

ENSAMBLES DE AVES DE LOS BOSQUES ENDEMICOS DE *POLYLEPIS PACENSIS* EN BOLIVIA

M. Isabel Gómez<sup>1</sup> · Rodrigo Calbimonte<sup>2</sup> · Alejandra I. Domic<sup>3,4</sup> · Arely N. Palabral-Aguilera<sup>4</sup> · Rosember Hurtado<sup>4</sup> · Máximo Liberman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colección Boliviana de Fauna - Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia.

<sup>2</sup> Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

<sup>3</sup> Department of Anthropology, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA.

<sup>4</sup> Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.

E-mail: M. Isabel Gómez · isabel.gomez.u@gmail.com

**Resumen** · Los bosques de *Polylepis pacensis* son endémicos de Bolivia y se distribuyen en los departamentos de La Paz (inmediaciones al nevado Illimani, Quime e Inquisivi) y Cochabamba (Cotacajes). En este estudio, se evaluó el ensamble de aves en cuatro fragmentos de bosque de *P. pacensis* ubicados en las faldas del nevado Illimani, La Paz, Bolivia. En estos fragmentos de bosque se observaron 31 especies de aves, incluyendo dos especies endémicas de Bolivia, Colibrí Negrito (*Aglaeactis pamela*) y Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*), y dos especies fuertemente especializadas a bosques de *Polylepis*, Tijeral de Yánac (*Leptasthenura yanacensis*) y Conirrostro Gigante (*Conirostrum binghami*). Los bosques de *Polylepis pacensis* están altamente amenazados por actividades humanas como quema, extracción de leña y agricultura; las cuales podrían estar causando la deforestación y degradación de este importante hábitat para las aves. Es crucial implementar programas de conservación que incluyan la participación activa de la población local.

**Abstract** · Bird assemblages in endemic *Polylepis pacensis* woodlands in Bolivia

*Polylepis pacensis* woodlands are endemic to Bolivia, distributed in La Paz (near Illimani, Quime, and Inquisivi) and Cochabamba (Cotacajes) departments. In this study, we evaluated the bird assemblages of four fragments of *P. pacensis* woodlands located in the foothills of nevado Illimani, La Paz, Bolivia. In these woodlands, we recorded 31 bird species, including two endemic species of Bolivia, Black-hooded Sunbeam (*Aglaeactis pamela*) and Grey-bellied Flowerpiercer (*Diglossa carbonaria*), and two species strongly specialized to *Polylepis* woodlands, Tawny Tit-spinetail (*Leptasthenura yanacensis*) and Giant Conebill (*Conirostrum binghami*). *Polylepis pacensis* woodlands are highly threatened by human activities, such as burning, logging and agriculture; which may be causing of deforestation and degradation of this important habitat for bird species. It is crucial to implement conservation programs involving the active participation of local people.

**Key words:** Andean woodlands · Bird assemblage · Bolivia · Conservation · *Polylepis pacensis*

## INTRODUCCIÓN

En las tierras altas de los Andes se encuentran bosques dominados por el género *Polylepis* (Rosaceae), caracterizados por una distribución fragmentada (Fjeldså & Kessler 1996, Kessler 2006). Estos bosques se encuentran distribuidos mayormente en laderas montañosas, quebradas y terrenos escarpados, rocosos y cerca de cuerpos de agua (Fjeldså & Kessler 1996). Muchas de las especies de *Polylepis* se encuentran en peligro; sus poblaciones remanentes están amenazadas por actividades humanas (e.g., incendios, tala, sobrepastoreo y agricultura) y representan uno de los ecosistemas más amenazados del mundo (Fjeldså & Kessler 1996, Navarro et al. 2005, Kessler 2006). Algunos estudios sugieren que en Bolivia se ha perdido gran parte de su extensión y sólo una pequeña porción de estos bosques permanece actualmente (Kessler 1995, Purcell & Brelsford 2004).

