

NIDIFICACIÓN DE AVES EN BARRANCOS DE BORDE DE CAMINO EN EL BOSQUE TEMPLADO DEL SUR DE CHILE

Fernando J. Novoa^{1*}, Tomás A. Altamirano^{1,2}, José Tomás Ibarra^{1,3}

¹ Co-Laboratorio *ECOS* (Ecosistema-Complejidad-Sociedad), Centro de Desarrollo Local (CEDEL), Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Villarrica, Chile.

² University of British Columbia, Department of Forest and Conservation Sciences, Centre for Applied Conservation Research, Vancouver, BC, Canada.

³ Núcleo Milenio Centro para el Impacto Socioeconómico de las Políticas Ambientales (CESIEP) & Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

E-mail: Fernando Novoa · frnovoa@uc.cl

Resumen · Aunque la ecología reproductiva de varias especies de aves que utilizan cavidades en árboles ha sido estudiada, el uso de los barrancos de bordes de camino ha recibido menos atención. Aquí presentamos información sobre 38 nidos que fueron localizados en 19 cavidades en barrancos de bordes de camino, donde nidificaron nueve especies de aves que habitan los bosques templados del sur de Chile. Realizamos una descripción de las características de las cavidades ocupadas, el tamaño de puesta y el éxito de la nidada. Las características de las cavidades (cm) se relacionaron de forma proporcional con las medidas corporales de las especies (cm) que utilizaron los barrancos para nidificar. El diámetro de entrada horizontal, junto con la profundidad horizontal, mostraron una relación positiva con la longitud de cuerpo, y la masa corporal mostró una relación positiva con la profundidad horizontal de las cavidades utilizadas para nidificar. El tamaño de puesta promedio para seis especies fue 2,3 (\pm 0,4) huevos y el 48% de los nidos fueron exitosos. Nuestros registros aportan nuevos conocimientos sobre la historia de vida de estas especies y discutimos la potencial importancia de los barrancos de bordes de camino como hábitat reproductivo en los ecosistemas templados del sur.

Abstract · **Birds nesting on roadside banks in temperate forests in southern Chile**

While the reproductive ecology of avian species that use tree cavities for nesting has been studied, the use of nest-sites in roadside banks has received less attention. Here, we report 38 nests in 19 cavities on roadside banks belonging to nine avian species that inhabit temperate forests of southern Chile. We describe the characteristics of occupied cavities, clutch size, and nest success. The characteristics of the cavities were proportionally related to the body measurements of the species that used roadside banks to nest. The horizontal diameter entrance, together with the horizontal depth, showed a positive relationship with the species' body length, and body mass showed a positive relationship with the horizontal depth of the cavities used for nesting. The average clutch size for six species was 2.3 (\pm 0.4) eggs and 48% of the nests were successful. Our records provide new insights into the life history of these cavity-nesting species and we discuss the potential importance of roadside banks as reproductive habitat in southern temperate ecosystems.

Key words: Breeding biology · Cavity nester · Nest · Reproductive behavior · Unusual nidification

INTRODUCCIÓN

A nivel global, aproximadamente 1900 especies de aves se reproducen en cavidades (van der Hoek et al. 2017) y la mayoría de estudios se han basado en las especies que utilizan cavidades de los árboles para nidificar más que en otros sustratos (Newton 1994). Dentro de ellas, las nidificadoras secundarias de cavidades son las que no excavan sus propias cavidades, por lo que dependen de la disponibilidad preexistente de este recurso. Las aves nidificadoras secundarias de cavidades exhiben variaciones interespecíficas en la selección del sitio de nidificación. Por ejemplo, el tamaño de la cavidad utilizada varía entre especies con distinto tamaño (Martin et al. 2004, Edworthy et al. 2017) y las especies que ocupan una determinada cavidad cambian a medida que las cavidades cambian sus características con el tiempo (Edworthy et al. 2017). A su vez, los atributos de las cavidades pueden influenciar parámetros reproductivos como el número de huevos y el éxito de la nidada (Peterson & Gauthier 1985). Existen distintos grados de dependencia hacia las cavidades, entre las que se incluyen la dependencia obligada (i.e., las cavidades son estrictamente necesarias para reproducirse) o facultativa (i.e., se utilizan cavidades para anidar de manera oportunista; Gibbons & Lindenmayer 2002).

