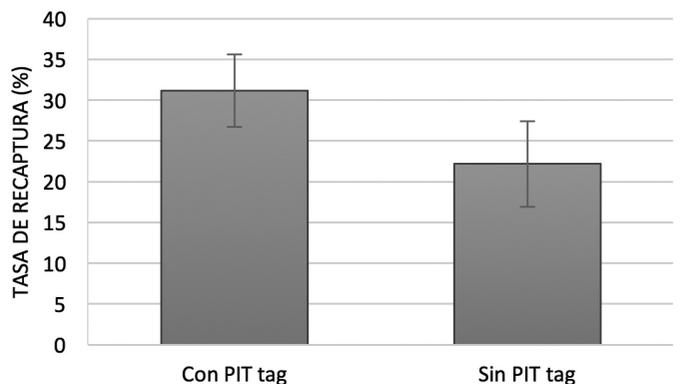


FIGURA 3. Promedio de tasa de recaptura con y sin PIT tag para especie *Tadarida brasiliensis*. Barras de error corresponden al error estándar (EE). / Average recapture rate with and without PIT tags for *Tadarida brasiliensis*. Error bars correspond to standard error.

CONDICIÓN CORPORAL

No se detectaron diferencias significativas en el ICC de *M. chiloensis* en la captura inicial entre grupos (con y sin PIT-tag) ($F = 0,43$; $p = 0,525$). En promedio, el ICC de *M. chiloensis* aumentó durante la última recaptura en ambos grupos (con y sin PIT-tag) (Fig. 4), pero tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($F = 0,13$; $p = 0,721$).

El ICC de *T. brasiliensis* fue similar entre grupos tanto antes del marcaje ($F = 0,05$; $p = 0,825$) como durante la última recaptura ($F = 1,39$; $p = 0,263$) (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Bajo las condiciones de nuestro estudio, el uso de los PIT-tag resultó ser un método de marcaje permanente seguro e inofensivo para dos especies de murciélagos de pequeño tamaño en la zona mediterránea de Chile central. No detectamos efectos negativos del marcaje mediante PIT-tag en la tasa de recaptura ni en la condición corporal de los individuos. Además, esta marca permaneció en una importante proporción de los individuos (sin pérdidas registradas en *M. chiloensis* y un porcentaje de pérdida del 7,6 % en *T. brasiliensis*). Nuestros resultados sugieren que los PIT-tags brindan una herramienta útil y segura para el marcaje de las poblaciones de murciélagos. Debido a que esta marca es permanente, puede ser usada en estudios de largo plazo.

La ausencia de un efecto negativo del uso de PIT-tag en la tasa de recaptura y el ICC de *M. chiloensis* y *T. brasiliensis* coincide con los resultados de Rigby *et al.* (2012), quienes no detectaron un efecto significativo del uso de este tipo de marca en la tasa de recaptura e ICC de *Myotis daubentonii*. También coinciden con estudios en *Eptesicus fuscus*, que no han detectado impactos negativos en el bienestar ni en la supervivencia de individuos tras ser marcados con PIT-tag (Neubaum *et al.* 2005; Wimsatt *et al.* 2005). Esto sugiere que el marcaje con PIT-tag no tiene un efecto negativo inmediato sobre la supervivencia o el comportamiento de los individuos marcados (Rigby *et al.* 2012).

Por otro lado, se ha reportado una importante pérdida del PIT-tag en animales tras ser implantados (Bjorndal *et al.* 1996; Kimball & Mace 2019). En el caso de murciélagos, Rigby *et al.* (2012) registraron un 16 % de pérdida del PIT-tag (39/256 individuos). La pérdida de esta marca podría deberse a que el PIT-tag dejó de funcionar, la inserción fallida del PIT-tag por el operador (Rigby *et al.* 2012), su expulsión por falta de cicatrización de la piel y por razones que aún no se conocen relacionadas al animal (Freeland & Fry 1995). En nuestro estudio, sólo detectamos pérdida del PIT-tag en *T. brasiliensis*, pudiendo esta diferencia entre especies deberse a características anatómicas, fisiológicas o a la diferente mecánica de vuelo de las especies estudiadas (Canals & Cattán 2008).