Los bosques de *Polylepis* son importantes para la conservación de la biodiversidad porque constituyen el hábitat para una flora y fauna particular (Fjeldså & Kessler 1996, Gareca et al. 2010), incluyendo especies con distribución reducida y endémicas (Fjeldså & Kessler 1996). En Bolivia, se han registrado 266 especies de aves que utilizan estos bosques como hábitat, áreas de anidamiento y alimentación (Gareca et al. 2010), entre las cuales, cinco son especies fuertemente especializadas a bosques de *Polylepis*, y 16 se encuentran en alguna categoría de amenaza (Fjeldså & Kessler 1996, IUCN 2018).

*Polylepis pacensis* es una especie endémica de Bolivia que forma pequeños bosques en la Cordillera Occidental Andina (Kessler & Schmidt-Lebuhn 2006). La especie está categorizada como “En Peligro” (EN) debido a su reducida distribución y alta presión antrópica a la que está sujeta (Arrázola & Coronado 2012). Entre las principales actividades antrópicas se encuentran la extracción de leña, la pérdida de hábitat por el avance de la agricultura a pequeña escala y el sobrepastoreo de ganado

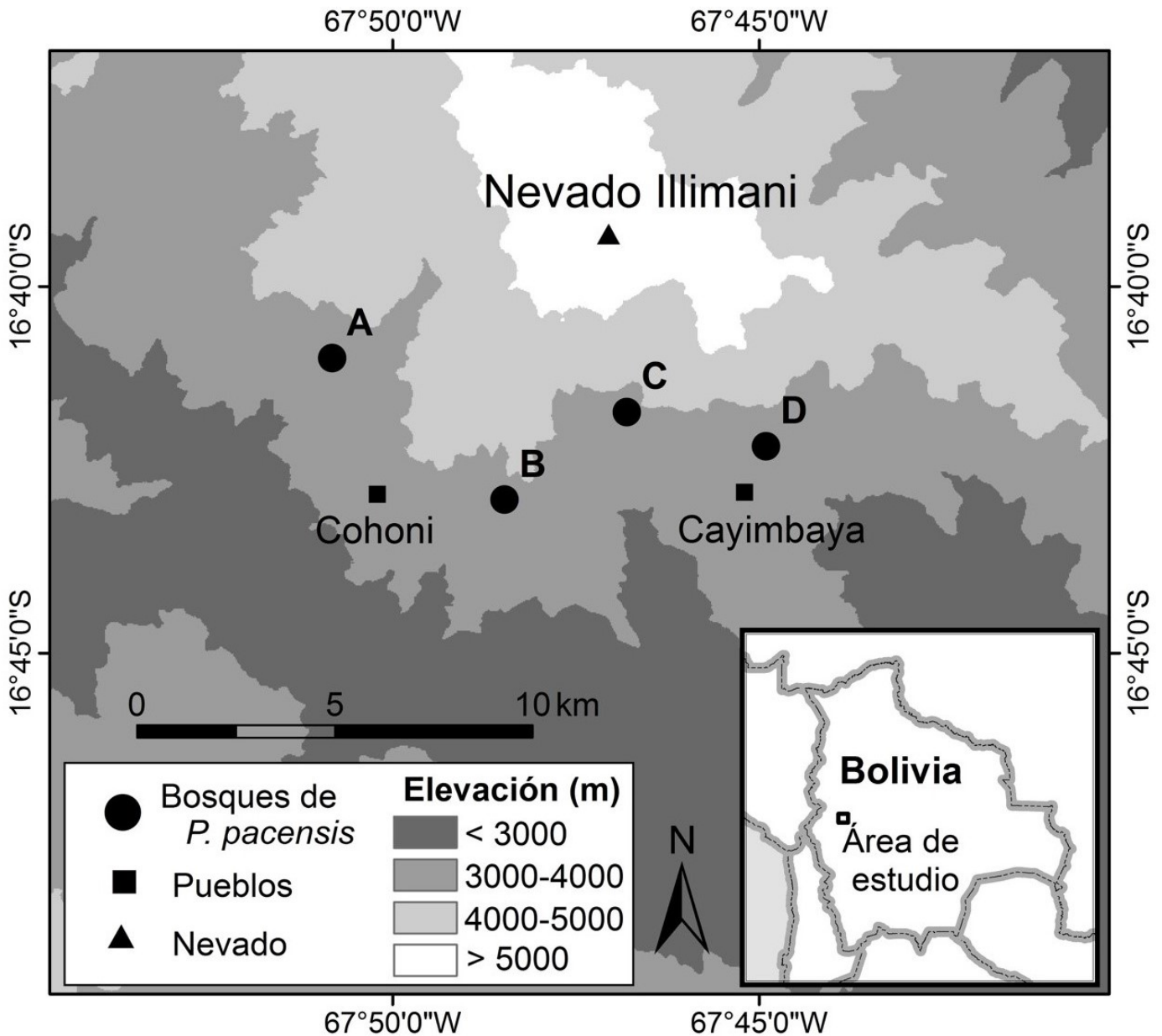


Figura 1. Mapa de ubicación de los fragmentos de *Polylepis pacensis* estudiados en el departamento de La Paz, Bolivia.

(Arrázola & Coronado 2012, Domic et al. 2015). Existe muy poca información sobre la biología y biodiversidad asociada de *P. pacensis*. Debido a que estos bosques son considerados como prioritarios para la investigación (Navarro et al. 2010), el objetivo del presente estudio fue evaluar el ensamble de aves asociado a los bosques de *P. pacensis* y confirmar la presencia de especies especialistas de hábitat.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** Los bosques de *P. pacensis* son pequeños y fragmentados, y se distribuyen en zonas de pendiente relativamente marcada, entre los 3200 a 3800 m s.n.m., generalmente en quebradas y zonas rocosas relativamente húmedas y de difícil acceso (Domic et al. 