Las cavidades que utilizan las aves para anidar pueden estar presentes en árboles en pie o caídos, rocas, termiteras, raíces

Submitted 22 August 2019 · First decision 28 November 2020 · Acceptance 1 April 2021 · Online publication 8 July 2021

Communicated by Carlos Bosque © Neotropical Ornithological Society

Tabla 1. Características de las cavidades y tamaño de puesta de las especies nidificadoras en barrancos de bordes de camino del bosque templado del sur de Chile (promedio \pm desviación estándar). Los números entre paréntesis indican el número de registros para calcular el promedio de cada especie. (--) corresponde a los datos que no pudieron ser recolectados.

| Especie | N.º de nidos | Orientación (°) | Altura (m) | Diámetro entrada horizontal (cm) | Diámetro entrada vertical (cm) | Profundidad horizontal (cm) | Profundidad vertical (cm) | Tamaño de puesta (n.º de huevos) |
|--------------------------------|--------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <i>Pterotochos tarnii</i> | 5 | 125 \pm 0 (4) | 1,4 \pm 0 (4) | 10,4 \pm 0,3 (4) | 10,6 \pm 0,9 (4) | 72,3 \pm 3,2 (4) | 6,7 \pm 1,0 (4) | 2 \pm 0,8 (4) |
| <i>Scelorchilus rubecula</i> | 5 | 236,4 \pm 72,8 (5) | 2,1 \pm 0,4 (5) | 12,3 \pm 1,5 (4) | 14 \pm 2 (4) | 61,8 \pm 5,5 (4) | 1,6 \pm 3,1 (4) | 2 \pm 2,5 (3) |
| <i>Scytalopus magellanicus</i> | 1 | 240 (1) | 2,3 (1) | 3,5 (1) | 3 (1) | 25,5 (1) | 0 (1) | -- |
| <i>Aphrastura spinicauda</i> | 11 | 236,3 \pm 75 (8) | 1,5 \pm 0,6 (6) | 7,4 \pm 0,7 (6) | 6,8 \pm 1,3 (6) | 19,8 \pm 3,5 (6) | 1,8 \pm 3,6 (6) | 2,8 \pm 1,1 (9) |
| <i>Cinclodes patagonicus</i> | 7 | 280 \pm 76,2 (3) | 2,4 \pm 0,2 (7) | 13,8 \pm 2 (6) | 12,2 \pm 1,6 (6) | 40,8 \pm 9,6 (6) | 0 (5) | 2,7 \pm 0,5 (7) |
| <i>Cinclodes fuscus</i> | 1 | 307(1) | 0,55 (1) | -- | -- | -- | -- | -- |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 5 | 234,8 \pm 47,6 (5) | 0,7 \pm 0,6 (5) | 5 \pm 2 (4) | 6 \pm 2 (4) | 11,5 \pm 9 (4) | 2,3 \pm 4,5 (4) | 2,5 \pm 2,5 (4) |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | 2 | 307 \pm 0 (2) | 0,55 \pm 0 (2) | -- | -- | -- | -- | 2 (1) |
| <i>Phrygilus patagonicus</i> | 1 | 214 (1) | -- | -- | -- | -- | -- | 4 (1) |

y/o barrancos (Altamirano et al. 2012). Algunas de estas especies incluyen a *Tyto alba*, que utiliza barrancos rocosos en las costas de las Islas Canarias (Siverio & Carrillo 1993), mientras que *Alopocheilidon fucata*, *Anas flavirostris* y *Falco sparverius* utilizan cavidades en barrancos de tierra en zonas semiáridas y templadas en Argentina (Pereyra 1969, Salvador 2012). Aunque se trate de un comportamiento relativamente común en aves nidificadoras de cavidades, la nidificación en barrancos de bordes de camino ha sido escasamente descrita. A la fecha, por ejemplo, existen reportes provenientes de Europa; es el caso de *Perdix perdix*, que utiliza barrancos de bordes de camino en zonas agrícolas de Francia (Bro et al. 2000), de *Upupa epops* en zonas agrícolas de Suiza (Tagmann-losset et al. 2012) y *Riparia riparia*, que nidifica en barrancos de arena en bordes de caminos en Inglaterra (Morgan 1979).

