

# Primera lista anotada de aves de los bosques de *Polylepis tarapacana* Phil. 1891 de la cuenca Maure, sur del Perú (Tacna), con notas sobre nuevos rangos de distribución

First annotated list of birds from the forest of *Polylepis tarapacana* Phil. 1891 of Maure Basin, South Peru (Tacna), with notes on new ranges

<sup>1,a</sup>Pablo Franco

<sup>2,b</sup>Javier Ignacio

<sup>3,c</sup>César Jove

<sup>4,d</sup>Marco Navarro

<sup>1,e</sup>Liduvina Sulca

## ARTÍCULO ORIGINAL

<sup>1</sup>Universidad Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ciencias. Tacna, Perú.

<sup>2</sup>Universidad Jorge Basadre Grohmann. Herbario Takana (TKA). Tacna, Perú.

<sup>3</sup>Universidad Jorge Basadre Grohmann. Herbario Takana (TKA). Tacna, Perú.

\* Autor para Correspondencia: C. Jove (cesarjove@gmail.com)

<sup>4</sup>Gobierno Regional de Tacna, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Tacna, Perú.

<sup>a</sup>ORCID: 0000-0002-6367-3515

<sup>b</sup>ORCID: 0000-0001-6089-8957

<sup>c</sup>ORCID: 0000-0003-0264-7767

<sup>d</sup>ORCID: 0000-0003-0516-5990

<sup>e</sup>ORCID: 0000-0003-2573-8426

**Palabras clave:** Aislamiento, bosques andinos, ensamblaje de aves, riqueza, tamaño de los parches.

**Keywords:** Isolation, Andean forests, bird assemblage, richness, patches size.

## Información adicional

**Presentado:** 21/10/2020

**Aprobado:** 27/12/2020

## RESUMEN

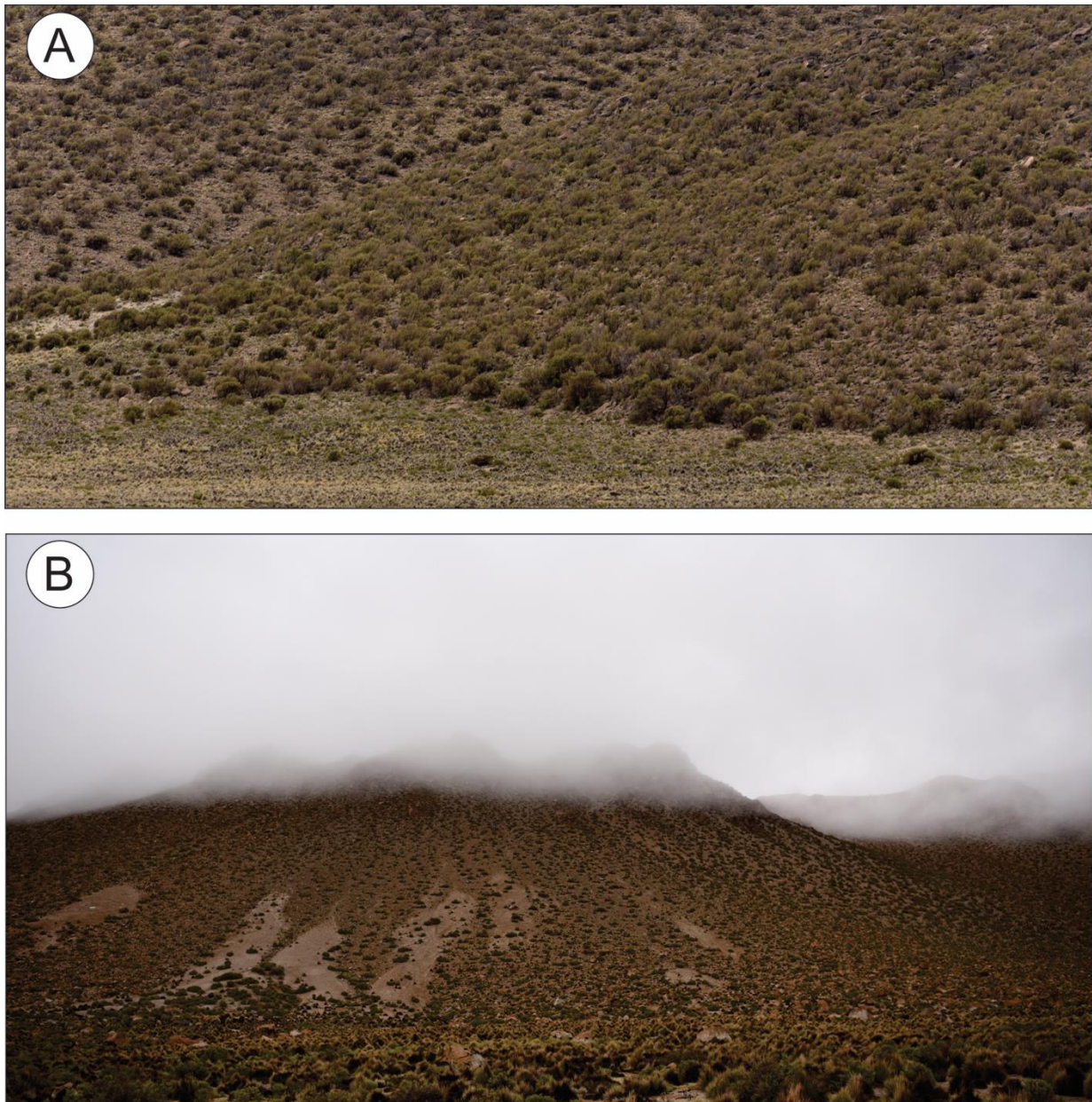
Reportamos una lista preliminar de aves que habitan en los bosques de *Polylepis tarapacana* Phil. 1891, cubriendo un rango altitudinal que varía entre los 4 200 y 5 200 m s. n. m. en la cuenca Maure, región Tacna (sur del Perú). En base a una estrategia muestral de puntos de conteo desarrollados en la época seca del año 2019 (junio a agosto) en cuatro sectores de bosque ubicados en Paucarani, Purupuruni, Jucure y Alto Perú, se encontraron en total 28 especies pertenecientes a 10 familias y 21 géneros. Por primera vez, dos especies migratorias del género *Muscisaxicola* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837) son formalmente reportadas para la región Tacna: *M. capistratus* (Burmeister, 1860) y *M. frontalis* (Burmeister, 1860). Un análisis de acumulación se desarrolló para evaluar la suficiencia del esfuerzo muestral, resultando en un registro total de aproximadamente 51.8 % de la riqueza potencial de aves (54 especies) presentes en estos bosques.

## ABSTRACT

We report a preliminary list of bird species inhabiting *Polylepis tarapacana* Phil. 1891 forests, covering the altitudinal range from 4200 to 5200 m a.s.l. in the Maure Basin, Tacna Region, southern Peru. Based on a count points survey performed during the dry season of 2019 (June to August) in four forest stands (Paucarani, Purupuruni, Jucure and Alto Peru) we found a total of 28 species belonging to 10 families and 21 genera. For the first time, two migratory species of *Muscisaxicola* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837) were formally recorded for Tacna Region: *M. capistratus* (Burmeister, 1860) and *M. frontalis* (Burmeister, 1860). An accumulation curve analysis was performed to evaluate the sufficiency of our sampling effort, resulting in a total register of around 51.8% of the potential bird richness (54 species) on those forests.

## INTRODUCCIÓN

Por encima de los 3 800 m s. n. m. en los Andes Centrales semiáridos de Perú, Bolivia y Chile, *Polylepis* (Ruiz & Pav.) (Rosaceae) es el único género de árboles que forma bosques relativamente densos (Zutta & Rundel, 2017). La provisión de hábitat para especies nativas, el incremento de la infiltración de agua, el enriquecimiento de los suelos y la captura de CO<sub>2</sub> son algunos de los servicios ecosistémicos más importantes que proveen estos bosques (Sevillano-Ríos & Rodewald 2017; Camel *et al.*, 2019). *Polylepis tarapacana* Phil. 1891 es la especie más conspicua de este género en el sector altiplánico de la región Tacna, la unidad administrativa ubicada más al sur en el Perú. El rango altitudinal de distribución para *P. tarapacana* varía entre 4 200 hasta más de 5 000 m s. n. m., en una región climáticamente muy variable (Garreaud *et al.*, 2003; Valdivia *et al.*, 2013). Usualmente, los bosques de *Polylepis* presentan baja densidad y una distribución espacial naturalmente fragmentada (Gareca *et al.*, 2010, 2013; Toivonen *et al.*, 2017). Por su tamaño (árboles pequeños de porte arbustivo) y las duras condiciones ambientales del ecosistema en el que se desarrolla, *P. tarapacana* presenta la menor densidad forestal entre los bosques conformados por especies del género *Polylepis* (Morales *et al.*, 2012; Zutta & Rundel, 2017) (Figura 1A, 1B). Debido a los riesgos asociados al cambio climático en los Andes tropicales (Arnillas *et al.*, 2017; Vuille *et al.*, 2018), los usos humanos directos e indirectos (Purcell *et al.*, 2004; Raudaskoski, 2014) y adaptaciones específicas que reducen su dispersión potencial (Gareca *et al.*, 2013), los bosques de *Polylepis* se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo (Kessler & Schmidt-Lebuhn, 2006; Camel *et al.*, 2019). La reducción de los bosques de *Polylepis* en los altos Andes puede representar la afectación concomitante de numerosas especies que utilizan este espacio como hábitat o fuente de provisión de recursos (Ridbäck, 2008; Gareca *et al.*, 2010; Sevillano-Ríos & Rodewald, 2017; Ojala-Barbour *et al.*, 2019).