2015). El estudio se realizó en cuatro fragmentos de bosque de *Polylepis pacensis* ubicados en las faldas del nevado Illimani, entre 3450 y 3780 m s.n.m., al suroeste de la ciudad de La Paz, Bolivia (A, B, C, D en la Figura 1). El fragmento A se encuentra cerca de la localidad Japhi (16°40'59"S, 67°50'49"W), el fragmento B a 3 km de la comunidad Cohoni (16°42'52"S, 67°48'29"W), el C cerca de

Mina Urania (16°41'51"S, 67°46'46"W) y el fragmento D a 1,5 km de la comunidad Cayimbaya (16°42'11"S, 67°44'54"W). La vegetación del área es típica del piso altimontano puneño (Navarro et al. 2010). La vegetación natural se encuentra muy fragmentada por cultivos agrícolas, distinguiéndose diferentes formaciones de vegetación como matorrales abiertos y pajonales con arbustos dispersos (*Baccharis* spp.) (Beck et al. 2015).

**Métodos.** Se realizó la evaluación de la avifauna por el método de conteo de puntos con un radio fijo de 50 m. Los censos se llevaron a cabo entre las 7:00 y 10:00 y las 15:30 y 18:30 h., en noviembre del 2014, que corresponde al inicio de la época húmeda. En cada fragmento, se establecieron tres a cuatro puntos de conteo separados por 200 m entre sí. El censo duró 15 minutos en cada punto y fue repetido tres veces durante dos días consecutivos. En total se realizaron 39 visitas a 13 puntos de conteo de cuatro fragmentos de *P. pacensis*. La observación se realizó utilizando binoculares de 10x40, y en cada observación se registraron los siguientes datos: identidad de la especie, número de individuos por

**Tabla 1.** Lista de especies de aves registradas en los cuatro fragmentos de bosque de *Polylepis pacensis* en La Paz, Bolivia. Abreviaciones: Gremio trófico: G = granívoro, I = insectívoro, N = nectarívoro, F = frugívoro, O = omnívoro. Especialista de hábitat: FE = fuertemente especializado a *Polylepis* spp. Categoría de amenaza: NT = Casi Amenazado. Taxonomía según el Comité de Clasificación Sudamericano (SACC) (Remsen et al. 2018).

