

ABEJAS ALTOANDINAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EN AREQUIPA, PERÚ

High Andean bees (Hymenoptera: Apoidea) in Arequipa, Peru

Yeison Andru CALIZAYA-MELO¹*, Marlene Lucía AGUILAR², Evaristo LÓPEZ TEJEDA^{1,3}

¹ Museo de Historia Natural (MUSA), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Av. Alcides Carrión s/n, Arequipa, Perú.

² Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, Km 2,5 vía variante Cajicá- Zipaquirá, Colombia.

³ Departamento de Biología, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Av. Alcides Carrión s/n, Arequipa, Perú.

* For correspondence: ycalizayam@unsa.edu.pe

Received: 01st April 2020. Returned for revision: 21st July 2020. Accepted: 28th September 2020.

Associate Editor: Héctor Gasca Alvarez

Citation/ citar este artículo como: Calizaya-Melo YA, Aguilar ML, López Tejada E. Abejas altoandinas (Hymenoptera: Apoidea) en Arequipa, Perú. Acta Biol Colomb. 2021;26(3):295-302. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v26n3.86011>

RESUMEN

El presente estudio describe las abejas nativas en la Provincia Puna de la Región Andina, en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca en Arequipa, Perú. Los muestreos se realizaron durante siete meses en tres zonas representativas del bosque de *Polylepis* y del ecosistema Yaretal entre los 3900-4300 m. s. n. m. utilizando dos métodos de colecta: red entomológica y platos amarillos. En total se colectaron 545 especímenes pertenecientes a 26 morfoespecies, diez géneros y cuatro familias. La familia Halictidae presentó la mayor abundancia de individuos 475 (87,1 %), seguida de Megachilidae con 43 individuos (7,7 %), Colletidae 21 individuos (3,8 %) y Apidae con seis individuos (1 %). El género más abundante y diverso fue *Caenohalictus* con ocho morfoespecies y 466 individuos. Adicionalmente, se colectaron dos especies cleptoparásitas: *Acanthopus* y *Sphecodes*. Las áreas de muestreo por debajo de 4100 m.s.n.m. mostraron una mayor riqueza de especies, mientras que el muestreo por encima de 4100 m. s. n. m. mostró una disminución en la diversidad. El muestreo por red entomológica fue el método más efectivo en riqueza de especies (21; 81 %) y el muestreo de platos amarillos en abundancia de individuos (485; 89 %). Los resultados muestran que existe una considerable riqueza de especies de abejas en las áreas altoandinas y resaltan la necesidad de realizar más estudios de abejas en esta y otras ecorregiones del Perú.

Palabras Clave: Abejas nativas, diversidad, inventarios, conservación, neotrópico.

ABSTRACT

The present study describes the wild bee population in the Puna province of the Andean Region, in the Salinas y Aguada Blanca National Reserve, Arequipa, Peru. Sampling was carried out for seven months in three representative areas of the *Polylepis* forest and Yaretal ecosystem between 3900 to 4300 m above sea level using two methods (entomological net and pan traps [yellow plates]). A total of 545 specimens were collected, belonging to four families, ten genera, and 26 morphospecies. Halictidae presented the greatest abundance of individuals (475; 87.1 %), followed by Megachilidae (43 individuals; 7.7 %), Colletidae (21 individuals; 3.8 %), and Apidae (6 individuals; 1 %). The most abundant and diverse genus was *Caenohalictus*, with eight morphospecies and 466 individuals. In addition, two kleptoparasitic species were collected: *Acanthopus* and *Sphecodes*. The sampling areas below 4100 m showed greater species richness, whereas the sampling over 4100 m showed a decrease in diversity. Sampling by entomological net was the most effective method for determining species richness (21; 81 %), and the sampling by pan traps for determining individual abundance (485; 89 %). The results show the considerable richness of bee species in the high Andean areas and highlight the need for further studies of bees in this and other ecoregions of Peru.

Keywords: Conservation, diversity, inventories, neotropic, wild bees.

INTRODUCCIÓN

La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB) hace parte de la Puna, ecorregión altoandina del Perú, ubicada en el centro de la cordillera de los Andes (Brack y Mendiola, 2000; Cuesta *et al.*, 2012). Esta ecorregión presente en Arequipa está representada por ecosistemas en recuperación como pajonales, tólares, yaretales y relictos de bosques de *Polylepis* Ruiz & Pav. (queñuales) (Zeballos *et al.*, 2010). Estos últimos son ecosistemas altoandinos con flora y fauna única, de gran interés ecológico, sistemático, biogeográfico, y con altos niveles de endemismo. Lamentablemente, son también ecosistemas vulnerables a causa de la fuerte presión antropogénica, por ser el único recurso de madera en zonas de altura (Servat *et al.*, 2002).

Las abejas constituyen el grupo más grande de la superfamilia Apoidea. En la actualidad, se estima que existen más de 20 000 especies de abejas descritas en el mundo (Michener, 2007; Ascher y Pickering, 2020) y por lo menos 5000 especies para la Región Neotropical (Fernández y Sharkey, 2006). Las abejas son reconocidas por el importante papel que cumplen en la polinización de vegetación natural. Este servicio ecosistémico brinda diferentes beneficios que contribuyen en la agricultura, la economía y los medios de vida de la población (Michener, 2007).