**Figura 1.** Dos ejemplos de bosques de *Polylepis tarapacana*, región Tacna. A: Cerro Jucure, B: Cerro Purupuruni.

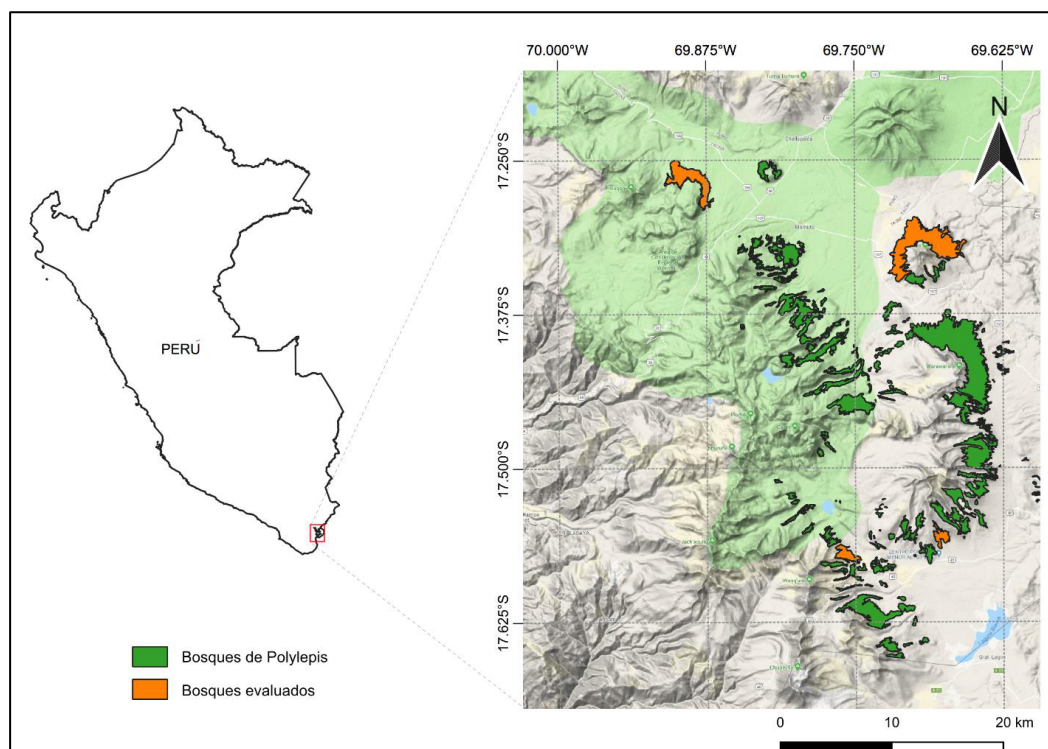
El uso de vertebrados como indicadores de integridad ecológica es un proceso complejo que presenta muchos vacíos. Debido a limitaciones críticas relacionadas con la riqueza, complejidad funcional y representatividad, se debe tomar una serie de precauciones para la selección de un grupo particular de especies como potenciales indicadores de la condición del ecosistema (Rapport *et al.*, 1998; Carignan & Villard, 2002). Algunas de las limitaciones de los vertebrados como bioindicadores apropiados para ecosistemas terrestres tienen que ver con su relativa escasez y baja riqueza (comparados con otros grupos, como insectos, o plantas), y su alta especialización (Hilty & Merenlender, 2000; Dale & Beyeler, 2001). Tomando en cuenta todas estas limitaciones, la comunidad de aves constituye una de los grupos de vertebrados más óptimos para su utilización como indicadores biológicos que ayuden a interpretar (en base a su abundancia, riqueza y complejidad) el estado de integridad o conservación en ecosistemas terrestres (Canterbury *et al.*, 2000; Smits & Fernie, 2013). En el caso de los bosques de *Polylepis*, estas características se hacen evidentes: el ensamble de aves es un usuario importante de estos bosques, las condiciones microclimáticas y los recursos que provee, ayudan al establecimiento de una comunidad relativamente rica

con un nivel de heterogeneidad funcional media a alta (Gareca *et al.*, 2010; Sevillano-Ríos & Rodewald, 2017).

Los bosques de *Polylepis tarapacana* en el sur del Perú son escasamente conocidos, solo se conoce alguna revisión general sobre la distribución del género *Polylepis* en todo el territorio nacional (Mendoza & Cano, 2011), pero muy poco específico con respecto a características a nivel local o regional, excepto algunos trabajos muy específicos relacionadas con campañas dirigidas desde alguna institución estatal o inventarios y líneas base (Salinas, 2007). Este trabajo es parte de un programa de investigación en ecología, distribución y estructura de los bosques de *Polylepis tarapacana* en la región Tacna. El objetivo principal de este artículo consiste en presentar una lista anotada preliminar de aves que usan los bosques de *P. tarapacana*, dentro y en los límites del Área de Conservación Regional Vilacota – Maure (la primera unidad de conservación ubicada en el Altiplano de la región Tacna). Como parte de nuestros hallazgos, se reporta formalmente a la región Tacna como nuevo territorio de distribución para tres especies migratorias del género *Muscisaxicola* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de Estudio



**Figura 2.** Sitios de estudio y cobertura total de bosques de *Polylepis tarapacana* en la región Tacna

Este trabajo evaluó la comunidad de aves en cuatro parches de bosques de *P. tarapacana* con diferente extensión y diferentes niveles de influencia humana (Figura 2, Tabla 1), en los altos Andes de la cuenca Maure, región Tacna, Perú. Estos bosques se sitúan en el borde oeste del Altiplano, corresponden a las laderas orientales de la cordillera Occidental, también conocida como cordillera del Barroso (Moon, 1939; Sevillano-Ríos *et al.*, 2018). El clima del Altiplano muestra una marcada variabilidad en función al espacio y la estacionalidad: la cantidad de precipitación decrece aceleradamente en la dirección NE-SO y la mayor parte se concentra en los meses de verano (diciembre - abril, Garreaud *et al.*, 2003). Estas características hacen que nuestra área de estudio constituya un sector con niveles de precipitación media (400 a 500 mm/año, Rau *et al.*, 2017).

**Tabla 1**

Tamaño de parche y cercanía a poblados de los cuatro bosques de *Polylepis tarapacana* estudiados

Código	Nombre del Lugar	Tamaño del Parche (ha)	Poblado más cercano	Distancia al poblado (Km)
BQ1	Paucarani	172.45	Ancochaullane	0.60
BQ2	Purupuruni	591.02	Kovire	3.65
BQ3	Jucure	1343.80	Kallapuma	1.97
BQ4	Alto Peru	145.86	Alto Perú	1.74

### Registro de datos

Para el registro de aves, en cada parche de bosque evaluado se utilizaron al menos cinco transectas de diez (10) puntos de conteo fijos con 25 metros de radio en cada uno, de los cuales se registraron todas las aves observadas u oídas (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1995; Volpato *et al.*, 2009). Cada transecta cubre, al menos, 1.0 Km (en algunos casos esta distancia puede ser mayor, dependiendo de ciertas características topográficas) permitiendo que los puntos de conteo se distancien siempre más de 100 m. Cada punto de conteo se evaluó por 20 minutos en la mañana y en la tarde, entre 06:00 a 08:00 y 16:00 a 17:00 horas, y cada sitio fue muestreado durante tres días en la época seca del año 2019 (junio - agosto). El conteo fue desarrollado por un equipo de cuatro evaluadores, con sus respectivos asistentes. El inicio y la dirección de cada transecta se estableció aleatoriamente usando una serie grillada y numerada de puntos geográficos en el espacio que cubre cada parche seleccionado para el estudio (Q GIS Development Team, 2019). Cuando alguna de las transectas no fue accesible, se reemplazó por una ubicación cercana y accesible con características similares en densidad y estructura del bosque. El procedimiento de muestreo se complementó con un registro fotográfico de todas las especies presentes en el área, para lo que se utilizó el equipo apropiado (Nikon D 750, Nikkor 200-500mm 5.6 Lens).

La clasificación taxonómica sigue los lineamientos recomendados por el South American Classification Committee (SACC Versión, 2020; Remsen *et al.*, 2020). Para los nombres comunes se utilizó la base de datos Perú Aves (<https://www.peruaves.org>, Begazo (ed.), 2020).

### Análisis de datos

Para evaluar la consistencia del muestreo, desarrollamos un análisis de clúster comparando la composición de la comunidad entre los cuatro parches de bosque evaluados. Adicionalmente, una curva de acumulación (especies-esfuerzo) se desarrolló para evaluar la suficiencia del muestreo. Todos estos análisis se desarrollaron usando R 3.6.1 (R Core Group, 2020).