Especie	Bosque A	Bosque B	Bosque C	Bosque D	Gremio	Especialista de hábitat	Amenaza / Endémico
<i>Patagioenas maculosa</i>	x	x			G		
<i>Colibri coruscans</i>	x				N		
<i>Metallura tyrianthina</i>				x	N		
<i>Aglaeactis pamela</i>		x	x	x	N		Endémico
<i>Pterophanes cyanopterus</i>			x	x	N		
<i>Patagona gigas</i>				x	N		
<i>Psilopsiagon aymara</i>		x		x	G		
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>		x	x		I		
<i>Cinclodes albiventris</i>	x	x	x	x	I		
<i>Leptasthenura fuliginiceps</i>			x		I		
<i>Leptasthenura yanacensis</i>	x	x	x	x	I	FE	NT
<i>Phacellodomus striaticeps</i>		x		x	I		
<i>Asthenes dorbignyi</i>	x	x			I		
<i>Mecocerculus leucophrys</i>		x	x	x	I		
<i>Anairetes parulus</i>	x	x	x	x	I		
<i>Knipolegus aterrimus</i>				x	I		
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	x	x	x	x	I		
<i>Ampelion rubrocristatus</i>				x	F		
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>				x	I		
<i>Troglodytes aedon</i>	x		x	x	I		
<i>Turdus chiguanco</i>	x		x	x	O		
<i>Thlypopsis ruficeps</i>				x	I		
<i>Conirostrum cinereum</i>	x		x		I		
<i>Conirostrum binghami</i>	x	x	x	x	I	FE	NT
<i>Diglossa carbonaria</i>	x	x	x	x	N		Endémico
<i>Phrygilus fruticeti</i>		x			G		
<i>Sicalis olivascens</i>			x		G		
<i>Saltator aurantiirostris</i>	x	x	x	x	O		
<i>Catamenia inornata</i>	x		x		G		
<i>Zonotrichia capensis</i>	x	x	x	x	G		
<i>Spinus atratus</i>	x	x	x		G		

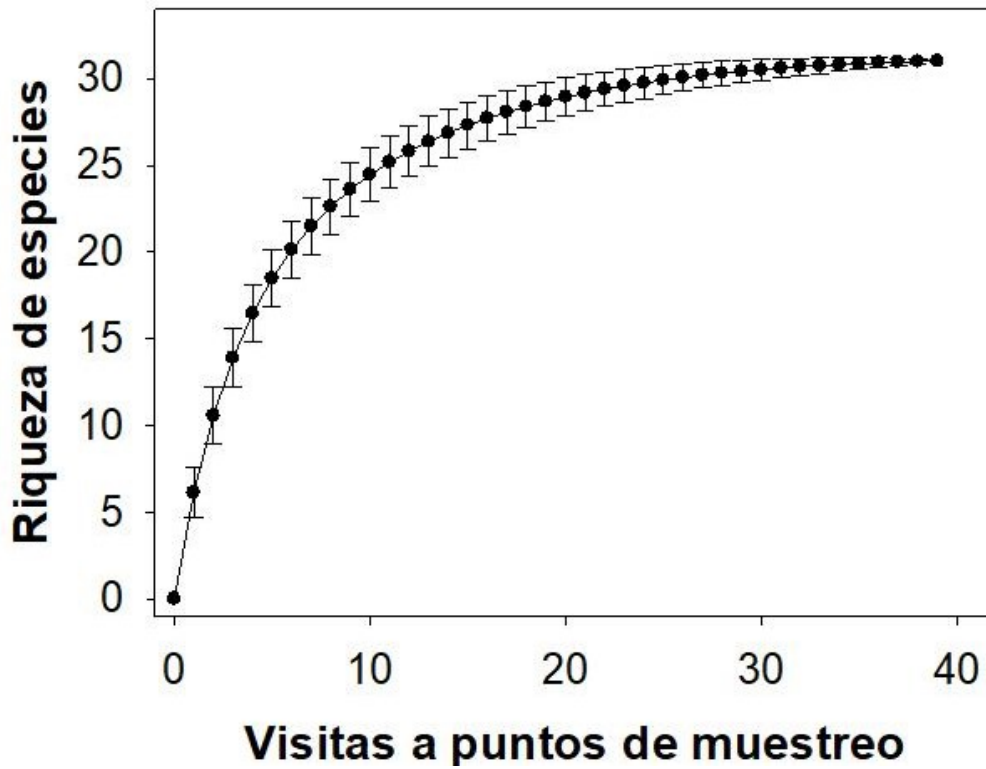
especie y hora de la observación. Para el análisis de los resultados no se consideraron las observaciones correspondientes a sobrevuelo o vocalización.