Sumado a la importancia de las abejas en estos ecosistemas, en el Perú, los estudios de inventarios, diversidad y distribución de abejas nativas son escasos. Además, las zonas altoandinas entre los 3900-4230 m. s. n. m. donde se realizó el estudio, son las menos estudiadas y no hay información sobre las especies de abejas. Esto en parte se debe a la dificultad de acceso a estos lugares y a las condiciones climáticas adversas, como bajas temperaturas, alta precipitación, viento y nubosidad una gran parte del tiempo, lo cual dificulta los muestreos y observaciones de abejas. A pesar de esto, se hace necesario realizar inventarios y estudios ecológicos para conocer las comunidades biológicas de abejas que habitan en estas regiones, las cuales se encuentran amenazadas por actividades antrópicas como son la extracción de leña, conversión en carbón, quema de pastos, sobrepastoreo y ampliación de la frontera agrícola (Zeballos *et al.*, 2010).

Por lo anterior, el propósito de este estudio fue conocer la diversidad y abundancia de especies de abejas en tres zonas representativas de ecosistemas altoandinos de la Puna en Arequipa, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la zona de amortiguamiento de la RNSAB, en la localidad de El Simbral, distrito de Chiguata, aproximadamente a 25 km de la ciudad de Arequipa, Perú (Fig. 1). De acuerdo con la clasificación de Morrone (2001),

se encuentra ubicada en la Región andina, subregión Paramo Puneña, Provincia de la Puna y se encuentra localizada a 16° 23' S y 71° 19' W. Presenta una altitud de 3900 a 4230 m. s. n. m.; la temperatura promedio anual es de 13,1 °C, mientras que la precipitación total anual es de 181,8 mm (Montenegro *et al.*, 2010).

La vegetación predominante es el resultado de asociaciones de tólares y gramíneas con queñuales (*Polylepis*), y de plantas y cactáceas almohadilladas en relieves accidentados a colinosos (Zeballos *et al.*, 2010). El Perú es el país con mayor riqueza y endemismo para el género *Polylepis* con 19 especies (Mendoza y Cano, 2011) de un total de aproximadamente 27-28 especies en ecosistemas altoandinos (Simpson, 1979; Mendoza y Cano, 2010; Segovia-Salcedo *et al.*, 2018). *Polylepis* pertenece a la familia Rosaceae; es el único género arbóreo presente entre los 3000-5000 m. s. n. m., se caracteriza por tener una altura de 1 a 27 m de alto, por tener fruto seco, con tallos y ramas retorcidas; y ritidoma marrón rojizo que se desprende en pedazos grandes, actualmente se encuentra bien distribuido en el departamento de Arequipa protegido en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB), y en la Reserva Paisajística de la subcuenca del Cotahuasi (Simpson, 1979; Mendoza *et al.*, 2010). Los yaretales por su parte pertenecen a la familia Apiaceae (subfamilia Azorelloideae) y son una asociación arbustiva almohadillada de plantas resinosas como: yaretas (*Azorella compacta* Phil.) y las acompañantes tales como *Pycnophyllum* J. Rémy, *Nototriche* Turcz., *Mniodes* (A. Gray) Benth. y *Werneria* Kunth; se caracterizan por alcanzar hasta un metro de altura y tener crecimiento muy lento (aproximadamente 1 mm/año) y se encuentran formando parches de vegetación con cúmulos de plantas arrosietadas y subarbustos postrados, en las partes más altas de los andes, entre los 3800-4800 m. s. n. m. (Quipusco y Huamantupa, 2010; Zeballos *et al.*, 2010; Talavera *et al.*, 2011; Calviño *et al.*, 2016).

En la región andina, a medida que la altitud aumenta va disminuyendo la presión atmosférica y la temperatura; y a su vez aumenta la humedad y la evapotranspiración. Estas condiciones son muy variables presentándose años secos o lluviosos, con sequías, heladas, granizadas o hasta excesos de lluvia. Por otro lado, con la altitud aumenta la insolación y la influencia enfriadora de vientos, lo que genera condiciones adversas que dificultan la vida en general (Montenegro *et al.*, 2010).

Para los sitios de muestreo se ubicaron tres zonas representativas de los ecosistemas *Polylepis*-Yaretal presentes en el lugar de estudio (Fig. 1). En cada zona se delimitaron transectos de 2400 m² a 2500 m² (50 m x 50 m), con un área total de 7400 m² aproximadamente y con las siguientes características:

Zona 1: 16° 23' S y 71° 19' W a 3900-4090 m. s. n. m. Delimitada por la carretera de Arequipa-Ubinas. Se caracteriza por ser una ladera montañosa que presenta fragmentos boscosos de un relicto de bosque de *Polylepis*.

