



Variación y promedio de la distinción taxonómica de aves en los aeropuertos de Piura y Jaén, Norte de Perú

Variation and average of the taxonomic distinction of birds at the airports of Piura and Jaen, Northern Peru

Javier Armando Azabache-Requena^{1*}; Ronald Wilmer Marcial-Ramos¹

¹Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla-Piura Apartado Postal 295

Javier Azabache Requena:  <https://orcid.org/0000-0001-9889-074X>

Ronald Marcial Ramos:  <https://orcid.org/0000-0002-3836-1894>

Artículo original

Recibido: 3 de febrero 2021
Aceptado: 4 de junio 2021

Resumen

Debido a que en los aeropuertos existe una constante mortalidad de aves es necesario evaluar la diversidad de aves en estos lugares a través de índices que nos ayuden a medirla de manera más exacta, se realizó un análisis temporal comparando la diversidad taxonómica de aves entre los aeropuertos de Piura y Jaén, en el norte de Perú. La mayor distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) se encontró en el aeropuerto de Piura ($p=0.0007<0.05$) por lo tanto, presentó una mayor diversidad taxonómica de aves es decir especies menos emparentadas taxonómicamente. En cuanto a la variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) fue menor también en el de Piura ($p=0,0073<0,05$) por lo que la distribución de especies es más equitativa en las categorías taxonómicas superiores, además la presencia de aves endémicas como *Geositta peruviana* en el aeropuerto de Piura, especies dentro de la clasificación CITES II en ambos aeropuertos y especies amenazadas nos muestran que los aeropuertos también son lugares donde se deben aplicar estrategias de conservación.

Palabras clave: aeropuertos, distinción taxonómica, norte de Perú

Abstract

Due to the fact that in airports there is a constant mortality of birds, it is necessary to evaluate the diversity of birds in these places through indices that help us to measure, a temporal analysis was carried out comparing the taxonomic diversity of birds between Piura and Jaen airports in the north of Peru. The highest average taxonomic distinction ($\Delta+$) was found at the Piura airport ($p=0.0007<0.05$) therefore it presented a greater taxonomic diversity of birds, that is less taxonomically related species. Regarding the variation of the taxonomic distinction ($\Lambda+$) it was smaller in Piura ($p=0.0073<0.05$), so here the distribution of species is more equitable in the higher taxonomic categories, in addition to the presence of endemic birds such as *Geositta peruviana* at Piura airport, species within the CITES II classification at both airports and threatened species show us that airports are also places where conservation strategies must be applied.

Keywords: airports, northern Peru, taxonomic distinction

*Autor para correspondencia: javierazabache7@outlook.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.10>

Citar como:

Azabache-Requena, J., & Marcial-Ramos, R. 2021. Variación y promedio de la distinción taxonómica de aves en los aeropuertos de Piura y Jaén, Norte de Perú. REBIOL, 41(1):102-113.

1. Introducción

Medidas tradicionales de diversidad, que toman en cuenta solo el número de especies y su representatividad, han mostrado tener pocas estimaciones predictivas de la estructura y el funcionamiento de comunidades, mientras que las medidas de diversidad que incorporan información sobre las relaciones filogenéticas de las especies o sus características funcionales pueden ser mejores que las medidas tradicionales para muchos propósitos (Cianciaruso et al., 2009).

Evelyn Crystalla Pielou fue la primera que resaltó la importancia de las métricas no neutrales, al postular que la diversidad será mayor en una comunidad cuyas especies pertenecen a muchos géneros, en comparación de otra donde la mayoría de las especies son congénicas (Pérez, 2019).

La diversidad taxonómica es el grado de relación entre las especies dentro de la estructura taxonómica de una comunidad, y es un reflejo de su diversidad evolutiva. Así, el valor de la diversidad taxonómica de cada comunidad estará en función de la estructura taxonómica que posean sus especies (García et al., 2016).

Ellingsen et al. (2005) mencionan que la distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) es una medida del grado medio en el que las especies están relacionadas entre sí. Además, se basa en la presencia/ausencia de las especies y actúa como indicador cualitativo, evalúa la riqueza junto con la distancia taxonómica entre cada par de especies, por medio de una matriz de agregación taxonómica (Herrera et al., 2016)

La variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) es simplemente la varianza de estas longitudes de ruta por pares y refleja la desigualdad del árbol taxonómico (Clarke & Warwick, 2001).