Del total de aves presentes en los bosques templados del sur de Chile, 29 especies nidifican en cavidades de árboles, las que corresponden al 57% de la comunidad (Altamirano et al. 2017). En los ecosistemas mediterráneo y templado de este país, se ha reportado que algunas especies nidifican principalmente en cavidades en barrancos de tierra, como *Cyanoliseus patagonus* (Ramirez-Herranz et al. 2017), y hay otras que lo hacen con menor frecuencia en este sustrato, como *Scytalopus magellanicus*, *Pterotochos tarnii*, *Tachycineta leucopyga*, *Colaptes pitius* y *Aphrastura spinicauda* (McGehee et al. 2010, Altamirano et al. 2012, 2017). Sin embargo, poco se sabe sobre el uso de cavidades presentes en barrancos de bordes de camino, por lo cual en este estudio: i) reportamos observaciones directas de distintas especies de aves que utilizan barrancos de bordes de camino para nidificar; ii) describimos las características de las cavidades, el tamaño de puesta y el éxito reproductivo; iii) analizamos la relación de las características de las cavidades con las medidas corporales y el éxito de la nidada de las especies, y iv) discutimos la importancia que tienen estas observaciones para comprender el uso de este sustrato por parte de distintas especies de aves en el bosque templado del sur de Chile.

MÉTODOS

Los bosques templados de Sudamérica forman una franja de tierra angosta, pero latitudinalmente extensa, entre los 35° y 55°S (Armesto et al. 1998). Las principales características climáticas de estos bosques son los veranos frescos y una precipitación media anual de > 2000 mm distribuidos a lo largo del año (Altamirano et al. 2017).

Realizamos el estudio en 20 sitios, cada uno con un área ~20 ha, localizados en los bosques de la región de La Arauca-

nía, Chile (39°16'S, 71°48'W). Los sitios estudiados incluyeron nueve bosques secundarios (40–80 años de edad) y 11 bosques antiguos (> 200 años) dentro de áreas protegidas públicas y privadas. Los bosques secundarios estaban dominados por especies de hoja ancha, incluidas *Nothofagus obliqua*, *N. dombeyi* y *Laurelia sempervirens*, y los bosques antiguos por especies como *Saxegothaea conspicua*, *Laureliopsis philippiana*, *N. dombeyi*, *Araucaria araucana* y *N. pumilio* (Caviedes & Ibarra 2017).

Durante ocho temporadas reproductivas (2011-2018), desde el 1 de noviembre hasta el 31 de enero, monitoreamos cavidades ocupadas en barrancos en los caminos de acceso o dentro de los sitios (Figura 1A). Para los nidos monitoreados en cavidades bajas (< 2 m de altura) utilizamos una linterna con un espejo para observar si algún ave se encontraba anidando e identificamos la especie, el número de huevos o polluelos, y el éxito reproductivo de la siguiente manera: exitoso (i.e., todos los polluelos volaron del nido), parcialmente exitoso (i.e., al menos un polluelo voló del nido), no exitoso (i.e., ningún polluelo voló del nido). Las cavidades superiores a 2 m de altura las verificamos usando un sistema de monitoreo inalámbrico con una pértiga telescópica que alcanzaba hasta 15 m de altura (Altamirano et al. 2017).