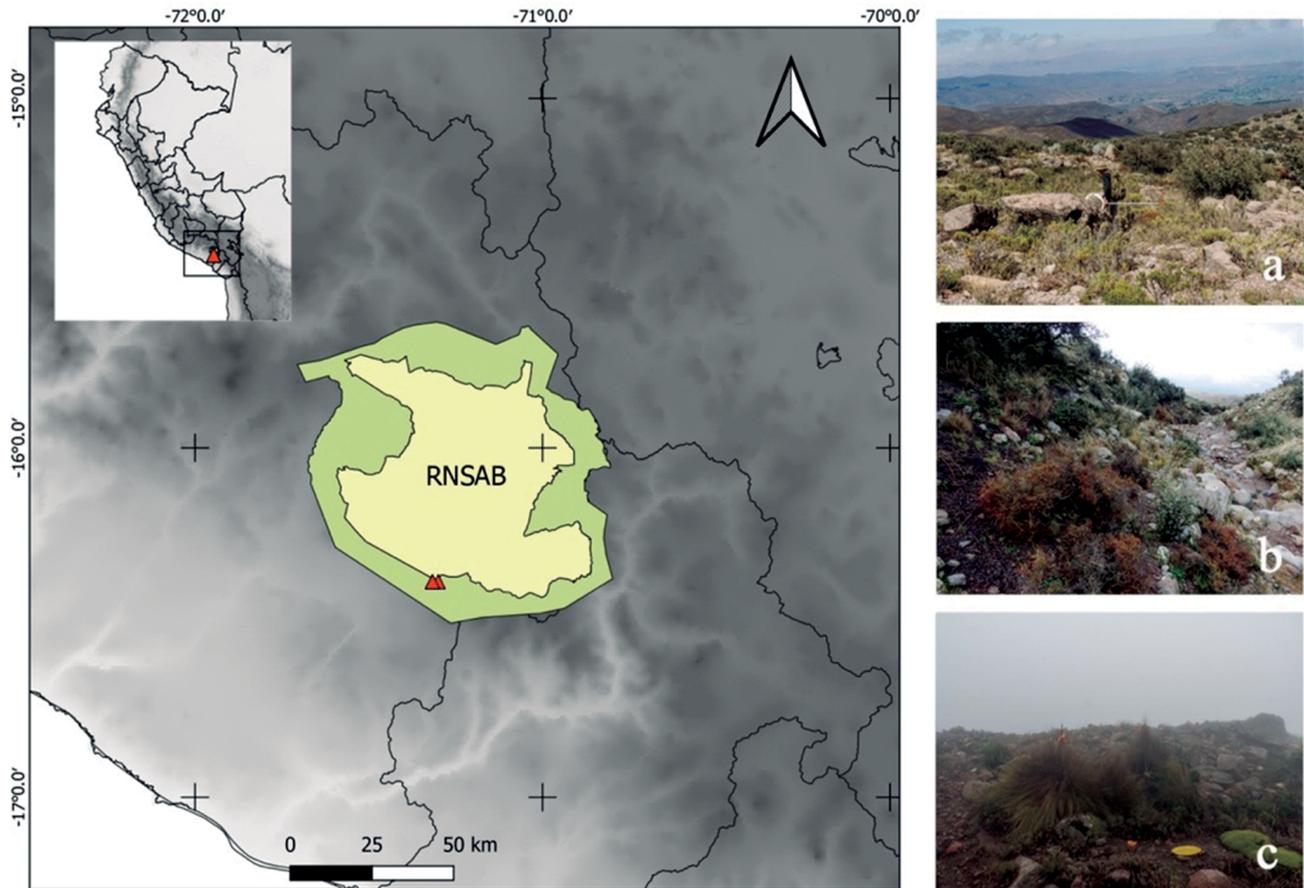


Figura 1: Zonas de estudio: a. Zona 1, b. Zona 2 y c. Zona 3; Zoom de las zonas en el mapa político del Perú-Arequipa. Estas zonas están ubicadas en la zona de transición de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB), en la Provincia de Arequipa, departamento de Arequipa en el Perú.

Este relicto está representado por una gran densidad de árboles de queñua (*Polylepis rugulosa* Bitter) y flora herbácea como *Senecio collinus* DC, *Parastrephia*, *Chuquiraga rotundifolia* Weddell, *Lupinus*, *Adesmia spinosissima* Meyen ex J. Vogel, Asteráceas y Poáceas (Fig. 1a).

Zona 2: 16° 23' S y 71° 19' W a 3850-4060 m. s. n. m. Esta zona se caracteriza por presentar una quebrada seca y estrecha dentro de un relicto de bosque de *Polylepis* (Fig. 1b). En época húmeda es atravesada por pequeños riachuelos y presenta vegetación más herbácea con pocos arbustos, de las familias Asteráceas, Poáceas y Fabáceas.

Zona 3. 16° 23' S y 71° 18' W a 4100-4230 m. s. n. m. Esta zona se caracteriza por presentar una transición entre un bosque de *Polylepis* y el ecosistema Yareta. En esta zona encontramos plantas representativas como *Pycnophyllum molle* Remy, *Werneria paposa* Philippi, *Nototriche obtuneata* (Baker f.) AW Hill, *Calamagrostis curvula* (Wedd) Pilg., *Belloa longifolia*, *Baccharis buxifolia* (Lam.) Pers. y el género *Azorella* (INRENA, 2007). Al ser la zona más alta, se encuentra con neblina durante gran parte del día (Fig. 1c), con presencia de lluvia y granizos en época húmeda; mientras que, en

época seca, presenta gran radiación y viento intenso a lo largo del día.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y muestreos

Los muestreos se realizaron mensualmente entre agosto de 2018 y febrero de 2019. La colecta de las abejas se realizó entre las 9:00 y las 13:00 horas con dos métodos de muestreo:

Red entomológica: Los transectos se recorrieron durante cuatro horas de muestreo sin pausas (9:00-13:00) por un colector por un total de 24 días de campo; las abejas se colectaron en las zonas de estudio mientras forrajaban, descansaban en flores o en vuelo y se sacrificaron en acetato de etilo, siguiendo la metodología descrita por Sakagami *et al.* (1967).

Platos amarillos: Se colocaron recipientes de polietileno amarillo de alrededor de 40 x 25 x 3 cm, con solución de agua y jabón a mitad de su capacidad con un periodo de actividad de cuatro horas (9:00-13:00), durante 24 días de campo, según la metodología de González *et al.* (2016). Se eligió

únicamente este color porque en el área de estudio, la mayoría de plantas presenta flores amarillas (Asteráceas) y en observaciones preliminares el color fue efectivo para la captura de abejas. Para cada transecto se instalaron nueve platos y los especímenes se conservaron en alcohol al 70 %.