Investigaciones recientes han añadido estas medidas para el estudio de vertebrados e invertebrados (Herrera et al., 2016; Peña et al., 2018; Bevilacqua et al., 2009; Barjau et al., 2014), ya que de acuerdo a Hidalgo et al. (2015) brindan una nueva interpretación de la diversidad y sirven de base para la evaluación y monitoreo ambiental.

De acuerdo a la Dirección General de Aviación Civil (2018) los aeropuertos deben establecer directrices y orientaciones de orden técnico operativo sobre la gestión por fauna ya que las condiciones dentro y alrededor de los aeropuertos son atractivos para la fauna silvestre. Es así,

que en estas zonas la aviación introduce nuevos factores ambientales que impactan el normal y buen desarrollo de las especies (Godínez, 2016).

Normalmente, las condiciones naturales que rodean los aeropuertos contribuyen a un determinado nivel de riesgo de colisiones entre aves y aviones, un gran número de distintas especies de aves mueren por efecto de los impactos con aeronaves en las distintas fases de las maniobras aéreas. Además, los protocolos de seguridad de los aeropuertos promueven la reducción poblacional de aves mediante distintas estrategias de manejo ambiental (Barrientos et al., 2016).

Generalmente los grupos de aves más afectados en los aeropuertos son: gaviotas, rapaces, palomas, estorninos y otros paseriformes debido a su altura de vuelo, tamaño, velocidad y ritmo de aleteo siendo por ejemplo en Estados Unidos la especie más afectada gallinazo cabeza roja (*Cathartes aura*) seguido de las gaviotas (Cano, 2000).

Por lo que es de importancia evaluar constantemente la diversidad de aves en estas zonas para saber cómo influye los aeropuertos y sus actividades en la avifauna, en ese sentido el objetivo de la presente investigación fue describir y comparar la diversidad taxonómica de aves en los aeropuertos de Piura y Jaén a través de la distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$).

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El aeropuerto de Piura, (5°12'12,7" S/80°36'59"O, 34,8 m.s.n.m.) se encuentra en el distrito de Castilla, departamento y provincia de Piura. Cuenta con una pista de aterrizaje de orientación norte-sur, la cual tiene 2500 metros (m) de longitud y 45 m de ancho. La franja de pista y alrededores presenta la siguiente vegetación la cual fue colectada durante los muestreos para su posterior determinación: hierba blanca (*Alternanthera halimifolia*), hierba del alacrán (*Heliotropium angiospermum*), pata de gallina (*Eleusine indica*), tomatillo (*Lycopersicon pimpinellifolium*), falsa verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), turre macho (*Spilanthes leiocarpa*), cadillo (*Cenchrus echinatus*), jaboncillo de campo (*Cucumis dipsaceus*), palo verde (*Cercidium praecox*), overo (*Cordia lutea*), algarrobo (*Prosopis pallida*) y sapote (*Colicodendron scabridum*). Cercana a la zona sur de la

pista del aeropuerto se encuentra el canal Biaggio Arbulú asociado a botaderos de basura y a una laguna temporal. El aeropuerto de Jaén (05°35'29" S/78°46'17"O, 795 m.s.n.m.) se encuentra en el distrito Bellavista, provincia Jaén, departamento Cajamarca y región Cajamarca, a 27 Km de la ciudad de Jaén. Presenta una pista de 2400 m de longitud y 45 m de ancho con una orientación norte-sur. Presenta la siguiente vegetación determinada durante el

muestreo: escobilla (*Chloris virgata*), cadillo arenoso (*Cenchrus myosuroides*), pata de gallina (*Eulusine indica*), hierba blanca (*Alternanthera halimifolia*), hierba del alacrán (*Heliotropium angiospermum*), tomatillo (*Lycopersicon esculentum*), algodón (*Gossypium barbadense*), faique (*Acacia macracantha*) y cerezo silvestre (*Muntingia calabura*).