### RESULTADOS

Se registraron en total 28 especies de aves pertenecientes a 10 familias y 21 géneros (Tabla 2). La familia con la mayor riqueza de especies fue Tyrannidae, con siete (7) especies en solo dos géneros: *Muscisaxicola* (6 spp., incluyendo los dos nuevos registros para la región) y *Ochthoeca* (1 sp.). Las familias Furnariidae y Thraupidae tienen seis especies cada una, y las otras siete familias (Tinamidae, Columbidae, Thinocoridae, Accipitridae, Picidae, Falconidae and Fringillidae) están representadas por solo una o dos especies. Estos registros son relativamente altos (28 spp.) comparados con el único trabajo previo formalmente publicado

para el conocimiento de los autores, donde se reportan solo 10 spp. en bosques de *Polylepis* en la vertiente oriental de Tacna (Salinas, 2007).

**Tabla 2**

*Lista de especies, categorías según IUCN y presencia por bosque evaluado*

Familia/Especies	IUCN	Paucarani	Purupuruni	Jucure	Alto Perú
<b>Tinamidae</b>					
<i>Nothoprocta ornata</i> (Gray, 1867)	LC		x		
<i>Tinamotis pentlandii</i> (Vigors, 1837)	LC	x			x
<b>Columbidae</b>					
<i>Patagioenas maculosa</i> (Temminck, 1813)	LC		x		x
<b>Thinocoridae</b>					
<i>Thinocorus orbignyianus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire & Lesson, 1831)	LC			x	
<b>Accipitridae</b>					
<i>Geranoaetus polyosoma</i> (Quoy & Gaimard 1824)	LC			x	x
<b>Familia Picidae</b>					
<i>Colaptes rupicola</i> (d'Orbigny, 1840)	LC	x		x	x
<b>Falconidae</b>					
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	LC				x
<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (Meyen, 1834)	LC		x		
<b>Furnariidae</b>					
<i>Geositta cunicularia</i> (Vieillot, 1816)	LC		x		
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i> (Meyen, 1834)	LC		x		
<i>Cinclodes albiventris</i> (Philippi & Landbeck, 1861)	LC	x			
<i>Cinclodes atacamensis</i> (Philippi (Krumwiede), 1857)	LC	x			x
<i>Leptasthenura striata</i> (Philippi & Landbeck, 1863)	LC	x			
<i>Asthenes dorbignyi</i> (Reichenbach, 1853)	LC		x	x	
<b>Tyrannidae</b>					
<i>Muscisaxicola cinereus</i> (Philippi & Landbeck, 1864)	LC	x			
<i>Muscisaxicola capistratus</i> (Burmeister, 1860)	LC				x
<i>Muscisaxicola frontalis</i> (Burmeister, 1860)	LC				x
<i>Muscisaxicola juninensis</i> (Taczanowski, 1884)	LC	x			
<i>Muscisaxicola maculirostris</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC	x			
<i>Muscisaxicola rufivertex</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC		x		x
<i>Ochthoeca oenanthoides</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	LC		x		
<b>Thraupidae</b>					
<i>Conirostrum binghami</i> (Chapman, 1919)	NT			x	x
<i>Phrygilus atriceps</i> (Lafresnaye & d'Orbigny, 1837)	LC	x		x	x
<i>Rhopospina fruticeti</i> (Kittlitz, 1833)	LC				x
<i>Geospizopsis plebejus</i> (Tschudi, 1844)	LC	x			

Familia/Especies	IUCN	Paucarani	Purupuruni	Jucure	Alto Perú
<i>Geospizopsis plebejus</i> (Tschudi, 1844)					
<i>Geospizopsis unicolor</i> (Lafresnaye & D'Orbigny, 1837)	LC				x
<i>Sicalis uropygialis</i> (Lafresnaye & D'Orbigny, 1837)	LC				x
<b>Fringillidae</b>					
<i>Spinus magellanicus</i> (Vieillot, 1805)	LC	x			

### Familia Tinamidae (Gray, 1840)

*Nothoprocta ornata* (Gray, 1867)

Figura 3A

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque de Purupuruni (17°15'42" S, 69°52'33" O; 4468 m s. n. m.). Todos los especímenes se registraron moviéndose entre el bosque y arbustales de tola cercanos (*Parastrephia* spp.).

Identificación: se identificó a la Perdiz Ornada por tener el cuello y lados de la cabeza moteados, y el pecho gris (Schulenberg *et al.* 2010). La Perdiz Ornada se encuentra usualmente entre los 3 300 a 4 400 m s. n. m., en pajonales, arbustales (tolares) y bosques de *Polylepis* (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Tinamotis pentlandii* (Vigors, 1837)

Figura 3B

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, dentro del bosque de *Polylepis* en el cerro Ancochaullane (bosque de Paucarani, 17°34'19" S, 69°44'54" O; 4536 m s. n. m.) y en el bosque del sector Alto Perú (17°34'54" S, 69°40'53" O; 4377 m s. n. m.).

Identificación: la Perdiz de Puna es fácilmente reconocible por la cabeza y el cuello con amplias vetas blancas y negras y el muslo castaño y vetado (Schulenberg *et al.*, 2010; Begazo (ed.), 2020).

### Familia Columbidae (Leach, 1820)

*Patagioenas maculosa* (Temmink, 1813)

Figura 3C

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque de Purupuruni (17°15'28" S, 69°52'59" O; 4482 m s. n. m.) y Perú, Región Tacna, Provincia de Tacna, bosque de Alto Perú (17°34'23" S, 69°41'8" O; 4417 msnm).

Identificación: la Paloma de Ala Moteada se distingue por su coloración gris con las alas oscuras y con una banda blanca (Begazo (ed.), 2020). Esta especie puede usar un amplio rango de habitats incluyendo pajonales, bofedales, arbustales (tolares), bosques y áreas urbanas (como los caseríos de Kallapuma y Alto Perú donde también las hemos registrado) (Schulenberg *et al.*, 2010). De acuerdo a Vizcarra (2013), esta especie está presente en Tacna en valle interandinos entre los 850 a 3 240 m s. n. m.

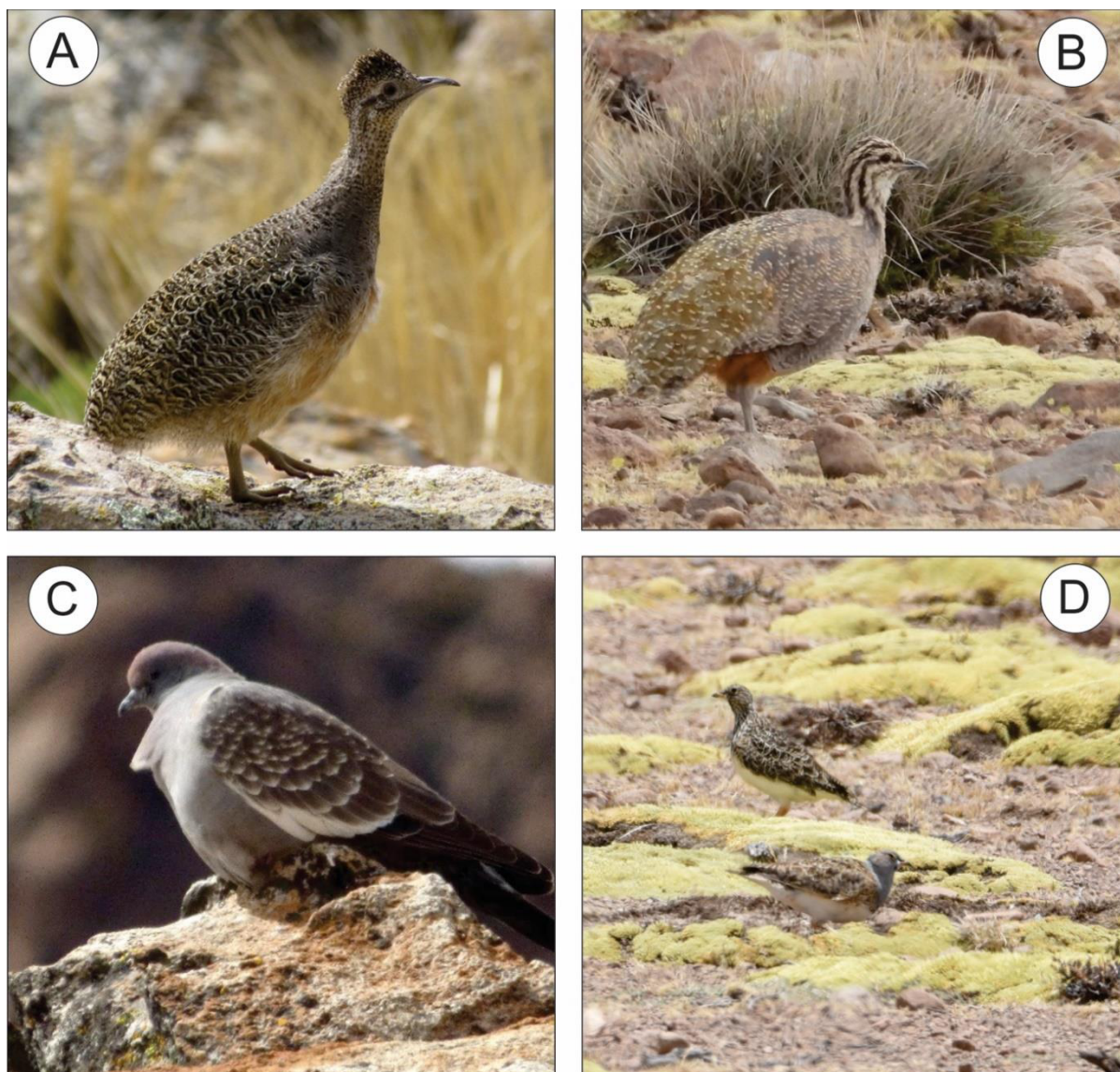
### Familia Thinocoridae (Gray, 1845)

*Thinocorus orbignyianus* (Geoffroy Saint-Hilaire & Lesson, 1831)

Figura 3D

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del Cerro Jucure (17°18'10" S, 69°43'21" O; 4278 m s. n. m.).