Todos los especímenes colectados se montaron en seco y se identificaron con el uso de claves taxonómicas (Michener, 2000; Silveira *et al.*, 2002; Fernández y Sharkey, 2006; Michener, 2007) y con la ayuda de expertos. El material entomológico (especímenes) se trasladó y depositó en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Agustín (MUSA), código MUSA-ENT-HYM 00001-00545.

ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar la riqueza estimada de las especies colectadas con respecto a la existente en la zona, se emplearon dos estimadores no paramétricos, Chao 1 y Bootstrap, y una curva de acumulación de especies usando el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Se usó el programa PAST versión 3.23 (Hammer *et al.*, 2001) para calcular los índices de diversidad, riqueza y similitud en las tres zonas estudiadas; se utilizaron los siguientes índices: Shannon-Wiener (H'), Simpson (D), Pielou (J') y Jaccard. También se analizó y se comparó la diversidad y las diferencias significativas entre las áreas estudiadas mediante la prueba *T-student*, la cual evaluó las varianzas de los valores de diversidad de Shannon-Wiener en dos muestras, con un nivel de significancia de 5 % ($p < 0,05$) (Hutcheson, 1970; Magurran, 1988).

También se analizaron agrupamientos a partir de la matriz de similitud de los coeficientes de Jaccard, construyendo un dendrograma con el método de UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages) (Romesburg, 1984) y realizado por el Software PAST versión 3.23 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

En total se colectaron 545 especímenes, diez géneros y 26 morfoespecies; agrupados en cuatro familias de abejas: Apidae, Megachilidae, Halictidae y Colletidae (Tabla 1). La familia Halictidae presentó la mayor abundancia de individuos 475 (87,1 %), seguida de Megachilidae con 43 individuos (7,7 %), Colletidae con 21 individuos (3,8 %) y Apidae con seis individuos (1 %). El género más abundante y diverso fue *Caenohalictus* con ocho morfoespecies y con un total de 466 individuos (85,5 % del total de individuos colectados) (Fig. 2). Solamente cuatro morfoespecies se representaron por un solo individuo: *Bombus funebris* (Smith, 1854), (Zona1), *Caenohalictus sp3*, *Caenohalictus sp6* y *Acanthopus sp.* (Zona 2).

En cuanto a la eficiencia de los métodos de colecta, el método de platos amarillos fue más efectivo para la

Tabla 1. Número de individuos colectados por género de abejas con el uso dos métodos de colecta. En paréntesis número de morfoespecies colectadas por cada género.

Abejas colectadas	Red entomológica	Platos amarillos	Total
APIDAE			
<i>Centris</i> Fabricius, 1804	4 (1)	0	4 (1)
<i>Bombus</i> Latreille, 1802	1 (1)	0	1 (1)
<i>Acanthopus</i> Klug, 1807	1 (1)	0	1 (1)
MEGACHILIDAE			
<i>Anthidium</i> Fabricius, 1804	12 (4)	7 (3)	19 (4)
<i>Megachile</i> Latreille, 1802	20 (4)	2 (1)	22 (4)
<i>Trichothurgus</i> Moure, 1949	2 (1)	0	2 (1)
COLLETIDAE			
<i>Colletes</i> Latreille, 1802	10 (4)	0	10 (4)
<i>Xeromelissa</i> Cockerell, 1926	0	11 (1)	11 (1)
HALICTIDAE			
<i>Sphecodes</i> Latreille, 1804	9 (1)	0	9 (1)
<i>Caenohalictus</i> Cameron, 1903	11 (5)	455 (7)	466 (8)
TOTAL	60 (22)	485 (12)	545 (26)

captura de individuos (485 individuos - 89 %) que el de red entomológica (60 individuos - 11 %) (Tabla 1). Para riqueza de especies, el método más efectivo fue el de red entomológica con 21 morfoespecies (81%) y platos amarillos con 13 morfoespecies (50 %). Las especies exclusivas para el método de red entomológica fueron: *Centris* sp., *Anthidium sp1*, *B. funebris*, *Acanthopus* sp., *Trichothurgus* sp., *Megachile sp1*, *Megachile sp2*, *Megachile sp3*, *Colletes sp1*, *Colletes sp2*, *Colletes sp3*, *Colletes sp4* y *Caenohalictus sp3*; y para platos amarillos fue: *Xeromelissa* sp., *Caenohalictus sp6*, *Caenohalictus sp7* y *Caenohalictus sp8*.

En relación a la comparación entre zonas, las que presentaron mayor riqueza de especies (S) fueron las zonas 1 y 2 con 18 morfoespecies (Tabla 2). Los resultados obtenidos para la diversidad en las zonas de estudio muestran que el índice de Shannon-Wiener fue mayor en la zona 2 ($H' = 2,048$) (Tabla 2). Los valores obtenidos a partir del índice de Shannon para cada zona fueron concordantes con los valores dados por el test de Hutchenson, el cual mostró diferencias significativas entre las dos zonas 1 y 2, con un valor de $2,0102e^{-05} < 0.05$, que indica que la diversidad de la comunidad de abejas en estas dos zonas es

Tabla 2. Número de individuos (N), riqueza de especies (S) y el índice de diversidad de Shannon (H'), índice de dominancia de Simpson (D) e índice equidad de Pielou (J') entre las zonas de estudio:

Zona de Estudio	N	S	H'	D	J'
Zona 1	402	18	1,539	0,2781	0,5326
Zona 2	123	18	2,048	0,1923	0,7086
Zona 3	20	7	1,805	0,18	0,9275