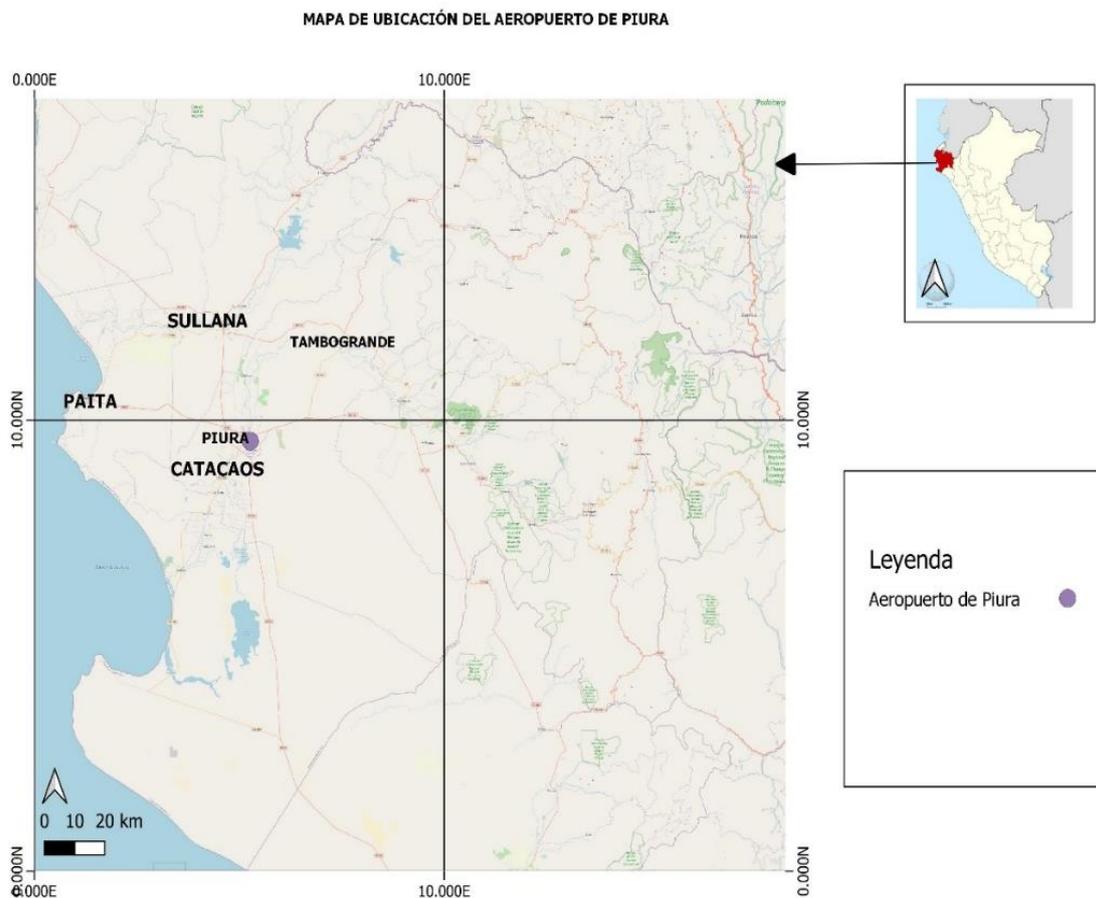


Figura 1. Ubicación del aeropuerto de Piura

Metodología

Se comparó la diversidad entre los aeropuertos de Piura y Jaén, pero desde la perspectiva taxonómica en un análisis temporal, para lo cual primero se determinó la composición taxonómica de aves en ambos aeropuertos utilizando la lista de las aves del Perú (Plenge, 2020) utilizando 4 niveles jerárquicos (orden, familia, género y especie). El registro de especies en el aeropuerto de Piura

se realizó entre el 10 de junio de 2017 y 10 de mayo de 2018; mientras que el registro en el aeropuerto de Jaén se realizó entre el 2 de enero y el 2 de diciembre de 2019. En ambos casos para registrar las especies se utilizaron los métodos de transectos lineales, búsquedas intensivas y reconocimiento de especies de manera auditiva. Las observaciones fueron realizadas con ayuda de binoculares Eagle optics 8 x 42, cámara Bridge Sony 50x y de las guías de aves (Schulenberg et al., 2010; Ugaz & Saldaña, 2014).