Identificación: la Agachona de Pecho Gris presenta dimorfismo sexual, el macho adulto se puede identificar por el pico amarillo y punta negra, la garganta, cuello y pecho gris. La hembra presenta una coloración parduzca con estrías oscuras (Schulenberg *et al.*, 2010).



**Figura 3.** Especies registradas. Familia Tinamidae: 3A *Nothoprocta ornata* (Gray, 1867), 3B *Tinamotis pentlandii* (Vigors, 1837). Familia Columbidae: 3C *Patagioenas maculosa* (Temminck, 1813). Familia Thinocoridae: 3D *Thinocorus orbignyianus* (Geoffroy Saint-Hilaire & Lesson, 1831).

### Familia Accipitridae (Vieillot, 1816)

*Geranoaetus polyosoma* (Quoy & Gaimard, 1824).

Figuras 4A, 4B

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del Cerro Jucure (17°20'31" S, 69°43'14" O; 4366 m s. n. m.) y Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del sector Alto Perú (17°34'09" S, 69°40'39" O; 4348 m s. n. m.). En julio del año 2019, dos especímenes de las formas clara y oscura fueron observados volando sobre el poblado de Alto Perú. La forma oscura es poco común en los Andes, el individuo observado presentaba la garganta, pecho y abdomen blancos.

Identificación: El Aguilucho Variable es un ave de presa distribuida en el territorio peruano desde la costa hasta los Andes, llegándose a observar por encima de los 4 600 m s. n. m. (Schulenberg *et al.*, 2010). La especie presenta plumajes muy variables, aunque en los altos Andes es dominante el típico plumaje gris y blanco, aunque puede haber otras combinaciones. Sin embargo, la característica común es que las aves adultas tienen una cola blanca o gris claro con una banda terminal negra.



### **Familia Picidae (Vigors, 1825)**

*Colaptes rupicola* (d'Orbigny, 1840)

Figura 4C

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, cerro Ancochaullane (bosque de Paucarani, 17°34'53" S, 69°44'36" O; 4582 m s. n. m.), bosque del sector Alto Perú (17°34'09" S, 69°41'10" O; 4453 m s. n. m.), y Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Jucure (17°20'24" S, 69°43'01" O, 4415 m s. n. m.).

Identificación: ambos, especímenes masculinos y femeninos, muestran un pico negro largo y puntiagudo y una corona frontal grisácea. En el macho es posible identificar una línea malar y el cuello rojo (Begazo (ed.), 2020).

### **Familia Falconidae (Vigors, 1824)**

*Falco sparverius* (Linnaeus, 1758)

Figura 4D

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del sector Alto Perú (17°34'24" S, 69°41'10" O; 4426 m s. n. m.). Especímenes de Cernícalo Americano se registraron comúnmente volando sobre todo en el ámbito de estudio. En el rodal del Alto Perú encontramos dos especímenes que utilizan activamente el bosque (cazando y comiendo).

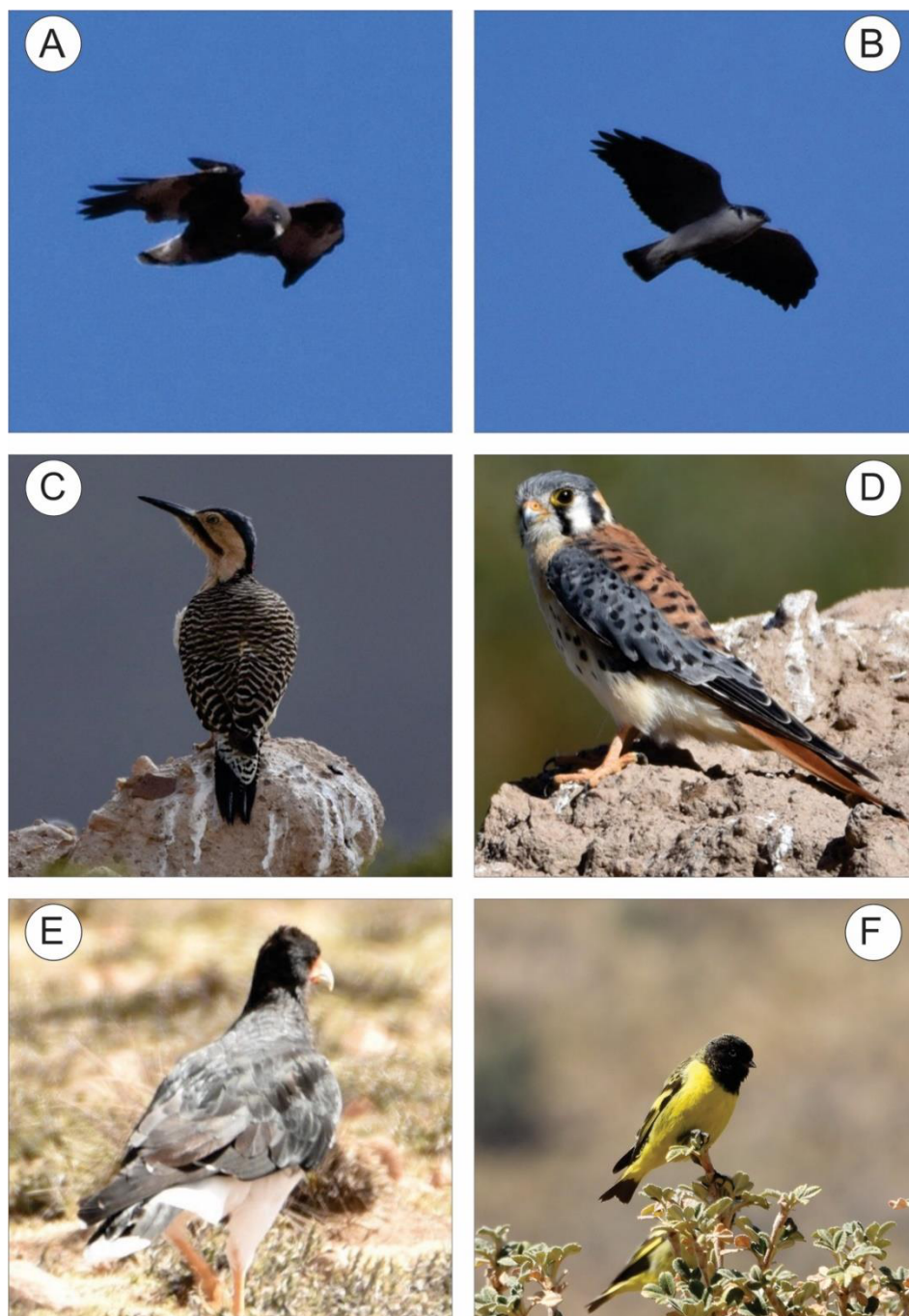
Identificación: El macho tiene el dorso rojizo, las alas grises y la parte inferior de pálida a beige con manchas. La hembra tiene el dorso y las alas rojizas con barras oscuras, la parte inferior de color beige con rayas marrones. Ambos tienen la parte superior de la cabeza gris y bigote negruzco (Schulenberg *et al.*, 2019). Esta especie se encuentra distribuida ampliamente en la costa del Pacífico, la vertiente occidental de los Andes, así como los altos Andes (Begazo (ed.), 2020).

*Phalcoboenus megalopterus* (Meyen, 1834)

Figura 4E

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Purupuruni (17°15'52" S, 69°52'19" O; 4458 m s. n. m.).

Identificación: los adultos se distinguen fácilmente por su cabeza, garganta, pecho, dorso, alas y rabadilla de coloración negruzca con el abdomen y área anal blanquecinos, además del pico celeste y piel facial rojiza. El Caracara Andino (Chinalinda) es una especie común en los altos Andes entre 3 200 a 4 700 m s. n. m. (Schulenberg *et al.*, 2010).