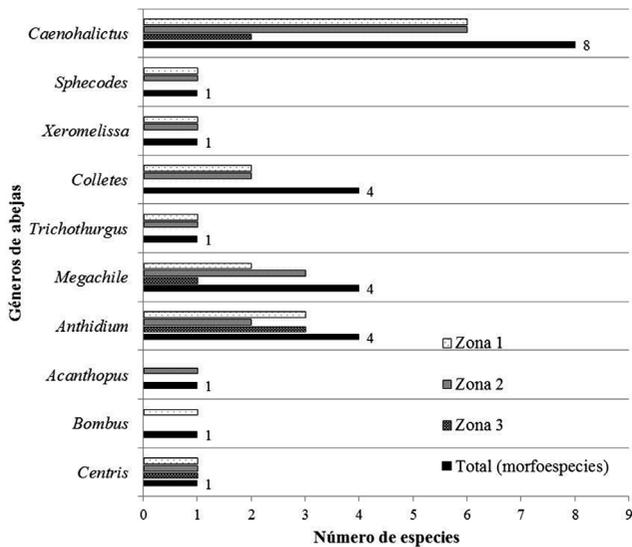


Figura 2. Géneros de abejas presentes en cada zona de estudio y número total de morfoespecies de abejas encontradas por cada género. Familia Apidae: *Centris* Fabricius, *Bombus* Latreille y *Acanthopus* Klug; Familia Megachilidae: *Anthidium* Fabricius, *Megachile* Latreille y *Trichothurgus* Moure; Familia Colletidae: *Colletes* Latreille y *Xeromelissa* Cockerell; y Familia Halictidae: *Sphecodes* Latreille y *Caenohalictus* Cameron.

diferente. La comparación entre los grupos de las zonas 1/ zona 2 (0,084003), y zona 2/ zona 3 (0,16393) no presentó diferencias significativas.

Los valores generados por el índice de dominancia D de Simpson fueron bajos para las tres zonas de estudio, oscilando entre 0,18 (zona 3) y 0,27 (zona 1). Estos valores de dominancia se ven reflejados en la equidad según el índice de Pielou, cuyos valores en la zona 3 ($J' = 0,9275$) fueron más elevados en comparación con las otras dos zonas. Estos resultados indican que la zona 1 presentó mayor dominancia de especies, mientras que la zona 3 mayor equidad (Tabla 2).

La similitud en la composición de las especies obtenidas a partir del índice de Jaccard y del dendograma generado, mostraron que las zonas 1 y 2 tuvieron una similitud de 0,44, zona 1 y 3 (0,32), y zona 2 y 3 (0,25) (Fig. 3); estos valores indican que las zonas 1 y 2 tuvieron más especies compartidas en comparación con la zona 3.

Se analizó la curva de acumulación de especies de abejas colectadas en las tres zonas estudiadas durante siete meses de muestreo, y se observó que su eficiencia, para cada sitio, fue sobre el 80 %, usando como estimadores Chao1 = 31,33 especies y Bootstrap = 30,64 especies (Fig. 3). Lo que indica que en esas zonas faltaron entre cuatro y seis especies por capturar, en relación al número de especies observadas = 26 (Sobs). Por lo que se sugiere que el esfuerzo de muestreo se acercó a la riqueza presente en esta provincia y que es necesario continuar haciendo estudios en la zona.

DISCUSIÓN

Los estudios de abejas en las regiones altoandinas son escasos, la mayoría de inventarios y análisis de diversidad de abejas en esta región han sido reportados para Colombia (González y Engel, 2004; González *et al.*, 2005), Chile (Montalva *et al.*, 2012; Henríquez-Piskulich *et al.*, 2020) y Argentina (Medan *et al.*, 2002). En el Perú los estudios de abejas, en general, son aún más escasos. Gran parte de estos trabajos han sido enfocados en actividades pecuarias como apicultura y meliponicultura (Chayña y Wily, 2019; Delgado *et al.*, 2019; Delgado y Rasmussen, 2019). Los otros grupos de abejas son poco conocidas, y los escasos reportes que existen se refieren a descripciones de nuevas especies a partir de la revisión de material depositado en colecciones científicas (Vieira y Vivallo, 2009; Engel, 2013; Engel y Rasmussen, 2013; González, *et al.*, 2013; González *et al.*, 2019). En la actualidad no existen estudios de inventarios y diversidad de abejas en ecosistemas altoandinos en Perú; siendo únicamente mencionadas en levantamientos de artropofauna como es el caso de Oroz-Ramos *et al.* (2017) y Oroz-Ramos *et al.* (2018) en bosques de *Polylepis*, donde se reportan tres individuos de la Superfamilia Apoidea, sin llegar a identificarlas. Por lo anterior, el presente trabajo corresponde al primer estudio sobre la diversidad de abejas para ecosistemas altoandinos en Perú, incluyendo un inventario preliminar que permite obtener información sobre las especies de abejas con distribución sobre los 4000 m. s. n. m. Dichos inventarios son una herramienta para los planes de conservación y uso de recursos naturales.

Las familias mejor representadas (número de especies y abundancia relativa) fueron Colletidae, Megachilidae y Halictidae. La familia Andrenidae no se reporta en este estudio, por ser una familia muy escasa y rara para Sudamérica y la región Neotropical. Según Moure *et al.* (2007), solamente cinco especies de esta familia han sido reportadas para el Perú.

Para este estudio se identificaron un total de 26 morfoespecies (diez géneros). *Caenohalictus* fue el género que presentó mayor abundancia (85 % del total de individuos colectados) y riqueza (ocho morfoespecies de un total de 26) (Fig. 2). Este género presenta amplia distribución en el Neotrópico y principalmente en los Andes de Sudamérica con siete especies presentes para Perú y especies nuevas por describir (González *et al.*, 2005; Moure *et al.*, 2007). Asimismo, Michener (2007), menciona que la tribu Halictini es más diversa y abundante en los Andes y que su época de reproducción es en verano, lo cual coincide con las fechas en que se realizaron los muestreos en este estudio y donde se colectaron en su mayoría halictidos.