Una vez finalizada la temporada reproductiva, caracterizamos las cavidades según la altura desde el suelo, la orientación, el diámetro de entrada horizontal y vertical, y la profundidad vertical y horizontal. Para medir las cavidades, utilizamos una huincha métrica (precisión de 0,1 cm). Mediante modelos lineales generalizados (GLM, por sus siglas en inglés), evaluamos con una distribución Gaussiana un rango de cinco a ocho modelos para las características de las cavidades (diámetro de entrada horizontal y vertical, y profundidad vertical y horizontal), asociadas con las especies ocupantes según la longitud del cuerpo y la masa corporal obtenidas de la literatura (Rozzi et al. 1997, Martínez y González 2017). También, evaluamos con una distribución de Poisson el éxito de la nidada de cada especie (0 = exitoso, 1 = parcialmente exitoso, 2 = no exitoso) con relación a las características de las cavidades, la altura desde el suelo y la orientación. Las pruebas estadísticas se consideraron significativas con $P < 0,05$. Para el análisis de datos utilizamos el programa estadístico R (R Core Team 2019).

RESULTADOS

En total, encontramos 19 cavidades en barrancos, en las cuales registramos 38 nidos pertenecientes a nueve especies de aves que habitan los bosques templados (Tabla 1). 17 nidos