**Figura 4.** Familia Accipitridae: 4A forma oscura *Geranoaetus polyosoma* (Quoy & Gaimard 1824), 4B forma clara. Familia Picidae: 4C *Colaptes rupicola* (d'Orbigny, 1840). Familia Falconidae: 4D *Falco sparverius* (Linnaeus, 1758), 4E *Phalcoboenus megalopterus* (Meyen, 1834). Familia Fringillidae: 4F *Spinus magellanicus* (Vieillot, 1805)

#### **Familia Furnariidae (Gray, 1840)**

*Geositta cunicularia* (Vieillot, 1816)

Figura 5A

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Purupuruni (17°15'31" S, 69°52'55" O; 4492 m s. n. m.).

Identificación: el Minero Común se distingue fácilmente porque tiene la parte superior de color marrón

grisáceo con una línea superciliar pálida y la parte inferior de color marrón con rayas oscuras en el pecho (Begazo (ed.), 2020).

*Ochetorhynchus ruficaudus* (Meyen, 1834)

Figura 5B

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Purupuruni (17°15'46" S, 69°52'36" O; 4482 m s. n. m.).

Identificación: generalmente observado en terrenos rocosos a los bordes del bosque, cubiertos por árboles más jóvenes, la Bandurrita de Pico Recto se distingue por su pico recto tan largo como la cabeza, línea superciliar blanca, garganta y pecho blancos y cabeza y espalda marrón rojiza (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Cinclodes albiventris* (Philippi & Landbeck, 1861)

Figura 5C

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, cerro Ancochaullane (bosque de Paucarani), cerca del límite con el bofedal Paucarani (17°34'01" S, 69°44'57" O; 4467 m s. n. m.).

Identificación: el Churrete de Ala Crema fue identificado por su línea superciliar blanquecina, dorso acanelado y franjas alares difusas (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Cinclodes atacamensis* (Philippi (Krumwiede), 1857)

Figura 5D

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del Cerro Ancochaullane, cerca del límite con el bofedal de Paucarani (17°34'07" S, 69°44'55" O; 4467 m s. n. m.), y bosque de Alto Perú (17°34'41" S, 69°41'18" O; 4337 m s. n. m.).

Identificación: el Churrete de Ala Blanca se distingue del Churrete de Ala Crema (*C. albiventris*) por su dorso y coberteras alares marrón rojizas y franjas alares blanquecinas (Begazo (ed.), 2020).

*Leptasthenura striata* (Philippi & Landbeck, 1863)

Figura 5E

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del cerro Ancochaullane (17°34'25" S, 69°45'09" O; 4613 m s. n. m.).

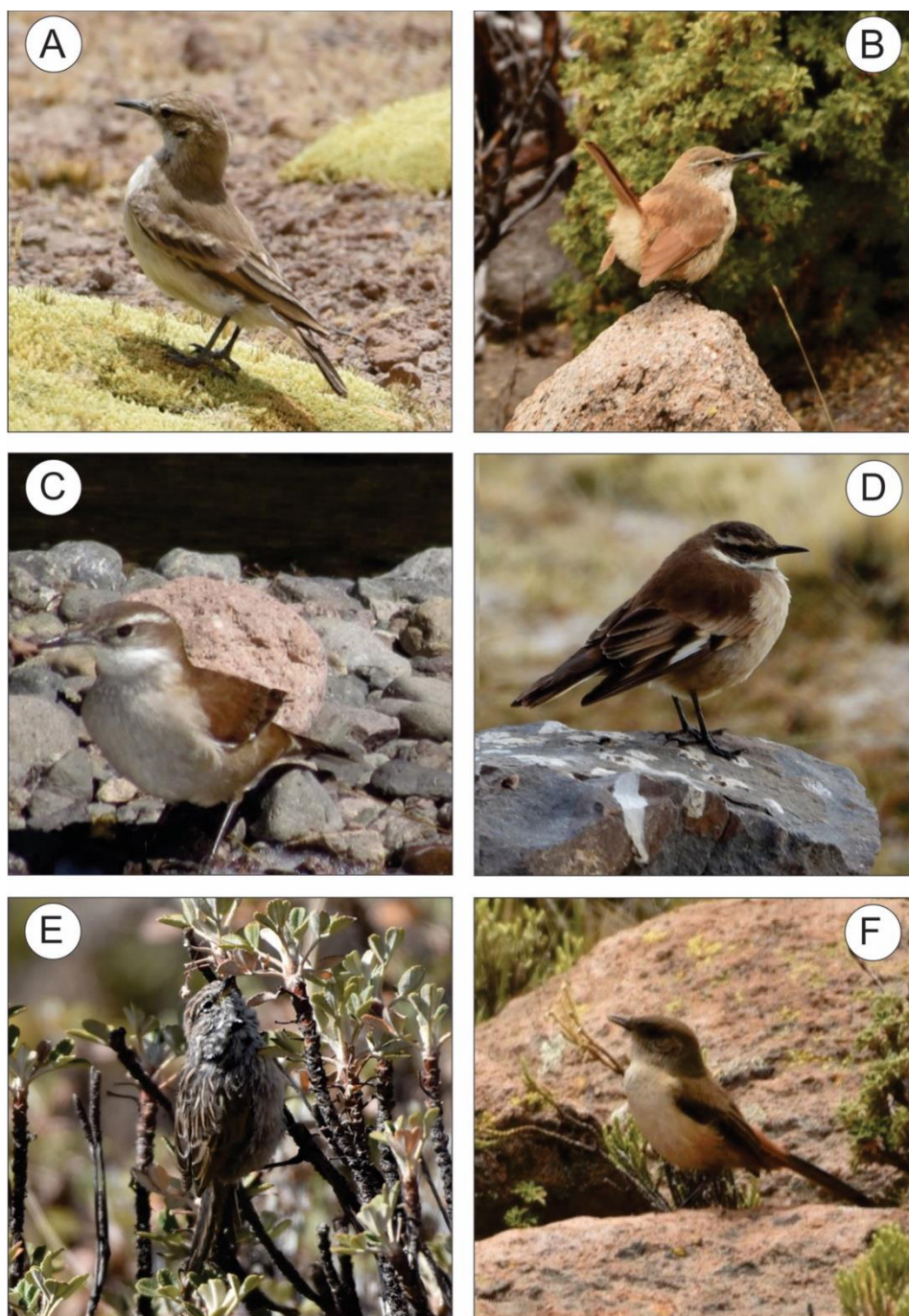
Identificación: el Tijeral Listado se reconoce por cabeza, dorso, garganta y la cara estriada, y parte inferior del pecho, abdomen claros (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Asthenes dorbignyi* (Reichenbach, 1853)

Figura 5F

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Purupuruni (17°15'50" S, 69°52'41" O; 4523 m s. n. m.), y bosque del Cerro Jucure (17°20'14" S, 69°42'53" O; 4451 m s. n. m.).

Identificación: el Canastero de Pecho Cremoso se reconoce por la cabeza, dorso parduzco y las alas oscuras, la rabadilla y supracaudales rojizas y cola negruzca con dos rectrices externas rojizas (Schulenberg *et al.*, 2010). Nidos activos e inactivos fueron encontrados en ramas de *Polylepis tarapacana* en el bosque del cerro Purupuruni.



**Figura 5.** Familia Furnariidae: 5A *Geositta cunicularia* (Vieillot, 1816), 5B *Ochetorhynchus ruficaudus* (Meyen, 1834), 5C *Cinclodes albiventris* (Philippi & Landbeck, 1861), 5D *Cinclodes atacamensis* (Philippi (Krumwiede), 1857), 5E *Leptasthenura striata* (Philippi & Landbeck, 1863), 5F *Asthenes dorbignyi* (Reichenbach, 1853)

### Familia Tyrannidae (Vigors, 1825)

*Muscisaxicola cinereus* (Philippi & Landbeck, 1864)

Figura 6A

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del cerro Ancochaullane (17°34'10" S, 69°45'06" O; 4513 m s. n. m.).

Identificación: la Dormilona Cinérea se identificó por su coloración gris en la cabeza y dorso, y en contraste

más claro las garganta, pecho y partes inferiores, además de no presentar un parche pileal (Schulenberg *et al.*, 2010). Con este registro, se reporta oficialmente la especie en la región Tacna, sur del Perú.

*Muscisaxicola capistratus* (Burmeister, 1860) (Nuevo Reporte para Tacna)

Figura 6B

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del sector Alto Perú (17°34'8" S, 69°40'55" O; 4389 m s. n. m.).

Identificación: la Dormilona de Vientre Canela es fácilmente identificable por poseer frente negra y corona rufa (Schulenberg *et al.*, 2010). Gibbons *et al.* (2011) mencionan que el registro más alto de la especie ocurre en la región de Tacna, pero no especifican el lugar. Con este reporte nosotros confirmamos formalmente la presencia de la especie en Tacna y proveemos datos acerca del lugar, la altitud y el hábitat.

*Muscisaxicola frontalis* (Burmeister, 1860) (Nuevo Reporte para Tacna)

Figura 6C

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de Alto Perú (17°33'57" S, 69°41'11" O; 4486 m s. n. m.).