Para el género *Anthidium* se colectaron cuatro morfoespecies asociadas a plantas de las familias Asteraceae y Fabaceae (*S. collinus*, *Parastrephia* sp, *C. rotundifolia* y *A. spinosissima*). González y Griswold (2013) reportan para la región de Puna

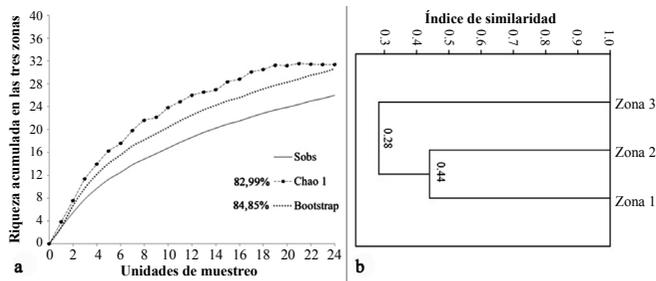


Figura 3. a. Curva de acumulación de especies y eficiencia para cada estimador. b. Dendograma de similitud entre las zonas de muestreo a partir de la presencia y ausencia de morfoespecies de abejas, con datos del índice de Jaccard. El coeficiente de correlación para este dendograma fue de 0,9401.

en Perú, especies de este género: *Anthidium adelphum* González y Griswold (2013), *A. alsinai* Urban 2001, *A. deceptum* Smith 1879, *A. funereum* Schletterer 1890, *A. masunariae* Urban 2001, *A. nigerrimum* Schrottky 1910, *A. peruvianum* Schrottky 1910, *A. toro* Urban 2001; indicando que también visitan flores de Asteraceae y Fabaceae. Adicionalmente, se colectaron cuatro morfoespecies del género *Megachile*. De acuerdo con Durante *et al.* (2006), en Perú se ha reportado a *Megachile garleppi* Friese 1994, *M. piurensis* Cockerell 1911 y *M. saulyi* Guérin 1844; está última descrita para la región Andina en países como Bolivia, Argentina, Chile y Perú.

La mayoría de los especímenes no se lograron identificar a nivel de especie debido a la escasa información y pocos reportes que se tienen sobre las especies de abejas para el Perú y zonas altoandinas sobre los 3900 m. s. n. m. Tampoco existen colecciones de referencia y claves taxonómicas de abejas en el país. Únicamente se identificó a nivel de especie, un macho del género *Bombus*: *B. funebris*, encontrado en la zona 1, entre los 3900-4090 m.s.n.m. Según Rasmussen (2003), esta especie se encuentra distribuida en el Neotrópico desde Colombia hasta Chile y es reportada para la región de Arequipa. Liévano y Ospina (1984), indican que esta especie alcanza los 4750 m.s.n.m. para Colombia.

Respecto a las especies parásitas, se colectó una morfoespecie de *Sphecodes*. Según Michener (2007), este género parasita en su mayoría a especies de la familia Halictidae, y también pueden atacar especies de la familia Colletidae y Andrenidae. Asimismo, se encontró una morfoespecie cleptoparásita del género *Acanthopus*. Gaglianone (2001) señala que este género ataca individuos del género *Centris*, y probablemente está relacionado con especies de abejas encontradas en el lugar.

El horario escogido para la colecta (9:00 a 13:00) fue seleccionado ya que se observó mayor actividad de abejas mejores condiciones climáticas (radiación solar, fuerza de viento, humedad, etc.) en este horario; en horarios anteriores y posteriores a estos, no se observó actividad de abejas por las condiciones climáticas adversas, sobretodo la temperatura y humedad. El método de platos amarillos

fue más fácil de emplear en las zonas 1 y 3 debido que estas presentaban un terreno más abierto en comparación con la zona 2 que presentaba un terreno con laderas abruptas y áreas rocosas y estrechas. Mientras que el método de red entomológica fue difícil de emplear en las tres zonas de estudio debido a la presencia de *A. spinosissima* de la familia Fabácea, la cual es una especie de arbusto con espinas muy ramificado (Quipusco y Huamantupa, 2010), que dificultó el desplazamiento y el esfuerzo al coleccionar.

El método de platos amarillos proporcionó abundancias relativas más altas que casi en su totalidad eran abejas de menor tamaño (*Sphecodes*, *Caenohalictus*, *Xeromelissa* y *Colletes*) (Tabla 1). González *et al.* (2016) indica que las abejas más grandes se capturan con mayor frecuencia con trampas elevadas que con trampas a nivel del suelo; así mismo, los platos amarillos son un método de muestreo que requiere menos horas de trabajo y no depende de colectores capacitados, lo cual elimina el sesgo y es más completa para la evaluación de riqueza mas no tanto para abundancia relativa (Wilson *et al.*, 2008). El método de red entomológica proporcionó menor abundancia relativa en comparación con otros estudios de levantamiento de abejas por el mismo hecho de ser un ecosistema altoandino con menor disponibilidad de recursos, por el terreno accidentado (terreno rocoso y depresiones) que dificultaba el desplazamiento normal, y por el mayor esfuerzo al coleccionar en bajas temperaturas y en condiciones climáticas adversas como se explicó anteriormente, típicas de los Andes, a grandes altitudes (4000 m. s. n. m.).