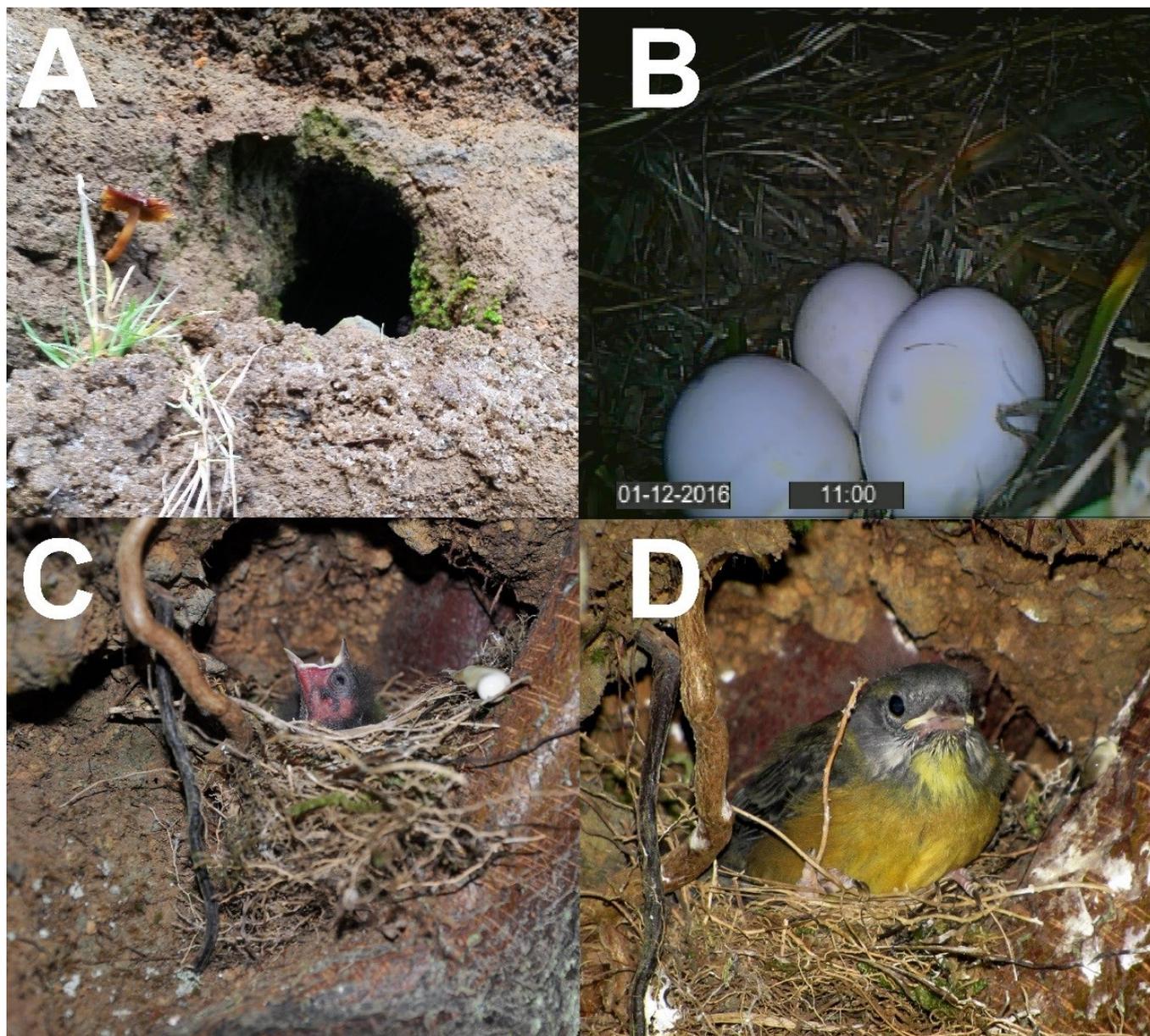


Figura 1. Especies de aves nidificando en barrancos de borde de camino del bosque templado del sur de Chile. A) Cavidad en barranco de borde de camino, vista frontal. B) Tres huevos de *Pteroptochos tarnii* dentro de una cavidad de barranco en borde de camino, diciembre 2016. C) Polluelo de *Phrygilus patagonicus* dentro de una cavidad en barranco de borde de camino, enero 2012. D) Volantón de *P. patagonicus* dentro de una cavidad en barranco de borde de camino, enero 2012.

fueron registrados en caminos dentro de bosques antiguos y 21 en bosques secundarios. Registramos el éxito de la nidada de 23 nidos para seis especies de aves.

Las familias de aves más representadas fueron Rhinocryptidae y Furnariidae, con tres especies para cada una. Las especies con mayor número de nidos registrados fueron *A. spinicauda* ($N = 11$; 28,9% de nidos encontrados) y *Cinclodes patagonicus* ($N = 7$; 18,4% de nidos). Las cavidades con mayor altura ($2,4 \pm 0,2$ m) fueron ocupadas por *C. patagonicus*, mientras que las cavidades con menor altura ($0,55$ m) fueron ocupadas por *C. fuscus* y *Pygochelidon cyanoleuca*. Las cavidades con mayor profundidad horizontal fueron utilizadas por *P. tarnii* ($72,3 \pm 3,2$ cm) y *Scelorchilus rubecula* ($61,8 \pm 5,5$ cm). El tamaño de puesta promedio ($N = 28$ nidos) para seis especies fue de $2,3 (\pm 0,4)$ huevos (Tabla 1) y el promedio de polluelos ($N = 22$ nidos) para ocho especies fue de $2,36 (\pm 1)$.

Las características de las cavidades se relacionaron de forma proporcional de acuerdo con las medidas corporales

de las especies que utilizaron los barrancos para nidificar. Por ejemplo, *S. rubecula* y *P. tarnii* (Figura 1B) ocuparon cavidades con mayores áreas de entrada, mientras *S. magellanicus* y *Troglodytes aedon* utilizaron cavidades con entradas más pequeñas. La entrada horizontal ($df = 4$, coeficiente $\beta = 1,14$, $P = 0,0003$) y la profundidad horizontal ($df = 4$, coeficiente $\beta = 0,14$, $P = 0,0002$), mostraron una relación positiva con la longitud de cuerpo, mientras que la entrada vertical ($df = 4$, coeficiente $\beta = -0,827$, $P = 0,014$) mostró una relación negativa. Para la masa corporal se observó una relación positiva con la profundidad horizontal ($df = 4$, coeficiente $\beta = 2,1415$, $P = 0,00001$) y una relación negativa con la entrada vertical ($df = 4$, coeficiente $\beta = -9,7585$, $P = 0,015$) de las especies que utilizaron los barrancos para nidificar.