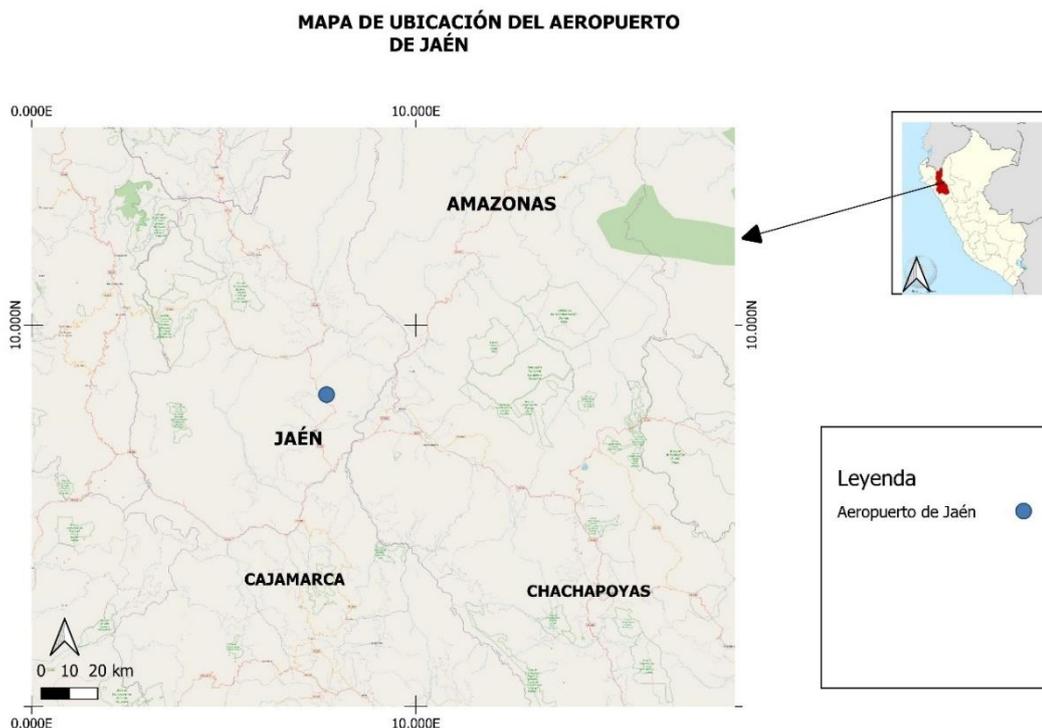


Figura 2. Ubicación del aeropuerto de Jaén

Posteriormente se calculó la eficiencia de muestreo, a través del programa Primer V.6, en ambos aeropuertos, comparando el número de especies observadas (**Sobs**) con el estimador Jackknife 1 (Figuras 3 y 4). Para determinar si había una diferencia estadísticamente significativa entre la eficiencia de muestreos se realizó una prueba de U Mann Whitney, esto se realizó con la ayuda del programa Minitab 17.

Si es que había diferencias entre los esfuerzos de muestreo no se podría realizar una comparación de la diversidad a través de la riqueza o abundancia de especies por lo que la comparación de la diversidad sería a través de la distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) ya que estos índices son independientes del esfuerzo de muestreo. Utilizando las siguientes fórmulas (Pérez, 2019):

$$\Delta+ = \frac{[\sum_{i < j} \omega_{ij}]}{[s(s-1)]}$$

$$\Lambda+ = \sum (\omega_{ij} - MPD)^2 / s(s-1)$$

s = número de especies observadas

ω_{ij} = peso o valor de distintividad dado a cada ruta

taxonómica de la clasificación jerárquica, desde la especie i hasta el primer nodo en común con la especie j .

El cálculo de los índices se realizó a través del programa Primer V6, además se procedieron a graficarlos con este mismo programa mediante los Funnel Plot (gráficos de embudo) los que se hicieron con 1000 sub muestras aleatorias y el número de especies encontradas en los aeropuertos. Para saber si hubo una diferencia estadísticamente significativa de ambos índices ($\Delta+$ y $\Lambda+$) se realizó también una prueba de U Mann Whitney.

3. Resultados

Composición taxonómica

Entre el 10 de junio 2017 y el 10 de mayo 2018 en el aeropuerto de Piura se encontraron 65 especies (Anexo 1) de aves distribuidos en 16 órdenes, 31 familias y 61 géneros; mientras que entre el 2 de enero y el 2 de diciembre del 2019 se encontraron en el aeropuerto de Jaén 69 especies (Anexo 2) distribuidas en 16 órdenes, 29 familias y 65 géneros.