CONCLUSIONES

Los ecosistemas altoandinos de Yaretal y de relicto de bosque de *Polylepis*, presentes en la Puna, a pesar de las condiciones climáticas y geográficas adversas pueden llegar a presentar una considerable riqueza de especies de abejas como se puede observar con los resultados obtenidos en este estudio. Estas especies de abejas están relacionadas con la gran riqueza de flora endémica presente en estos ecosistemas altoandinos. Las abejas nativas a su vez requieren ser más estudiadas para poder conocer mejor la composición de la comunidad e incrementar los esfuerzos de muestreo con el fin de tener una idea real de las especies presentes en esta zona y en otras regiones altoandinas. De esta manera es posible diseñar planes de manejo en su conservación y ampliar el conocimiento sobre la fauna de abejas de Perú.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa por la subvención recibida según contrato N° TP-13-

2018; a los miembros del área de entomología del MUSA, principalmente a Oscar Quispe Colca y Fernando Ancco Valdivia por su asesoría científica; a el Doctor José Ricardo Cure Hakim por la verificación en la identificación de los morfotipos a nivel de género y a los miembros del grupo de investigación Biodiversidad y Ecología de abejas silvestres (BEAS) de la Universidad Militar Nueva Granada, en especial a Andrés Herrera Motta y Rubén Rodríguez Gil por el procesamiento de datos.

REFERENCIAS

- Ascher JS, Pickering J. Discover life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). 2020. Disponible en: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. Citado: 18 Mar 2020.
- Brack A, Mendiola C. Ecología del Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: Editorial Bruño; 2000. p. 83-252.
- Calviño CI, Fernandez M, Martínez SG. Las especies de Azorella (Azorelloideae, Apiaceae) con distribución extra-Argentina. *Darwiniana*. 2016;4(1):57-82. Doi: <http://dx.doi.org/10.14522/darwiniana.2016.41.681>
- Chayña M, Wily L. La industria apícola peruana y su futuro (monografía de licenciatura). Lima: Facultad de Agropecuaria y Nutrición, Universidad Nacional de Educación; 2019. 119 p.
- Colwell R. *EstimateS*: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Ver 9.1.0. User's guide and application; 2013. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Citado: 19 ene 2020.
- Cuesta F, Muriel P, Beck S, Meneses RI, Halloy S, Salgado S, Becerra MT. Biodiversidad y cambio climático en los Andes tropicales-Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Lima-Quito: Red Gloria-Andes; 2012. p. 21-23.
- Delgado VC, Mejía CK, Sahut A, Amorin J. Manual para criar abejas sin aguijón con énfasis en la "ronsapilla" *Meliponea Eburnea*. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2019. 47 p. Disponible en: http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/IIAP/397/1/Delgado_libro_2019b.pdf. Citado: 28 Mar 2020.
- Delgado VC, Rasmussen C. Abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en Loreto, Perú. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; 2019. 71 p. Disponible en: http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/IIAP/396/1/Delgado_libro_2019a.pdf. Citado: 28 Mar 2020.
- Durante S, Abrahamovich AH, Lucia M. El subgénero *Megachile* (Dasymegachile) Mitchell con especial referencia a las especies argentinas (Hymenoptera: Megachilidae), Neotrop *Entomol*. 2006;35(6):791-802. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000600012>
- Engel MS, Rasmussen C. Revision of the bee genus *Chlerogella* (Hymenoptera: Halictidae), Part III: New records and a new species from Peru. *J Melittology*. 2013;9:1-8. Doi: <https://doi.org/10.17161/jom.v0i9.4507>
- Engel MS. The bee genus *Ischnomelissa* in Peru, with a key to the species (Hymenoptera: Halictidae). *J Melittology*. 2013;23:1-5. Doi: <https://doi.org/10.17161/jom.v0i23.4641>
- Fernández F, Sharkey M. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá D.C, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia; 2006. p. 443-503.
- Gaglianone MC. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). *Rev Bras Zool*. 2001;18:107-117. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752001000500008>
- González Betancourt VH, Alvarado M, Rasmussen C. Una especie nueva de *Andinopanurgus* (Hymenoptera: Andrenidae) de las grandes alturas del sur de Perú. *Rev Peru Biol*. 2019;26(2):211-216. Doi: <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i2.15586>
- González VH, Engel MS. The tropical Andean bee fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea), with examples from Colombia. *Entomol Abh*. 2004;62(1):65-75.
- González VH, Griswold TL. Wool carder bees of the genus *Anthidium* in the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae): Diversity, host plant associations, phylogeny, and biogeography. *Zool J Linn Soc*. 2013;168(2):221-425. Doi: <https://doi.org/10.1111/zoj.12017>
- González VH, Ospina M, Bennett D. Abejas altoandinas de Colombia: guía de campo. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2005. 80 p.
- González VH, Park KE, Çakmak I, Hranitz JM, Barthell JF. Pan traps and bee body size in unmanaged urban habitats. *J Hymenopt Res*. 2016;51:241-245. Doi: <https://doi.org/10.3897/jhr.51.9353>
- González VH, Rasmussen C, Engel MS. *Incasarus garciai*, a new genus and species of panurgine bees from the Peruvian Andes (Hymenoptera: Andrenidae). *J Melittology*. 2013;8:1-9. Doi: <https://doi.org/10.17161/jom.v0i8.4506>
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontol Electronica*. 2001;4(1):4-9.
- Henríquez-Piskulich P, Villagra CA, Vera A. Native bees of high Andes of Central Chile (Hymenoptera: Apoidea): biodiversity, phenology and the description of a new species of *Xeromelissa* Cockerell (Hymenoptera: Colletidae: Xeromelissinae). *Peer J*. 2020;8(e8675):1-28. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.8675>
- Hutcheson K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J Theor Biol*. 1970;29(1):151-154. Doi: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90124-4)
- INRENA. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Plan Maestro