**Análisis estadístico.** Para revisar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la avifauna, se elaboró la curva de rarefacción utilizando cada visita a los puntos de conteo como la unidad del eje x. Además, se calculó el índice de Chao como el estimador de la riqueza de especies. La abundancia y la riqueza de especies de cada fragmento fueron comparadas por la prueba de Kruskal-Wallis utilizando la observación en cada punto de conteo como réplica. Se comparó la composición de aves de cada fragmento de bosque con el índice de similitud de Jaccard y Morisita-Horn y con el análisis de similitudes (ANOSIM). Todos los análisis fueron

realizados con el programa R versión 3.4.2 (R Core Team 2017) utilizando el paquete vegan (Oksanen et al. 2017) para el cálculo de los índices de diversidad y de similitud, y ANOSIM.

**RESULTADOS & DISCUSION**

Durante el estudio se registraron 412 individuos de 31 especies, pertenecientes a 4 órdenes y 12 familias (Tabla 1). Las familias Thraupidae, Furnariidae y Trochilidae fueron las de mayor riqueza con ocho, seis y cinco especies, respectivamente. La curva de rarefacción mostró que el número de especies registrado llegó a la asíntota, y la riqueza de especies estimada por el índice de Chao fue similar a la riqueza de especies observada (Chao = 31,1, la observada = 31) (Figura



**Figura 2.** Curva de rarefacción de las 39 visitas realizadas en los cuatro fragmentos de *Polylepis pacensis*. Las barras de error muestran la desviación estándar de la riqueza de especies.

2). No se observó diferencias significativas en la riqueza de especies ni en la abundancia entre los cuatro fragmentos de *Polylepis pacensis* (Riqueza de especies entre 16 y 21 por fragmento,  $\chi^2_3 = 1,84$ ,  $P = 0,61$ ; Abundancia entre 79 y 140 individuos por fragmento,  $\chi^2_3 = 5,16$ ,  $P = 0,16$ ). La composición de los ensamblajes varió entre los cuatro fragmentos, el índice de Jaccard varió entre 0,23 y 0,48 y fue estadísticamente significativo (ANOSIM:  $R = 0,241$ ) al igual que el índice de Morisita-Horn que varió entre 0,39 y 0,71 (ANOSIM:  $R = 0,243$ ,  $P = 0,001$ ). Se encontraron solo ocho especies en común entre los cuatro fragmentos: Remolinera Común Meridional (*Cincludes albiventris*), Tijeral de Yánac (*Leptasthenura yanacensis*), Cachudito Piquinegro (*Anairetes parulus*), Pitajo Gris (*Ochthoeca leucophrys*), Conirrostro Gigante (*Conirostrum binghami*), Pinchaflor Carbonero (*Diglossa carbonaria*), Pepitero Piquigualdo (*Saltator aurantirostris*) y Chingolo Común (*Zonotrichia capensis*). Con relación al gremio trófico, las aves insectívoras presentaron el mayor número de especies (48%), seguidas por las granívoras (23%) y las nectarívoras (19%) (Tabla 1).

Los bosques de *Polylepis pacensis* contribuyen al mantenimiento de una avifauna particular ya que albergan poblaciones de dos especies consideradas fuertemente especializadas a bosques de *Polylepis* spp., *Leptasthenura yanacensis* y *Conirostrum binghami*. Ambas especies son insectívoras y están consideradas “Casi Amenazadas” (NT) a nivel global por la destrucción y fragmentación de los bosques de *Polylepis* (IUCN 2018). También resalta la presencia de dos especies endémicas: el Colibrí Negro (*Aglaeactis pamela*) y *Diglossa carbonaria*, ambas especies nectarívoras, que visitan las flores de hierbas y arbustos en estos bosques.