Identificación: la Dormilona de Frente Negra presenta la frente y la región pileal de coloración negra (Schulenberg *et al.* 2010). Con este registro, se reporta oficialmente la especie en la región Tacna, sur del Perú.

*Muscisaxicola juninensis* (Taczanowski, 1884)

Figura 6D

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de *Polylepis* del cerro Ancochaullane (17°34'24" S, 69°41'09" O; 4605 m s. n. m.).

Identificación: la Dormilona de la Puna se puede diferenciar de otros *Muscisaxicola* por la presencia del parche posterior de la corona de color canela pobremente definido (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Muscisaxicola maculirostris* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)

Figura 6E

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de *Polylepis* de Ancochaullane (17°33'59" S, 69°41'4" O; 4444 m s. n. m.) especímenes posados en arbustos de Tola (*Baccharis* sp.) dentro del bosque.

Identificación: típicamente, la Dormilona Chica presenta la base de la mandíbula de color amarillo (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Muscisaxicola rufivertex* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)

Figura 6F

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque de *Polylepis* de Purupuruni (17°15'42" S, 69°52'33" O; 4468 m s. n. m.), y Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del sector Alto Perú (17°34'9" S, 69°40'55" O; 4385 m s. n. m.).

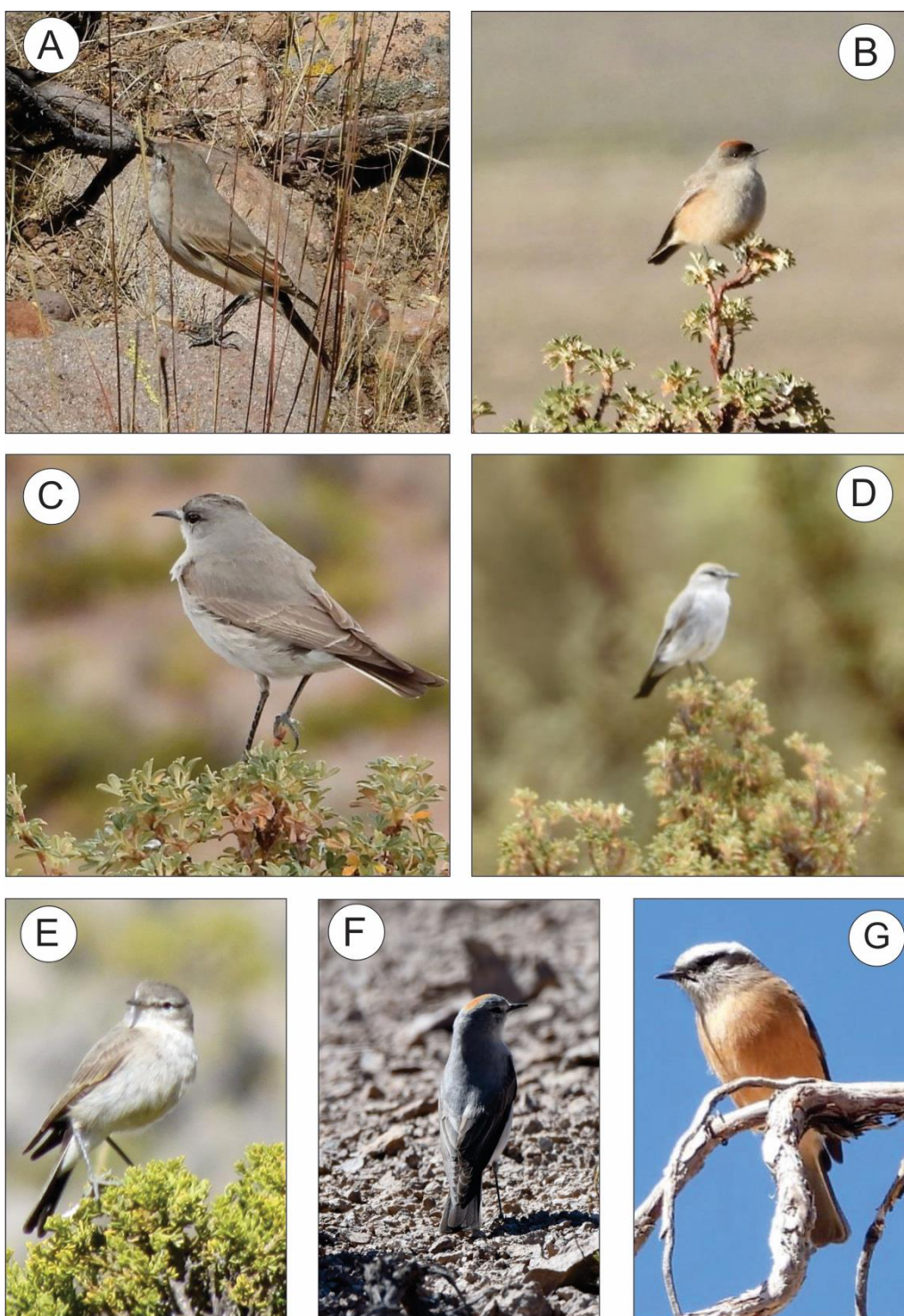
Identificación: la Dormilona de Nuca Rojiza es distinguible por presentar un parche rojizo en la corona, el pico algo curvado, la cabeza y el dorso grises y las alas oscuras (Begazo (ed.), 2020).

*Ochthoeca oenanthoides* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)

Figura 6G

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Purupuruni (17°15'46" S, 69°52'36" O; 4481 m s. n. m.).

Identificación: los individuos del Pitajo de d'Orbigny se observan usualmente posados en ramas de *Polylepis*. La especie muestra una notoria coloración canela en el pecho y abdomen, además de la línea superciliar blanca (Begazo (ed.), 2020).



**Figura 6.** Familia Tyrannidae: 6A *Muscisaxicola cinereus* (Philippi & Landbeck, 1864), 6B *Muscisaxicola capistratus* (Burmeister, 1860), 6C *Muscisaxicola frontalis* (Burmeister, 1860), 6D *Muscisaxicola juninensis* (Taczanowski, 1884), 6E *Muscisaxicola maculirostris* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), 6F *Muscisaxicola rufivertex* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837), 6G *Ochthoeca oenanthoides* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837).

## Familia Thraupidae (Cabanis, 1847)

*Conirostrum binghami* (Chapman, 1919)

Figura 7A

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque del cerro Jucure (17°20'27" S, 69°42'56" O; 4448 m s. n. m.), y Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de Alto Perú (17°33'53" S, 69°41'4" O; 4455 m s. n. m.).

Identificación: el Pico-de-Cono Gigante puede identificarse por el pico largo y punteagudo, corona, dorso y alas de coloración gris, la cara con parche blanco en las mejillas, la franja ocular de color castaño, línea superciliar blanquecina, además el pecho y abdomen de coloración castaña (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Phrygilus atriceps* (Lafresnaye & d'Orbigny, 1837)

Figura 7B

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de Ancochaullane (17°34'13" S, 69°45'18" O; 4616 m s. n. m.), Alto Perú (17°34'10" S, 69°41'14" O; 4463 m s. n. m.), y Perú, región Tacna, provincia de Tarata, bosque de Jucure (17°20'20" S, 69°42'51" O; 4475 m s. n. m.).

Identificación: el Fringilo de Capucha Negra se logró identificar por la cabeza negruzca, alas y cola negra, a diferencia de la parte del dorso de color pardo rojizo y el abdomen pardo rojizo-amarillento, con el área anal blanquecina (Begazo (ed.), 2020).

*Rhopospina fruticeti* (Kittlitz, 1833)

Figura 7C

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de *Polylepis* en Alto Perú (17°34'8" S, 69°40'54" O; 4384 m s. n. m.).

Identificación: el Fringilo de Pecho Negro muestra dimorfismo sexual muy marcado, la hembra se distingue del macho por tener la cabeza estriada con barras alares blancas y las mejillas coloración parduzca. El macho presenta la cabeza, dorso y los flancos grises, pero la garganta y pecho negros (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Geospizopsis plebejus* (Tschudi, 1844)

Figura 7D

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque del cerro Ancochaullane (17°34'23" S, 69°45'00" O; 4570 m s. n. m.).

Identificación: el Fringilo Plebeyo se reconoce por su garganta, pecho y abdomen gris claro, a diferencia de la cabeza y el dorso gris con estrías finas (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Geospizopsis unicolor* (Lafresnaye & d'Orbigny, 1837)

Figura 7E

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de *Polylepis* de Alto Perú (17°33'9" S, 69°41'77" O; 4506 m s. n. m.).

Identificación: el Fringilo Plomizo muestra un plumaje uniformemente plumizo, con pico corto y cónico. La hembra presenta algunas rayas oscuras en la espalda y la cabeza (Schulenberg *et al.*, 2010).

*Sicalis uropygialis* (Lafresnaye & d'Orbigny, 1837)

Figura 7F

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de *Polylepis* de Alto Perú (17°34'27" S, 69°41'13" O; 4429 m s. n. m.).

Identificación: el Chirigüe de Lomo Brillante es fácilmente identificable por su lomo gris y pecho amarillo (Schulenberg *et al.*, 2010).