- 2006-2011. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura; 2007. p. 41-43.
- Liévano A, Ospina R. Contribución al conocimiento de los abejorros sociales de Cundinamarca (tesis de grado). Bogotá, Colombia: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 1984. 163 p.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Sydney: Croom Helm. 247 p.
- Medan D, Montaldo NH, Devoto M, Maniese A, Vasellati V, Roitman GG, Bartoloni NH. Plant-pollinator relationships at two altitudes in the Andes of Mendoza, Argentina. *Arct Antarct Alp Res.* 2002;34(3): 233-241. Doi: <https://doi.org/10.1080/15230430.2002.12003490>
- Mendoza W, Cano A, Vento R. Bosques de *Polylepis* de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Arequipa y Moquegua, Perú. *Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.* Lima, Perú: DESCO, PROFONANPE, SERNANP; 2010. p. 167-173.
- Mendoza W, Cano A. Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Rev Peru Biol.* 2011;18(2):197-200. Doi: <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.228>
- Michener CD. The bees of the world. Vol. 1. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press; 2000. p. 116-806.
- Michener CD. The bees of the world. 2nd ed. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press; 2007. p. 4-802.
- Montalva J, Castro B, Allendes JL. Nesting biology of *Megachile semirufa* (Hymenoptera: Megachilidae: Dasymegachile) in high mountain, Chile. *Caldasia.* 2012;34(2):475-481.
- Montenegro B, Zúñiga S, Zeballos H. Climatología de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, suroeste del Perú. *Diversidad biológica de la Reserva Nacional.* Lima, Perú: DESCO, PROFONANPE, SERNANP; 2010. p. 263-273.
- Morrone JJ. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T-Manuales & Tesis SEA. Vol. 3. Zaragoza: (CYTED) Cooperación Iberoamericana, UNESCO, (SEA) Sociedad Entomológica Aragonesa; 2001. 148 p.
- Moure JS, AR G, Urban D. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region, Curitiba. *Rev Bras Entomol.* 2007;39(4): 387-1058.
- Oroz-Ramos AJ, Bustamante-Navarrete AA, Farfán-Flores J, Santander-Azpilcueta OJ, Rodríguez-Veintemilla AM. Evaluación de la Artrópodo-fauna asociada a los Bosques de *Polylepis* de la Región Puno, Perú. *Rev Gla Eco Mont.* 2018;(5):69-80. Doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2538029>
- Oroz-Ramos AJ, Bustamante-Navarrete AA, Farfán-Flores J, Santander-Azpilcueta OJ. Artrópodo-fauna de los bosques de *Polylepis* (Rosaceae) de la zona de Conchucos, Ancash. *Rev Gla Eco Mont.* 2017;3:97-112. Doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1162955>
- Quipuscoa V, Huamantupa I. Plantas vasculares de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Arequipa-Perú. *Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.* Lima, Perú: DESCO, PROFONANPE, SERNANP; 2010. p. 63-88.
- Rasmussen C. Clave de identificación para las especies peruanas de *Bombus* Latreille, 1809 (Hymenoptera, Apidae), con notas sobre su biología y distribución. *Rev Per Ent.* 2003;43(1):31-45.
- Romesburg HC. Cluster Analysis for researchers. Florida, R.E: Krieger Publishing Company Inc; 1984. 488 p.
- Sakagami SF, Laroca S, Moure JS. Wild Bee Biocoenotics in São Jose dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report. *J Fac Sc Hokkaido University, Serie VI, Zoology.* 1967;16(2):253-291.
- Segovia-Salcedo MC, Domic A, Boza T, Kessler M. Situación taxonómica de las especies del género *Polylepis*. Implicancias para los estudios ecológicos, la conservación y la restauración de sus bosques. *Ecol Aust.* 2018;28(1-bis):188-201. Doi: <http://dx.doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.527>
- Servat GP, Mendoza W, Ochoa JA. Flora y fauna de cuatro bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú). *Ecol Apl.* 2002;1(1-2):25-35. Doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v1i1-2.226>
- Silveira FA, Melo GA, Almeida EA. Abelhas brasileiras. Sistemática e Identificação. Fundação Araucária. Brazil: Belo Horizonte; 2002. 253 p.
- Simpson BB. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). *Smithsonian Contributions to botany.* 1979;43:1-62. Doi: <http://dx.doi.org/10.5479/si.0081024X.43.1>
- Talavera C, Ortega A, Jiménez P, Villegas L, Villasante F, Vivanco C, Fernández C. Mapa de la vegetación en la cuenca del río Chili Arequipa-Perú. In IV Congreso Internacional de ecosistemas secos; 2011. p. 46. Doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22864.05126>
- Vieira Zanella FC, Vivallo F. A new species of the bee genus *Centris* from Peru (Hymenoptera: Apidae). *Zootaxa.* 2009;2175(1):66-68. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.2175.1.7>
- Wilson JS, Griswold T, Messinger OJ. Sampling bee communities (Hymenoptera: Apiformes) in a desert landscape: are pan traps sufficient? *J Kans Entomol Soc.* 2008; 81(3):288-300. Doi: <http://dx.doi.org/10.2317/JKES-802.06.1>
- Zeballos H, Ochoa JA, Cornejo A. La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, una muestra representativa de Puna seca de América del Sur. *Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.* Lima, Perú: DESCO, PROFONANPE, SERNANP; 2010. p. 17-25.