Tabla 1: Eficiencia de muestreo (%) en los aeropuertos de Piura y Jaén

aeropuerto	mes	especies observadas	Jacknife 1	eficiencia de muestreo
Piura	1	38,07	38,07	55,4417
	2	48,131	58,1155	70,0936
	3	53,249	63,675	77,5470
	4	56,457	66,2677	82,2189
	5	58,719	67,8798	85,5131
	6	60,416	68,89933	87,9844
	7	61,803	69,7444	90,0043
	8	62,835	70,0371	91,5072
	9	63,561	69,7894	92,5645
	10	64,212	69,5210	93,5 126
	11	64,675	69,2022	94,1868
	12	65	68,6666	94,6601
Jaén	1	34,533	34,533	44,178
	2	43,667	52,946	55,863
	3	49,68	61,663	63,556
	4	54,073	67,1312	69,176
	5	57,504	70,9024	73,565
	6	60,16	73,6891	76,963
	7	62,328	75,677	79,737
	8	64,254	77,2083	82,201
	9	65,81	78,202	84,191
	10	67,11	78,683	85,855
	11	68,177	78,728	87,220
	12	69	78,1666	88,272

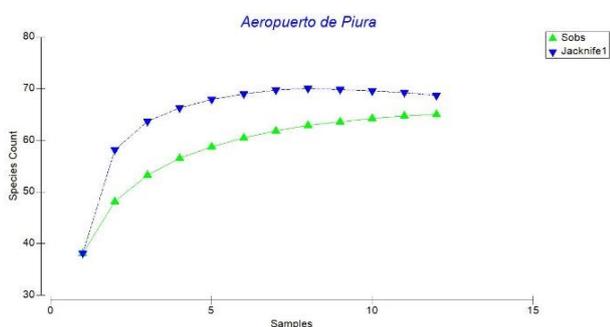


Figura 3. Curva de acumulación de especies para el aeropuerto de Piura

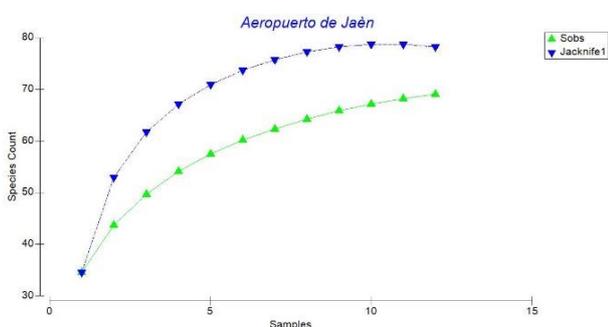


Figura 4. Curva de acumulación de especies para el aeropuerto de Jaén

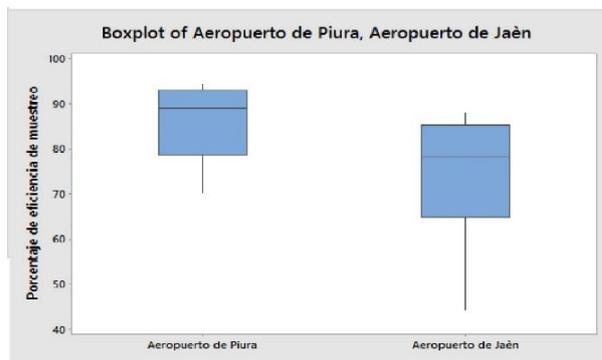


Figura 5. Diagrama de cajas para los esfuerzos de muestreos en los aeropuertos de Piura y Jaén.

La prueba U Mann Whitney mostró que si hay una diferencia estadísticamente significativa entre los esfuerzos de muestreo con $P= 0,0262$

4. Discusión

En la tabla 1 nos indica que no podríamos comparar la diversidad de aves en los aeropuertos a través de sus abundancias porque habría un sesgo esto debido a la diferencia de eficiencia de muestreo ($P= 0,0262$).