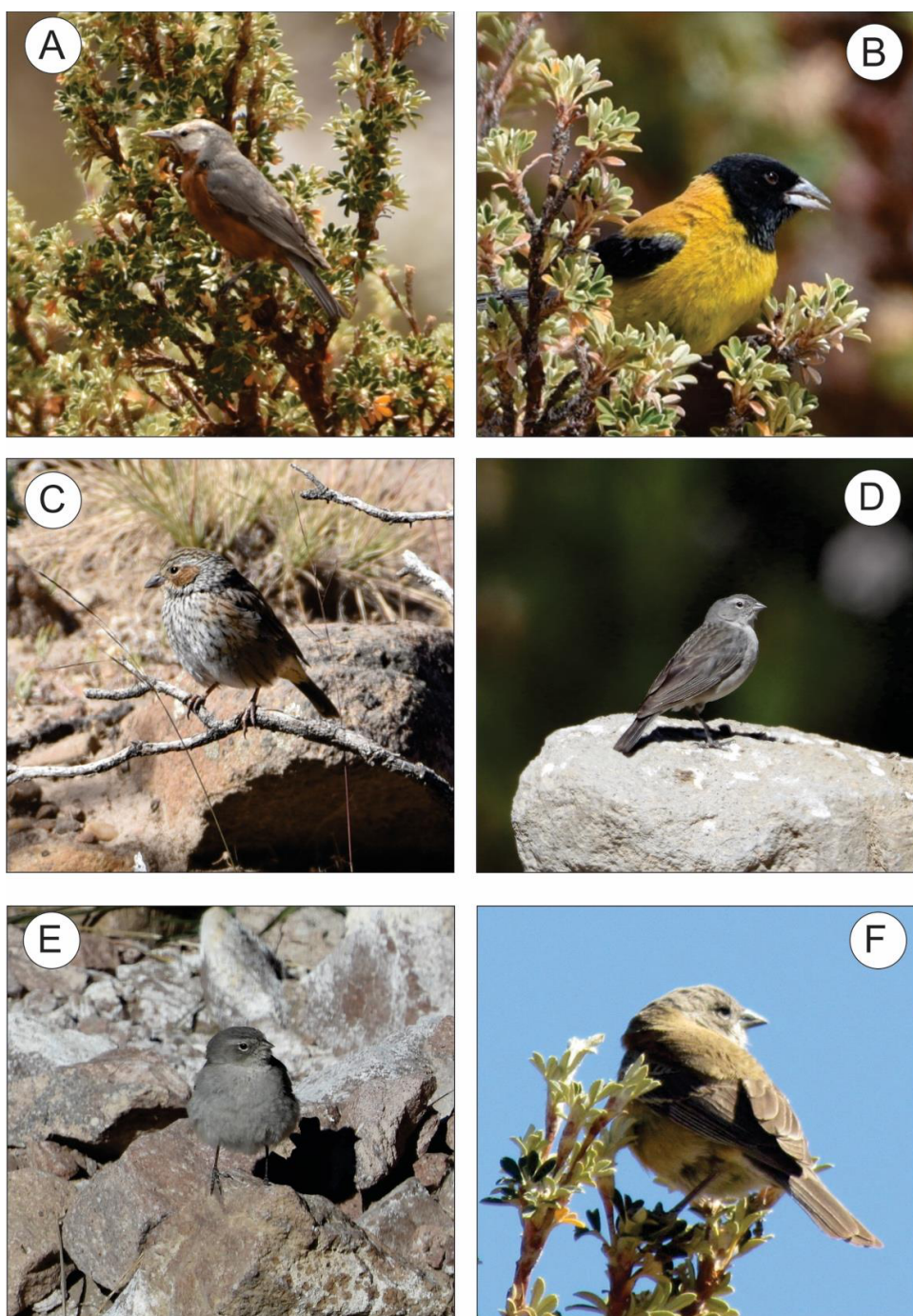
### Familia Fringillidae (Vigors, 1825)

*Spinus magellanicus* (Vieillot, 1805)

Figura 4F

Material registrado: Perú, región Tacna, provincia de Tacna, bosque de Ancochaullane (17°34'14" S, 69°45'11" O; 4570 m s. n. m.).

Identificación: el Jilguero Encapuchado presentaba dorso verde oliváceo, pecho y abdomen de coloración amarilla y cabeza negro pálido, alas negras con barras amarillas poco definido (Schulenberg *et al.*, 2010).

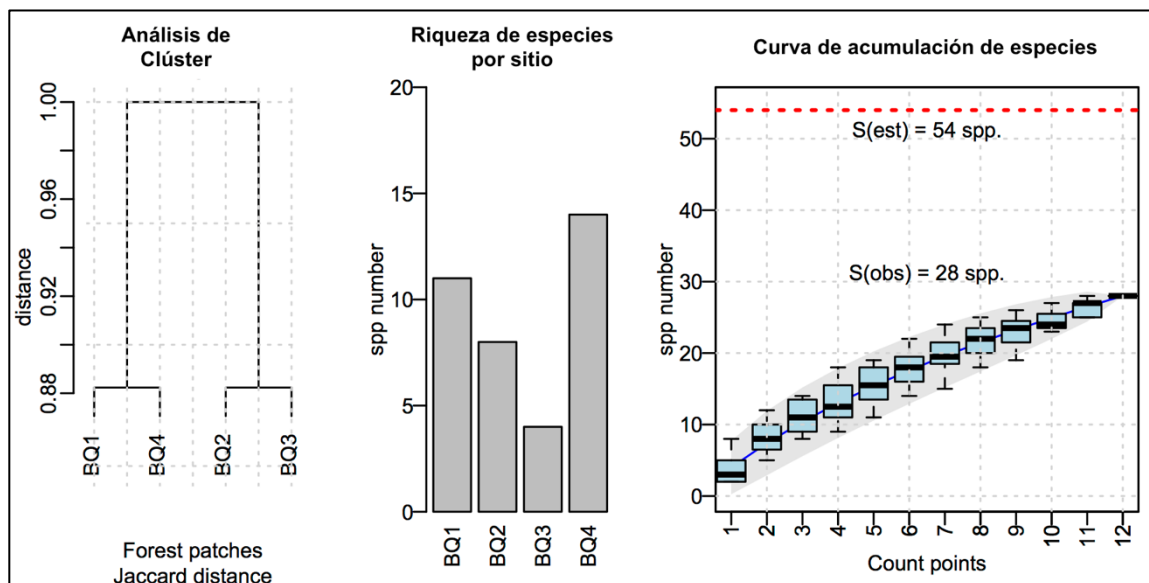


**Figura 7.** Familia Thraupidae: 7A *Conirostrum binghami* (Chapman, 1919), 7B *Phrygilus atriceps* (Lafresnaye & d'Orbigny, 1837), 7C *Rhopospina fruticeti* (Kittlitz, 1833), 7D *Geospizopsis plebejus* (Tschudi, 1844), 7E *Geospizopsis unicolor* (Lafresnaye & D'Orbigny, 1837), 7F *Sicalis uropygialis* (Lafresnaye & D'Orbigny, 1837)



## DISCUSIÓN

La riqueza de especies registrada (28 spp.) es relativamente baja para el área muestreada. Nosotros consideramos esta una lista anotada preliminar, debido a que el análisis de acumulación estima una riqueza máxima potencial de 54 especies distintas, esto significaría que durante el trabajo se logró registrar el 51.8 % de la riqueza total (Soberón & Llorente, 1993; Moreno & Halffter, 2001; Colwell *et al.*, 2004; Funk *et al.*, 2005) (Figura 8). El número de especies registradas y nuestra estimación de riqueza potencial se encuentran por debajo de lo obtenido en otros trabajos desarrollados en bosques similares (Sevillano-Ríos & Rodewald, 2017; Sevillano-Ríos *et al.*, 2018). Esto podría estar ocurriendo debido a que, comparado con otros bosques de *Polylepis*, *P. tarapacana* presenta el hábito de desarrollo más pequeño y parches de bosque con muy baja densidad (Cuyckens *et al.*, 2016). En base a la composición del ensamble de aves, encontramos grandes diferencias entre los cuatro parches evaluados, probablemente esto se deba a que desarrollamos el trabajo en parches con niveles distintos de intervención humana, área y estructura forestal.



**Figura 8.** Disimilaridad por sitios (diversidad  $\beta$ ), riqueza por sitio y curva de acumulación de especies.

Nota: Sest (riqueza estimada máxima) es calculada usando los parámetros A B de la función de acumulación de Clench (o Michaelis-Menten) (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Soberón & Llorente, 1993).

Es importante, por la escasez de trabajos desarrollados en los altos Andes de Tacna, que estos sean sistemáticos y oportunamente comunicados, sobre todo porque las dos nuevas especies reportadas para la región fueran aves migratorias con límites de distribución previamente conocidos muy cercanos a la zona altoandina de Tacna (Begazo (ed.) 2020, Schulenberg *et al.*, 2010). Investigaciones adicionales son necesarias para proveer de una lista más detallada sobre las especies de aves que se distribuyen en el Altiplano de Tacna, y para conocer más detalladamente la riqueza de especies a nivel regional.