Seis cavidades fueron reutilizadas en una o más temporadas posteriores a la primera temporada de registro de un nido por una o dos especies. De estas cavidades, cinco diferentes fueron reutilizadas por una misma especie de ave. *A. spinicauda*, *C. fuscus*, *P. tarnii*, *P. cyanoleuca* y *T. aedon* reuti-

lizaron una misma cavidad por más de una temporada. A su vez, cuatro de las seis cavidades fueron ocupadas por dos especies de aves distintas en diferentes temporadas reproductivas. Las asociaciones de especies que reutilizaron una misma cavidad en distintas temporadas reproductivas correspondieron a: a) *C. patagonicus*/*S. rubecula*, b) *S. rubecula*/*P. tarnii*, c) *A. spinicauda*/*T. aedon* y d) *C. fuscus*/*P. cyano-leuca*. Para 15 cavidades, logramos medir la orientación; las cavidades estuvieron, en su mayoría, orientadas entre los 201° y 286° (suroeste, N = 6 cavidades). *P. patagonicus* (Figura 1C y 1D), *C. patagonicus*, *T. aedon*, *A. spinicauda* y *S. magellanicus* fueron las especies que seleccionaron cavidades con dirección al suroeste.

El 48% de los nidos (N = 11) fueron exitosos. El 13% (N = 3) de los nidos fue parcialmente exitoso y el 39% (N = 9) no fue exitoso. *A. spinicauda* fue la especie con menor éxito reproductivo con cinco de seis nidos no exitosos. Las especies con mayor éxito reproductivo fueron *C. patagonicus* y *S. rubecula*, con tres nidos exitosos cada uno. De estos nidos, solo logramos determinar la causa de fracaso para siete, la cual fue siempre la depredación (confirmación mediante registro de cámaras trampa y observación de huevos y/o polluelos depredados al interior de las cavidades). Mediante GLM comprobamos que el éxito reproductivo de los nidos para las distintas especies de aves (n = 23) no tuvo relación con ninguna de las características medidas de las cavidades.

DISCUSIÓN

Nuestros registros aportan nuevos conocimientos sobre los atributos de las cavidades en barrancos de bordes de camino utilizadas para anidar por nueve especies de aves, que proporcionan información sobre el tamaño de puesta y éxito reproductivo de estas. Se ha descrito que el diámetro, ángulo de entrada de la cavidad y altura sobre el suelo determinan qué especies pueden usar efectivamente las cavidades disponibles y son parámetros que pueden influir en el éxito reproductivo (Hooge et al. 1999, Aitken et al. 2002, Remm et al. 2006). Nuestros resultados apoyan esta idea para el uso de cavidades en barrancos de bordes de caminos, pero, a diferencia de otros estudios, no encontramos relación con el éxito reproductivo. Especies como *C. patagonicus* en Chile y *Apus apus* en España construyen sus nidos en barrancos de tierra altos y evitan cavidades cerca del suelo, probablemente como mecanismo para reducir la probabilidad de ataques por depredadores terrestres (Corrales et al. 2013, Ramirez-Herranz et al. 2017). En este estudio, cinco especies utilizaron cavidades a más de 1,5 m de altura; sin embargo, una de las causas incidentales de fracaso de los nidos fue la depredación (incluso en cavidades más altas). Por lo tanto, al no haber suficientes registros, no podemos inferir si la altura de los nidos influyó en el éxito reproductivo de las especies.

La orientación de las cavidades también podrían jugar un rol importante en su uso y en el éxito reproductivo de las aves al regular el microclima del nido (Rendell & Robertson 1994; ver Ojeda et al. 2021). En nuestro estudio, las cavidades fueron registradas principalmente hacia el suroeste. Un patrón de orientación similar ha sido observado en el norte de Chile para *C. patagonicus* en barrancos reproductivos de tierra, con una direccionalidad hacia el sur (190° ± 79°; Ramirez-Herranz et al. 2017). En la localidad, al estar orientadas las cavidades hacia el sur, la sombra prevalece durante el día

y la temperatura de la pared permanece más estable en comparación con las paredes orientadas al norte (Ramirez-Herranz et al. 2017). El tamaño de puesta registrado para la mayoría de las especies que nidificaron en barrancos correspondió a lo documentado para nidos de estas mismas especies observadas en cavidades de árboles (Altamirano et al. 2012, Martínez y González 2017). Solo *T. aedon* (4-6 huevos) y *P. cyano-leuca* (3-5 huevos) mostraron un número menor de huevos en comparación con tamaños de puesta registrados para otros sustratos (Altamirano et al. 2012, Linck et al. 2019). Las cavidades que registramos en este estudio son, en general, de igual o menor volumen que las registradas para estas especies en otros sustratos (T. A. Altamirano y J. T. Ibarra, datos no publicados). Esta disminución en el volumen podría explicar la reducción en tamaños de puesta de *T. aedon* y *P. cyano-leuca*, ya que un volumen de cavidad más grande puede permitir tamaños de puesta más grandes (Aitken et al. 2002).