Las 31 especies de aves observadas utilizan los bosques de *Polylepis pacensis* como zonas de refugio, des-

canso y forrajeo. El número de especies registradas en *P. pacensis*, concuerda con los reportados por otros autores que evaluaron la avifauna en bosques de *Polylepis*. Por ejemplo, se reportaron entre 30 y 35 especies en un bosque de *Polylepis besseri* (Herzog et al. 2002, 2003), 23 especies en bosques de *P. rugulosa*, 20 especies en bosques de *P. tarapacana* (Cofré 2007) y entre 17 a 30 especies de aves en bosques de *P. besseri* y *P. subsericans* (Servat et al. 2002).

Fjeldså (1993) sugiere que el número de especies de aves especialistas presentes en bosques de *Polylepis* está principalmente relacionado con la calidad del bosque que con el área del bosque. Los bosques con pocas especies especialistas suelen tener poca diversidad de hábitats o una reducida cobertura vegetal. El área de los fragmentos evaluados de *P. pacensis* varió entre 7 a 12 ha, y la densidad de *Polylepis* fue muy baja, registrándose en promedio 0,67 individuos/100 m<sup>2</sup> (datos no publicados). A pesar de que estos fragmentos son pequeños y se encuentran degradados, todavía constituyen un hábitat importante para varias especies de aves especialistas de *Polylepis*, endémicas y amenazadas.

Los bosques de las diferentes especies de *Polylepis* mantienen un ensamblaje de aves particular con pocas especies compartidas entre ellos. Comparamos la composición de los ensamblajes de aves de los bosques de *Polylepis pepeii*, *P. incarum* y *P. pacensis* en el departamento de La Paz y cada bosque mantiene ensamblajes de aves diferentes tanto en riqueza como en composición de especies (en prep.). El ensamblaje de aves de *P. pacensis* está compuesto tanto de especies especializadas a bosques de *Polylepis*, como de especies propias del piso altimontano puneño que los rodea. El ensamblaje de aves de *P. pacensis* incluye principalmente especies insectívoras, e.g., Espinero Andino (*Phacellodomus striaticeps*), Piojito Gargantilla

(*Mecocerculus leucophrys*), así como especies granívoras, e.g., Catita Aimará (*Psilopsiagon aymara*), Jilguero Negro (*Spinus atratus*) y nectarívoras, e.g., Metalura Tiria (*Metallura tyrianthina*), *Aglaeactis pamela* y *Diglossa carbonaria*. La dominancia de las aves insectívoras coincide también con lo reportado en el bosque de *P. besseri* (Herzog et al. 2003). La disponibilidad de los recursos alimenticios es un factor que afecta a la composición de la comunidad, y los insectos son parte importante de los bosques de *Polylepis* ya que juegan un rol clave como recurso alimenticio no solo de las aves sino también de mamíferos y reptiles (Gareca et al. 2010).

Actualmente los bosques de *P. pacensis* son pequeños y están ubicados en áreas de difícil acceso, especialmente en quebradas y laderas montañosas escarpadas debido a la habilitación de los bosques para la agricultura, quema para habilitar el suelo para cultivos y promover la regeneración de pastos para el ganado, extracción de leña y apertura de caminos (Domic et al. 2015). A pesar de la fragmentación de estos bosques y de su área reducida, todavía constituyen un hábitat importante para dos especies de aves especialistas de *Polylepis*, que están amenazadas y dos especies endémicas. No obstante, si la degradación de estos bosques continúa, podría afectar a la avifauna. El presente trabajo contribuye con información básica sobre la avifauna de estos bosques endémicos y poco conocidos. Es crucial continuar con estudios más detallados e implementar programas de conservación y restauración de estos bosques, que involucren la participación activa de las comunidades locales, investigadores y autoridades.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de Rosa Isela Meneses y Adriana Rico por el apoyo administrativo. A Kazuya Naoki, Cecilia López, Cecilia Vega, Juan Carlos Bermejo, Viviana Urrelo, Julieta Acho, Sebastián Moscoso y Laura Moya quienes nos apoyaron logísticamente en diversas etapas del proyecto. A las comunidades Cohoni y Cayimbaya por permitirnos trabajar en el lugar. El estudio fue financiado por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional (ASDI) en convenio con la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).