De acuerdo a la tabla 2 aunque en el aeropuerto Piura se encontraron menos especies de aves (65) con respecto al aeropuerto de Jaén (69), La $\Delta+$ es mayor en el aeropuerto

Tabla 2. Distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) de los aeropuertos de Piura y Jaén

Mes	Piura	Jaén
enero	85,28	85,25
febrero	88,43	81,78
marzo	89,22	84,72
abril	86,00	80,83
mayo	86,42	84,96
junio	94,22	86,23
julio	93,20	87,11
agosto	91,87	87,68
septiembre	92,83	84,64
octubre	88,38	85,93
noviembre	86,42	84,35
diciembre	86,99	82,15

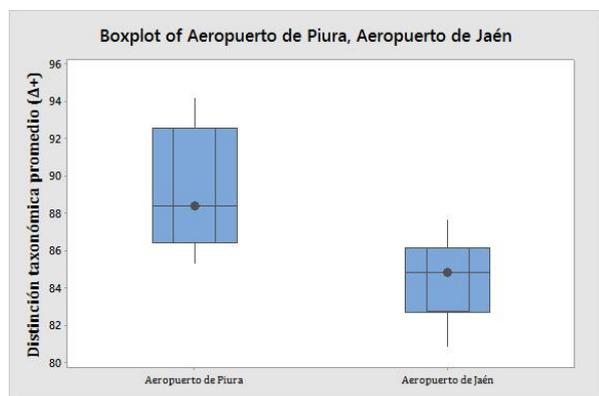


Figura 6. Diagramas de cajas para la distinción taxonómica de los aeropuertos.

Si hay una diferencia estadísticamente significativa de acuerdo a la prueba de Mann Whitney entre la distinción taxonómica promedio de los aeropuertos con $P=0,0007$.

Tabla 3. Variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) de los aeropuertos de Piura y Jaén

Mes	Piura	Jaén
enero	603,92	636,50
febrero	568,75	692,61
marzo	627,86	522,59
abril	672,75	623,16
mayo	602,95	600,42
junio	585,34	312,42
julio	555,78	311,40
agosto	546,19	411,00
septiembre	639,12	373,42
octubre	598,00	553,17
noviembre	622,13	607,86
diciembre	700,17	576,16

de Piura por lo que en el primero hay una mayor diversidad taxonómica es decir especies menos emparentadas taxonómicamente hablando. Por otro lado, la tabla 3 muestra que la $\Lambda+$ menor en el aeropuerto de Piura indica que la distribución de especies es más equitativa en las categorías taxonómicas superiores con respecto al aeropuerto de Jaén. La $\Delta+$ es mayor en el aeropuerto de Piura ($p=0,0007 < 0,05$). Peña et al. (2018) determinaron un mayor $\Delta+$ en un estudio similar, pero con lagartijas en una zona con diversos de tipos de vegetación, concluyendo que esta zona era de importancia para la contribución regional de lagartijas. En el caso del aeropuerto de Piura esta mayor $\Delta+$ no sólo se debe a la vegetación presente en el aeropuerto y sus alrededores, sino también a otras fuentes de atracción para aves como cuerpos de agua temporales. Por su parte Ríos et al. (2013) mencionan que los sitios que presentan una mayor variedad de jerarquías taxonómicas de alto orden y menor variabilidad en su diversidad taxonómica son los que contribuyen de forma importante a la diversidad taxonómica de una región, por lo que el aeropuerto de Piura representaría un lugar valioso que contribuye a la diversidad de aves. De acuerdo a Juaristi et al. (2014) el índice de distinción taxonómica promedio es más sensible que otros para detectar la diferencia entre ubicaciones.

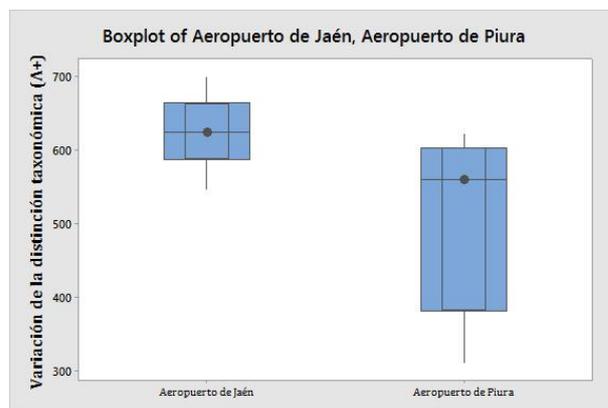


Figura 7. Diagramas de cajas para la variación de la distancia taxonómica de los aeropuertos.

La prueba U Mann Whitney indicó que si hay una diferencia estadísticamente significativa entre la variación de la distinción taxonómica de los aeropuertos de Piura y Jaén con $P=0,0073$.