Casi todas las especies que se reprodujeron en barrancos de bordes de camino son especies insectívoras (a excepción de *Phrygilus patagonicus*, especie principalmente granívora). La alimentación puede ser un factor importante en la selección de barrancos en borde de caminos por aves; según Tagmann-loset et al (2012), una especie insectívora como *Upupa epops*, en Suiza, prefiere los barrancos de bordes de camino para evitar la vegetación densa y facilitar su alimentación.

Por otra parte, todas las especies registradas nidificando en barrancos de bordes de camino generalmente se reproducen en cavidades de árboles. Sin embargo, en los bosques templados de Chile, más de la mitad (60%) de las aves nidificadoras en cavidades no dependen estrictamente de las cavidades de los árboles para anidar (Altamirano et al. 2017). La presencia y abundancia de cavidades son mayores en sustratos como árboles vivos en descomposición, muertos en pie y en descomposición en el suelo, que en los árboles vivos y sanos en bosques secundarios (Ibarra et al. 2020). Ya que el manejo forestal en los bosques templados de Chile reduce generalmente la disponibilidad de estos sustratos, los barrancos de bordes de camino podrían reemplazar las cavidades en bosques secundarios. Esta hipótesis debe ser puesta a prueba en futuros estudios sobre la ecología y conservación de aves que nidifican en cavidades, tanto en Chile como en otros sistemas sometidos a altas tasas de perturbación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a FONDECYT Regular/ANID (1200291), The Peregrine Fund, the Center of Applied Ecology and Sustainability-CAPES (ANID PIA/BASAL FB0002) y a ANID – Millennium Science Initiative – Center for the Socioeconomic Impact of Environmental Policies, CESIEP Code NCS13_004. TAA fue becario postdoctoral de CONICYT (ID 74160073). Agradecemos a todos los propietarios que nos permitieron trabajar en sus predios, a amigos, amigas, habitantes locales y estudiantes que apoyaron en la colecta de datos en campo. Reconocemos a los revisores anónimos por sus comentarios, que ayudaron a mejorar la versión final del manuscrito.

REFERENCIAS

Aitken, KEH, KL Wiebe & K Martin (2002) Nest-Site Reuse Patterns for a Cavity-Nesting Bird Community in Interior British Columbia. *The Auk* 119: 391–402.