La ausencia de efectos negativos y el bajo porcentaje de pérdida en el uso del PIT-tag, sugiere que este método de marcaje es útil para el monitoreo y la estimación de tamaños poblacionales en murciélagos. Sin embargo, es un método costoso ya que, además de la compra de los microchips, requiere de un aparato lector de PIT-tag y contar con personal capacitado para el proceso de implantación y/o entrenar personal en este procedimiento. Sin embargo, se ha visto que en proyectos de largo plazo el uso de esta técnica de marcaje

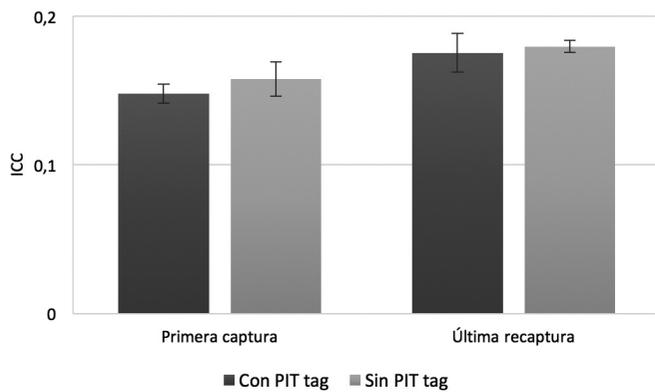


FIGURA 4. Promedio de índice de condición corporal (ICC) en individuos con y sin PIT tag para la especie *Myotis chiloensis* en la primera captura y última recaptura. Barras de error corresponden al error estándar (EE). / Average body condition index (ICC) in individuals with and without PIT tag for *Myotis chiloensis* in the first capture and last recapture. Error bars correspond to standard error.

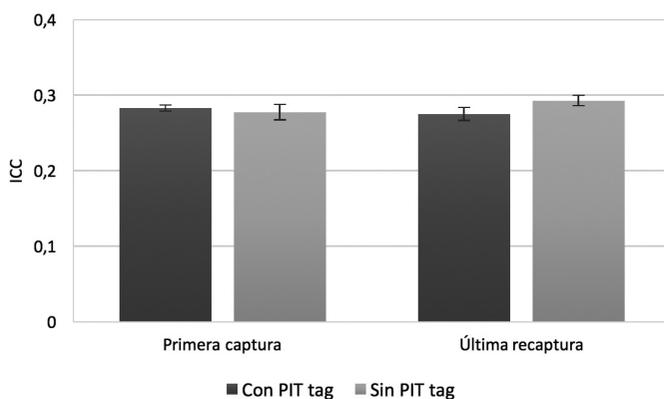


FIGURA 5. Promedio de índice de condición corporal (ICC) en individuos con y sin PIT tag para especie *Tadarida brasiliensis* en la primera captura y última recaptura. Barras de error corresponden al error estándar (EE). / Average body condition index (ICC) in individuals with and without PIT tag for *Tadarida brasiliensis* in the first capture and last recapture. Error bars correspond to standard error.

puede ahorrar dinero, tiempo y trabajo (Ellison *et al.* 2007).

Contar con un sistema de marcaje efectivo y seguro para los animales ha permitido una mejor comprensión de las dinámicas poblacionales y facilitado el monitoreo a largo plazo en murciélagos (Kerth 2022). Es importante generar estudios de largo plazo sobre los murciélagos en Chile, ya que de las quince especies que actualmente habitan en el país, seis están clasificadas en alguna categoría de conservación que implica algún grado de amenaza (categorías “En Peligro”, “Vulnerable”, “Casi Amenazada”) (MMA 2022). Además, la necesidad de estudios de largo plazo en murciélagos cobra mayor relevancia en el contexto del aumento de proyectos de energía eólica en Chile (Nasirov *et al.* 2021), ya que a nivel global y local se ha reportado una importante mortalidad de individuos asociadas al funcionamiento de los generadores eólicos producidas por colisión o barotrauma (e.g., Escobar *et al.* 2015; Thaxter *et al.* 2017).

CONCLUSIÓN

Nuestro trabajo validó el uso de microchip sub-dérmicos (PIT-tag) como método de marcaje, ya que su uso no presentó efectos negativos sobre la tasa de recaptura ni en la condición corporal de las especies de murciélagos estudiadas. Estos resultados sugieren que este método de marcaje es seguro para las poblaciones de murciélagos y puede ser útil en estudios de largo plazo. De acuerdo a la información disponible, su uso es recomendable en murciélagos de tamaño pequeño, en los cuales permite la identificación a nivel individual. Estos resultados aportan información valiosa para un mejor conocimiento de los murciélagos y contribuyen al desarrollo de esfuerzos de monitoreo y seguimiento de las poblaciones de quirópteros que sean eficientes y seguros para los animales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del Parque Etnobotánico Quilapilún, a todos los voluntarios que colaboraron en la toma de datos y a dos revisores anónimos que ayudaron a mejorar la calidad del presente trabajo. La captura de animales se autorizó mediante la Res. Ex. 8152 del Servicio Agrícola y Ganadero. NRV agradece a ANID-FONDECYT 11201045.