## REFERENCIAS

- Arrázola, S & I Coronado (2012) *Polylepis pacensis* Pilger. Pp 338–339 en Ministerio de Medio Ambiente y Agua. *Libro rojo de la flora amenazada de Bolivia. Volumen I. Zona Andina*. MMAyA, La Paz, Bolivia.
- Beck, SG, E García, LN Thompson-Baldiviezo, RI Meneses, F Zenteno, RP López & A Fuentes (2015) Paisajes, eco-regiones y vegetación. Pp 113–158 en Moya, MI, RI Meneses & J Sarmiento (eds). *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia.
- IUCN (2018) *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2018-1. Available at [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) [Accessed 4 August 2018].
- Cofré, HL (2007) Avifauna asociada a los bosques de Queñoa (*Polylepis* spp.) del norte de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 13: 56–60.
- Domic, AI, MI Gómez, R Hurtado, AN Palabral-Aquilera, M Liberman & A Rico (2015) Los bosques de queñoa (*Polylepis pacensis*) del valle de La Paz. Pp 206–210 en Moya, MI, RI Meneses & J Sarmiento (eds). *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia.
- Fjeldså, J (1993) The avifauna of the *Polylepis* woodlands of the Andean highlands: the efficiency of basing conservation priorities on patterns of endemism. *Bird Conservation International* 3: 37–55.
- Fjeldså, J & M Kessler (1996) *Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia. A contribution to sustainable natural resource management in the Andes*. NORDECO, Copenhagen, Denmark.
- Gareca, EE, M Hermy, J Fjeldså & O Honnay (2010) *Polylepis* woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodiversity and Conservation* 19: 3327–3346.
- Herzog, SK, R Soria, A Troncoso & E Matthyssen (2002) Composition and structure of avian mixed species flocks in a high-Andean *Polylepis* forest in Bolivia. *Ecotropica* 8: 133–143.
- Herzog, SK, R Soria & E Matthyssen (2003) Seasonal variation in avian community composition in a high-Andean *Polylepis* (Rosaceae) forest fragment. *The Wilson Bulletin* 115: 438–447.
- Kessler, M (1995) Present and potential distribution of *Polylepis* (Rosaceae) forests in Bolivia. Pp 281–294 en Churchill, SP, H Balslev, E Forero & JL Luteyn (eds). *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden, New York, USA.
- Kessler, M & AN Schmidt-Lebuhn (2006) Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Organisms, Diversity and Evolution* 6: 67–69.
- Kessler, M (2006) Bosques de *Polylepis*. Pp 110–120 en Moraes, M, B Øllgaard, LP Kvist, F Borchsenius & H Balslev (eds). *Botánica económica de los Andes Centrales*. Univ. Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Navarro, G, JA Molina & N De la Barra (2005) Classification of the high-Andean *Polylepis* forests in Bolivia. *Plant Ecology* 176: 113–130.
- Navarro, G, S Arrázola, JA Balderrama, W Ferreira, N De la Barra, C Antezana, I Gómez & M Mercado (2010) Diagnóstico del estado de conservación y caracterización de los bosques de *Polylepis* en Bolivia y su avifauna. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación del Medio Ambiente* 28: 1–35.
- Oksanen, J, FG Blanchet, M Friendly, R Kindt, P Legendre, D McGlenn, PR Minchin, RB O'Hara, GL Simpson, P Solymos, MHH Stevens, E Szoecs & H Wagner (2017) *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-4. Available at <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Purcell, J & A Brelsford (2004) Reassessing the causes of decline of *Polylepis*, a tropical subalpine forest. *Ecotropica* 10: 155–158.
- R Core Team (2017) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at <https://www.R-project.org>.
- Remsen, J V Jr, JI Areta, CD Cadena, S Claramunt, A Jaramillo, JF Pacheco, J Pérez-Eman, MB Robbins, FG Stiles, DF Stotz & KJ Zimmer (2018) *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Union. Version 26 July 2018. Available at <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>.
- Servat, G, W Mendoza & JA Ochoa (2002) Flora y fauna de cuatro bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en la Cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada* 1: 25–35.