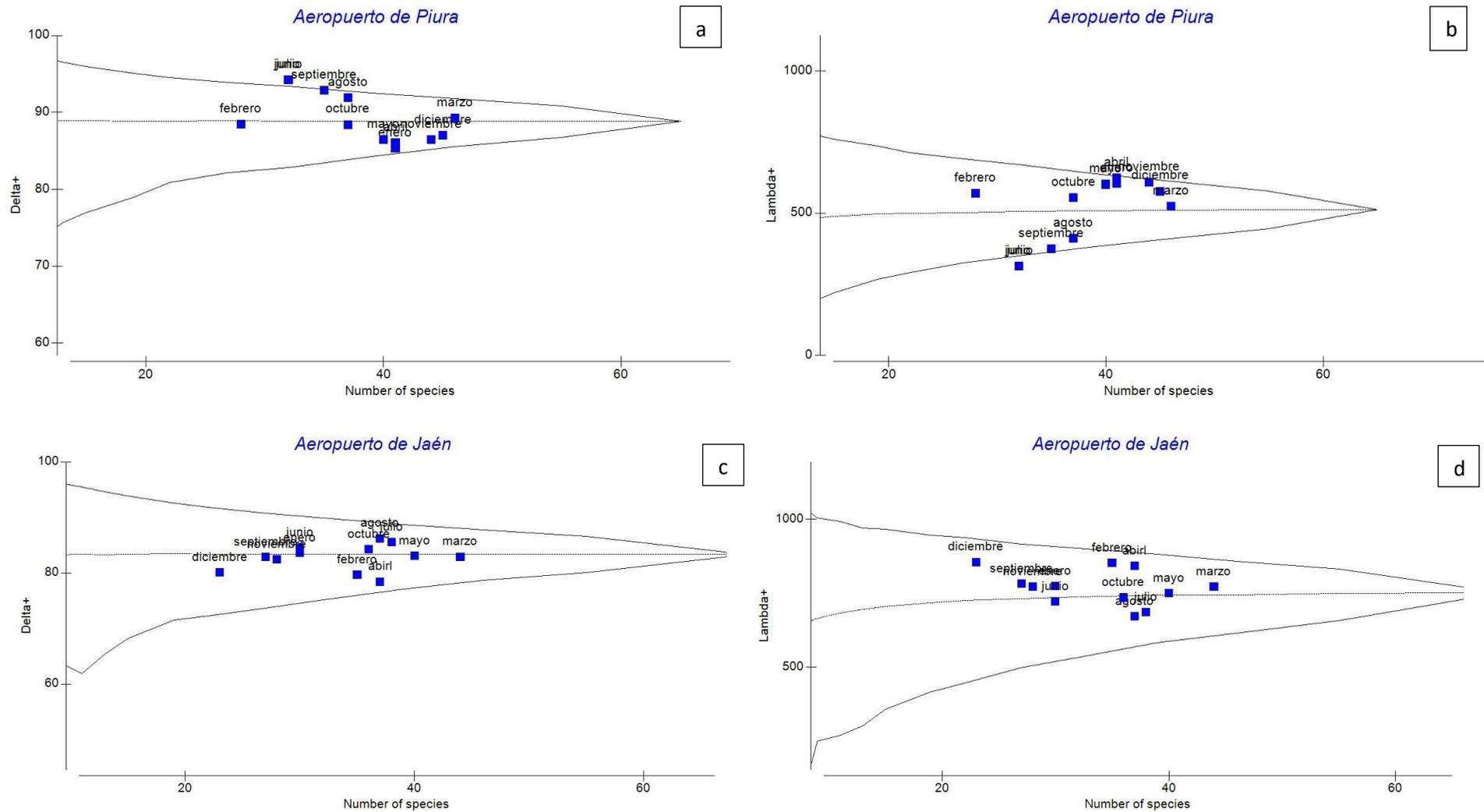


Figura 8. Gráfica Funnel Plot con un 95% de confiabilidad, el promedio (a) la distinción taxonómica en junio y julio en el aeropuerto de Piura se encuentra por encima de la distribución esperada y la variación (b) se ubican por debajo de la distribución esperada en esos mismos meses, mientras que el promedio (c) y la variación (d) de la distinción taxonómica del aeropuerto de Jaén se localizan dentro de la distribución esperada.