REFERENCIAS

Bjorndal, K., Bolten, A., Lagueux, C., Chaves, A. 1996. probability

of tag loss in green turtles nesting at Tortuguero, Costa Rica. *Journal of Herpetology* 30(4): 566-571.

Braun de Torrez, E.C., Gore, J.A., Ober, H.K. 2020. Evidence of resource-defense polygyny in an endangered subtropical bat, *Eumops floridanus*. *Global Ecology and Conservation* 24: e01289.

Canals, M., Cattán, P.E. 2008. Radiografía a los murciélagos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 110 pp.

CGA Ingenieros Consultores. 2015. Diagnóstico Comunal. Plan de Desarrollo Comunal 2015-2019. Ilustre Municipalidad de Colina. CGA, Colina, Chile. 265 pp.

Chacón, J., Ballesterero, J. 2019. Mejor condición corporal de *Artibeus lituratus* en fragmentos de bosque seco asociados a sistemas silvopastoriles que en sistemas convencionales de ganadería en Córdoba, Colombia. *Oecologia Australis* 23(3): 589-605.

Chaperon, P.N., Rodríguez-San Pedro, A., Beltrán, C.A., Allendes, J.L., Barahona-Segovia, R.M., Urra, F., Grez, A.A. 2022. Effects of adjacent habitat on nocturnal flying insects in vineyards and implications for bat foraging. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 326: 107780.

De la Maza, M., Bonacic, C. 2013. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 202 pp.

Ellison, L., O'shea, T., Neubaum, D., Neubaum, M., Pearce, R., Bowen, R. 2007. A comparison of conventional capture versus PIT reader techniques for estimating survival and capture probabilities of big brown bats (*Eptesicus fuscus*). *Acta Chiropterologica* 9(1): 149-160.

Escobar, L.E., Juárez, C., Medina-Vogel, G., Gonzalez, C.M. 2015. First report on bat mortalities on wind farms in Chile. *Gayana* 79(1): 11-17.

Fernández, I., Yáñez, J., Allendes, J.L., Ossa, G., Rodríguez-San Pedro, A. 2016. Murciélagos de Chile: lineamientos para su estudio. *Gestión Ambiental* 32(1): 5-18.

Fernández, P.D., Villasenor, N.R., Uribe, S.V., Estades, C.F. 2021. Local and landscape determinants of small mammal abundance in industrial pine plantations. *Forest Ecology and Management* 496: 119470.

Freeland, W.J., Fry, K. 1995. Suitability of passive integrated transponder tags for marking live animals for trade. *Conservation Commission of the Northern Territory. Wildlife Research* 22(6): 767-773.

Gaisler, J., Chytil, C. 2002. Mark-recapture results and changes in bat abundance at the cave of Na Turoldu, Czech Republic. *Folia Zoologica* 51(1): 1-10.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 pp.

Garroay, C. J., Broders, H. G. 2007. Non-random association patterns at Northern long-eared bat maternity roosts. *Canadian Journal of Zoology* 85: 956-964.