## CONCLUSIONES

Se presenta una lista anotada con 28 especies de aves presentes en los bosques de *Polylepis tarapacana* en el sector Altiplánico de la región Tacna, la cual constituye un insumo preliminar puesto que representa el 51.8 % de la riqueza total. Sin embargo, es importante porque permite reportar formalmente dos nuevas especies de aves para la región Tacna: *Muscisaxicola capistratus* y *M. frontalis*.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del Proyecto de investigación “Estado de Conservación de los Bosques de Queñoa (*Polylepis tarapacana*)”, financiado por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) a través del programa de financiamiento con fondos del canon, sobrecanon y regalías mineras del año 2017 (RR 3723-2018-UN/JBG). Los autores queremos agradecer a las comunidades de Alto Perú, Paucarani, Jucuri y Purupuruni, por permitirnos trabajar dentro de los límites de sus propiedades. El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) autorizó esta investigación mediante el permiso 242-2019-SERFOR/DGGSPFFS.

## REFERENCIAS

- Arnillas, C., Tovar, C., Cadotte, M., & Buytaert, W. (2017). From patches to richness: assessing the potential impact of landscape transformation on biodiversity. *Ecosphere* 8(11), e02004. <https://doi.org/doi:10.1002/ecs2.2004>
- Begazo, A. (Ed.) (2020). *Perú Aves*. CORBIDI, Lima, Perú. [Online]. Disponible en <http://www.peruaves.org/> (Revisado: [15/Noviembre/2020])
- Camel, V., Quispe-Melgar, H., Ames-Martínez, F., Navarro, W., Segovia-Salcedo, C., & Kessler, M. (2019). Forest structure of three endemic species of the genus *Polylepis* (Rosaceae) in central Peru. *Ecologia Austral*, 29, 285–295. <https://doi.org/10.5167/uzh-173473>
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., Baldeon, S., Nauray, W., De La Colina, R., Acurio, L., & Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker Plots as an Assessment and Monitoring Tool for Vegetation in a Lowland Tropical Rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(1), 19–41. <https://doi.org/10.1023/a:1015264720284>
- Canterbury, G., Martin, T., Petit, D., Petit, L., & Bradford, D. (2000). Bird Communities and Habitat as Ecological Indicators of Forest Condition in Regional Monitoring. *Conservation Biology* 14(2): 544–558. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98235.x>
- Carignan, V., & Villard, M. (2002). Selecting Indicator Species to Monitor Ecological Integrity: A Review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78(1), 45–61. <https://doi.org/10.1023/A:1016136723584>
- Cuyckens, G., Christie, D., Domic, A., Malizia, L., & Renison, D. (2016). Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. *Global and Planetary Change* 137, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.12.010>
- Dale, V., & Beyeler, S. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1(1), 3–10. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(01\)00003-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1470-160X(01)00003-6)
- Gareca, E., Breyne, P., Vandepitte, K., Cahill, J., Fernandez, M., & Honnay, O. (2013). Genetic diversity of Andean *Polylepis* (Rosaceae) woodlands and inferences regarding their fragmentation history. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 172(4), 544–554. <https://doi.org/10.1111/boj.12055>
- Gareca, E., Hermy, M., Fjeldså, J., & Honnay, O. (2010). *Polylepis* woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodiversity and Conservation*, 19(12), 3327–3346. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9895-9>
- Garreaud, R., Vuille, M., & Clement, A. (2003). The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194(1), 5–22. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00269-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4)
- Gibbons, R., Benham, P., & Maley, J. (2011). Notes on birds of the high Andes of Peru. *Ornitología Colombiana*, 11, 76–86.
- Hilty, J., & Merenlender, A. (2000). Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92(2), 185–197. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00052-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00052-X)

- Hutto, R., Pletschet, S., & Hendricks, P. (1986). A Fixed-Radius Point Count Method for Nonbreeding and Breeding Season Use. *The Auk*, 103(3), 593–602.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Kessler, M., & Schmidt-Lebuhn, A. (2006). Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Organisms Diversity and Evolution*, 6(1), 67–69. <https://doi.org/10.1016/j.ode.2005.04.001>
- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 197–200.
- Moon, H. (1939). III. The geology and physiography of the Altiplano of Peru and Bolivia. *Transactions of the Linnean Society of London*, 1(1), 27–43. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1939.tb00003.x>
- Morales, M., Christie, D., Villalba, R., Argollo, J., Pacajes, J., Silva, J., Álvarez, C., Llancabure, J., & Soliz, C. (2012). Precipitation changes in the South American Altiplano since 1300 AD reconstructed by tree-rings. *Climate of the Past*, 8(2), 653–666. <https://doi.org/10.5194/cp-8-653-2012>
- Ojala-barbour, R., Brito, J., & Teska, W. (2019). A comparison of small mammal communities in two High-Andean *Polylepis* woodlands in Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(17), 208–221. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i2.516>
- Perú Aves (2019). Una guía en línea de las aves del Perú. Disponible en: <http://www.peruaves.org/>. Accessed on: 2019-11-10
- Purcell, J., Brelsford, A., & Kessler, M. (2004). The World's Highest Forest: A better understanding of the properties of Andean queñua woodlands has major implications for their conservation. *American Scientist*, 92(5), 454–461. <http://www.jstor.org/stable/27858454>
- Q GIS Development Team (2019). Q GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Ralph, C., Sauer, J., & Droege, S. (1995). Monitoring Bird Populations by Point Counts. Gen. Tech. Rep. *Pacific Southwest Research Station 187*. Retrieved from [https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw\\_gtr149/psw\\_gtr149.pdf](https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr149/psw_gtr149.pdf)
- Rapport, D., Costanza, R., & McMichael, A. (1998). Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(10), 397–402. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01449-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01449-9)
- Rau, P., Bourrel, L., Labat, D., Melo, P., Dewitte, B., Frappart, F., Lavado, W., & Felipe, O. (2017). Regionalization of rainfall over the Peruvian Pacific slope and coast. *International Journal of Climatology*, 37(1), 143–158. <https://doi.org/10.1002/joc.4693>
- Raudaskoski, A. (2014). *Human disturbance on Polylepis mountain forests in Peruvian Andes* (MSc Thesis, Biological and Environmental Sciences. MSc dissertation). University of Jyväskylä, Finland.
- Remsen, J., Areta, J., Bonaccorso, E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Lane, D., Pacheco, J., Robbins, M., Stiles, F., & Zimmer, K. (2020). A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Ridbäck, U. (2008). *A Floristic Study of Polylepis Forest Fragments in the Central Andes of Ecuador* (Undergraduate dissertation (MFS)). Gotland University, Sweden.
- Salinas, L. (2007). *Avifauna de Tacna en la ruta del censo de Suri Pterocnemia pennata*. INRENA Intendencia Forestal de Flora y Fauna Silvestre. [en línea]. [http://www.inrena.gob.pe/iffs/iffs\\_biodiv\\_estud\\_poblacional.htm](http://www.inrena.gob.pe/iffs/iffs_biodiv_estud_poblacional.htm)
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J., & Parker, T. (2010). *Birds of Peru: revised and updated edition*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Sevillano-Ríos, C., & Rodewald, A. (2017). Avian community structure and habitat use of *Polylepis* forests along an elevation gradient. *PeerJ*, 5, e3220. <https://doi.org/10.7717/peerj.3220>
- Sevillano-Ríos, C., Rodewald, A., & Morales, L. (2018). Ecología y conservación de las aves asociadas con *Polylepis*: ¿qué sabemos de esta comunidad cada vez más vulnerable? *Ecología Austral*, 28(1), 216–228. <https://doi.org/10.25260/ea.18.28.1.1.519>
- Smits, J., & Fernie, K. (2013). Avian wildlife as sentinels of ecosystem health. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36(3), 333–342. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cimid.2012.11.007>

- Soberón, J., & Llorente, J. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480–488. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>
- Toivonen, J., Gonzales-Inca, C., Bader, M., Ruokolainen, K., & Kessler, M. (2017). Elevational shifts in the topographic position of *Polylepis* forest stands in the Andes of Southern Peru. *Forests*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.3390/f9010007>
- Valdivia, C., Thibeault, J., Gilles, J., García, M., & Seth, A. (2013). Climate trends and projections for the Andean Altiplano and strategies for adaptation. *Advances in Geosciences*, 33, 69–77. <https://doi.org/10.5194/adgeo-33-69-2013>
- Vizcarra, J. (2013). Extensión del rango de distribución de *Patagioenas maculosa* en el sur del Perú. *Boletín de Lima*, 174, 121–125.
- Volpato, G., Lopes, E., Mendonça, L., Boçon, R., Bisheimer, M., Serafini, P., & dos Anjos, L. (2009). The use of the point count method for bird survey in the Atlantic forest. *Zoologia*, 26(1), 74–78. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100012>
- Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., Soruco, A., Villacis, M., Yarleque, C., Elison, O., Condom, T., Salzmann, N., & Sicart, J. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes – Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 176, 195–213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.019>
- Zutta, B., & Rundel, P. (2017). Modeled shifts in *Polylepis* species ranges in the Andes from the last glacial maximum to the present. *Forests*, 8(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/f8070232>