- Altamirano, TA, JT Ibarra, F Hernández, I Rojas, J Laker & C Bonacic (2012). *Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Altamirano, TA, JT Ibarra, K Martin & C Bonacic (2017) The conservation value of tree decay processes as a key driver structuring tree cavity nest webs in South American temperate rainforests. *Biodiversity and Conservation* 26: 2453–2472.
- Armesto, J, R Rozzi, C Smith-Ramirez & M Arroyo (1998) Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282 :1271–1272
- Bro, E, F Reitz & J Clobert (2000) Nest-site selection of grey partridge (*Perdix perdix*) on agricultural lands in North-Central France. *Game and Wildlife Science* 17: 1–16.
- Caviedes, J & JT Ibarra (2017) Influence of anthropogenic disturbances on stand structural complexity in Andean temperate forests: Implications for managing key habitat for biodiversity. *PLoS ONE* 12: 1–18.
- Corrales, L, LM Bautista, T Santamaría & P Mas (2013) Hole selection by nesting swifts in medieval city-walls of central Spain. *Ardeola* 60: 291–304.
- Edworthy, AB, MK Trzcinski, KL Cockle, KL Wiebe & K Martin (2017) Tree cavity occupancy by nesting vertebrates across cavity age. *Journal of Wildlife Management* 82: 639–648.
- Gibbons, P & D Lindenmayer (2002) *Tree hollows and wildlife conservation in Australia*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- Hooge, PN, M Stanback, WD Koenig & C Valley (1999) Nest-site selection in the acorn woodpecker. *The Auk* 116: 45–54.
- Ibarra, JT, FJ Novoa, H Jaillard & TA Altamirano (2020) Large trees and decay: suppliers of a keystone resource for cavity using wildlife in old growth and secondary Andean temperate forests. *Austral ecology* 45(8): 1135–1144.
- Linck, EB, HC Huber, HF Greeney & KS Sheldon (2019) Nesting biology of the Blue-and-White Swallow (*Pygochelidon cyanoleuca*) in northeastern Ecuador. *Ornitología Neotropical* 30: 5–10.
- Martin, K, KEH Aitken & KL Wiebe (2004) Nest Sites and Nest Webs for Cavity-Nesting Communities in Interior British Columbia, Canada: Nest Characteristics and Niche Partitioning. *The Condor* 106: 5–19.
- Martínez-Piña, D & G. González-Cifuentes (2017) *Las aves de Chile. Guía de campo y breve historia natural*. Ediciones del Naturalista. Santiago, Chile.
- McGehee, S, J Eitniear & B Glickman (2010) Unusual ground level tree cavity nesting in the thorn-tailed rayadito (*Aphrastura spinicauda*). *Boletín SAO* 20: 12–17.
- Morgan, RA (1979) Sand Martin nest record cards. *Bird Study* 26: 129–132.
- Newton, I (1994) The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biological Conservation* 70: 265–276.
- Ojeda, V, A Schaaf, TA Altamirano, B Bonaparte, L Bragagnolo, L Chazarreta, K Cockle, R Dias, F Di Sallo, JT Ibarra, S Ippi, A Jáuregui, J Jiménez, M Lammertink, F López, G Núñez, M de la Peña, L Rivera, C Vivanco, M Santillán, G Soto, P Vergara, A Wynia & N Politi (2021) Latitude does not influence cavity entrance orientation of South American avian excavators. *The Auk: Ornithological Advances* 138: 1–14.
- Pereyra, J (1969) Avifauna argentina. Familia Hirundinidae Hirundinidae: Golondrinas. *El Hornero* 11: 1–19.
- Peterson, B & G Gauthier (1985) Nest site use by cavity-nesting birds of the Cariboo Parkland, British Columbia. *The Wilson Bulletin* 97: 319–331.
- Ramirez-Herranz, M, RS Rios, R Vargas-Rodriguez, JE Novoa-Jerez & FA Squeo (2017) The importance of scale-dependent ravine characteristics on breeding-site selection by the Burrowing Parrot, *Cyanoliseus patagonus*. *PeerJ* 5: e3182.
- R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria.
- Remm, J, A Löhmus & K Remm (2006) Tree cavities in riverine forests: What determines their occurrence and use by hole-nesting passerines? *Forest Ecology and Management* 221: 267–277.
- Rendell, WB & RJ Robertson (1994) Cavity-entrance orientation and nest-site use by secondary hole-nesting birds. *Journal of Field Ornithology* 65(1): 27–35.
- Rozzi, R, D Martínez, M Willson & C Sabag (1996) Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. Pp. 135–152 in: Armesto, J, C Villagrán & M Arroyo (eds). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Salvador, S (2012) Reutilización de nidos por aves en el área central de Córdoba, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 91: 1–9.
- Siverio, F & J Carrillo (1993) Hábitat y reproducción de la lechuza común (*Tyto alba*) en Tenerife (Islas Canarias). Contribución a su estudio. *Alytes* 6: 10.
- Tagmann-Ioset, A, M Schaub, TS Reichlin, N Weisshaupt & R Arlettaz (2012) Bare ground as a crucial habitat feature for a rare terrestrially foraging farmland bird of Central Europe. *Acta Oecologica* 39: 25–32.
- van der Hoek, Y, GV Gaona & K Martin (2017) The diversity, distribution and conservation status of the tree-cavity-nesting birds of the world. *Diversity and Distributions* 23: 1120–1131.