Gibbons, W.J., Andrews, K.M. 2004. PIT tagging: simple

- technology at its best. *BioScience* 54(5): 447-454.
- Kerth, G. 2022. Longterm field studies in bat research: importance for basic and applied research questions in animal behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 76: 75.
- Kerth, G., König, B. 1996. Transponder and an infrared-videocamera as methods in a field study on the social behavior of Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Myotis* 34: 27-34.
- Kimball, M.E., Mace, M.M. 2019. Survival, growth, and tag retention in estuarine fishes implanted with Passive Integrated Transponder (PIT) Tags. *Estuaries and Coasts* 43: 151-160.
- Kohles, J.E., Carter, G.G., Page, R.A., Dechmann, D.K.N. 2020. Socially foraging bats discriminate between group members based on search-phase echolocation calls. *Behavioral Ecology* 31(5): 1103-1112.
- Krebs, C. 2008. *The Ecological World View*. CSIRO Publishing. Victoria, Australia. 574 pp.
- Lobos, G., Méndez, C., Alzamora, A. 2013. Utilización de marcas electrónicas "PIT tags" en *Liolaemus* y descripción de una técnica de implante para especies de pequeña y mediana talla. *Gayana* 77(1): 26-34.
- Manque Bioexploraciones. 2018. Informe de línea base Parque Etnobotánico Quilapilún, Los Bronces, Colina.
- MMA. 2022. Clasificación de Especies. Ministerio de Medio Ambiente. <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/> Accedido: Julio 8, 2022.
- Nasirov, S., Girard, A., Peña, C., Salazar F., Simon, F. 2021. Expansion of renewable energy in Chile: analysis of the effects on employment. *Energy* 226: 120410.
- Neubauer, D.J., Neubauer, M.A., Ellison, L.E., O'Shea, T.J. 2005. Survival and condition of Big brown bats (*Eptesicus fuscus*) after radiotagging. *Journal of Mammalogy* 86: 95-98.
- O'Mara, M.T., Wikelski, M., Dechmann, D.K.N. 2014. 50 years of bat tracking: device attachment and future directions. *Methods in Ecology and Evolution* 5: 311-319.
- Ossa, G., Lilley, T.M., Waag, A.G., Meierhofer, M.B., Johnson, J.S. 2020. Roosting ecology of the southernmost bats, *Myotis chiloensis* and *Histiotus magellanicus*, in southern Tierra del Fuego, Chile. *Austral Ecology* 45(8): 1169-1178.
- Puelma-Diez, F., Villaseñor, N.R., Escobar, M.A.H. 2021. Uso de dos marcas temporales en dos especies de murciélagos: *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae) y *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae). *Mastozoología Neotropical* 28(2): e0618.
- Quiroga, N., Campos-Soto, R.A., Yáñez-Meza, A., Rodríguez-San Pedro, A., Allendes, J.L., Bacigalupo, A., Botto-Mahan, C., Correa, J.P. 2022. *Trypanosoma cruzi* DNA in *Desmodus rotundus* (common vampire bat) and *Histiotus montanus* (small big-eared brown bat) from Chile. *Acta Tropica* 225(Supl 1): 106206.
- Rigby, E.L., Aegerter, J., Brash, M., Altringham, J.D. 2012. Impact of PIT tagging on recapture rates, body condition and reproductive success of wild Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Veterinary Record* 170(4): 101-101.
- Rodríguez-Posada, M.E., Santa-Sepúlveda, M.A. 2013. Reporte de lesiones en murciélagos causadas por el uso incorrecto de collares plásticos como método de marcaje. *Therya* 4(2): 395-400.
- Rodríguez-San Pedro, A., Allendes, J.L., Carrasco-Lagos, P., Moreno, R.A. 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 p.
- Rodríguez-San Pedro, A., Allendes, J.L., Beltrán, C.A., Chaperon, P.N., Saldarriaga-Córdoba, M.M., Silva, A.X., Grez, A.A. 2020. Quantifying ecological and economic value of pest control services provided by bats in a vineyard landscape of central Chile. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 302: 107063.
- Rodríguez-San Pedro, A., Ávila, F.I., Chaperon, P.N., Beltrán, C.A., Allendes, J.L., Grez, A.A. 2021. The role of the adjacent habitat on promoting bat activity in vineyards: a case study from central Chile. *Acta Chiropterologica* 23(1): 177-187.
- Rodríguez-San Pedro, A., Ugarte-Núñez, J., Beltrán, C.A., Allendes, J.L. 2022. First record of the Peale's free-tailed bat *Nyctinomops aurispinosus* (Peale, 1848) (Chiroptera, Molossidae) from Chile revealed by acoustic surveys, with notes on ecology and distribution. *Mammalia* 86(4): 321-327.
- Speakman, J.R., Racey, P.A. 1986. The influence of body condition on sexual development of male Brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. *Journal of Zoology* 210(4): 515-525.
- Thaxter, C.B., Buchanan, G.M., Carr, J., Butchart, S.H.M., Newbold, T., Green, R.E., Tobias, J.A., Foden, W.B., O'Brien, S., Pearce-Higgins, J.W. 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of Royal Society B* 284: 20170829.
- Wimsatt, J.O., O'Shea, T.J., Ellison, L. E., Pearce, R. D., Price, V. R. 2005. Anesthesia and blood sampling of wild big brown bats (*Eptesicus fuscus*) with an assessment of impacts on survival. *Journal of Wildlife Diseases* 41: 87-95.

Received: 11.07.2022

Accepted: 28.09.2022

Editor: Fulgencio Lisón