De acuerdo a la figura 8 (a) la $\Delta+$ en el aeropuerto de Piura para junio y julio 2017, se encuentra por encima de la distribución esperada esto es debido a que se incrementó la aparición de especies, específicamente acuáticas, pertenecientes a diferentes géneros y familias, esto producto de la formación de un cuerpo de agua como resultado de las lluvias, las cuales alcanzaron valores de hasta 258,5 mm/24hrs (ENFEN, 2017), coincidiendo en este punto también con Peña et al. (2018) quienes encontraron una distintividad taxonómica promedio ($\Delta+$) y una riqueza de especies alta en periodo lluvioso.

Novoa et al. (2019) en el bosque seco de Talara (Piura) encontraron una mayor cantidad de especies de aves con respecto a estudios realizados en la misma zona, esto de acuerdo a los autores debido a que los periodos lluviosos ayudaron a incrementar la cobertura vegetal y la oferta alimenticia para las aves, por otro lado, las lluvias permitieron la formación de charcos o lagunillas que contribuyeron a la presencia de aves acuáticas. Esto corroboraría lo obtenido en el análisis figura 8 (a) donde la distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) para el aeropuerto de Piura en los meses lluviosos está fuera de la distribución esperada.

En cuanto a la variación de la distinción taxonómica $\Lambda+$ en el aeropuerto de Jaén es mayor ($p=0,0073 < 0,05$). Hidalgo et al. (2015) mencionan que la $\Lambda+$ baja están asociados a procesos relacionados con actividades humanas, la menor $\Lambda+$ del aeropuerto Piura con respecto al aeropuerto de Jaén indica que el primero es un lugar más perturbado en comparación al segundo, esto se refleja ya que sus actividades aeroportuarias se realizan en el día y en la noche; además, contiguas a este existen áreas urbanas y actividades asociadas a estas zonas como la acumulación de residuos sólidos; mientras que en el aeropuerto de Jaén estas características no están presentes y además sus actividades aeroportuarias son solo dos veces al día. Clarke et al. (2014) también indican que la contaminación puede estar relacionada con una estructura taxonómica simple que deja un árbol taxonómico equilibrado es decir una $\Lambda+$ reducida.

Marcelo et al. (2017) señalan que los bosques estacionalmente secos de Jaén están sometidos constantemente a impactos frecuentes generados por la presencia de pastoreo de ganado vacuno y alta demanda

de leña por los pobladores por lo que estos podrían tener una $\Lambda+$ menor con respecto al aeropuerto de Jaén.

En la figura 8b hubo un mejor reparto de las especies. Bevilacqua et al. (2009) también mencionan que el valor de $\Lambda+$ depende de la distribución de especies entre familias. Los diferentes $\Delta+$ entre los aeropuertos y diferentes épocas del año, muestran de acuerdo a Ellingsen et al. (2005) que este índice varía de acuerdo a su jerarquía taxonómica interna o a la respuesta de los gradientes ambientales. Claro (2013) menciona también que la equidad del árbol taxonómico es mayor cuanto menor es el valor $\Lambda+$. De acuerdo a la figura 8 (c y d) el promedio y la variación de la distinción taxonómica del aeropuerto de Jaén se localizan dentro de la distribución esperada. Según Juaristi et al. (2014) los lugares que presentan la distinción taxonómica promedio dentro del rango esperado son estables desde el punto de vista filogenético y que por lo tanto son lugares en buen estado y el impacto del hombre no ha afectado a las relaciones filogenéticas por lo que se pueden considerar aun ecosistemas sanos.

En cuanto a la riqueza de especies el aeropuerto de Piura presenta una menor cantidad (65) con respecto al aeropuerto de Jaén (69) y sin embargo, el primero presenta una mayor $\Delta+$ esto es posible ya que de acuerdo a Ellingsen et al. (2005) aún no hay una relación clara entre las dos medidas (riqueza de especies y distinción taxonómica promedio) y, por lo tanto, la menor riqueza de especies no tiene necesariamente una distancia taxonómica promedio más pequeña en comparación de los lugares que tienen una mayor riqueza de especies. Bevilacqua et al. (2009) concuerdan también en la discordancia entre la riqueza de especies y la distancia taxonómica promedio y que esto podría ser producto del efecto de los factores ambientales sobre diferentes componentes de la diversidad. Además, Juaristi et al. (2014) mencionan: "La ausencia de algunos de los niveles con un gran número de especies tiende a resultar en la reducción de $\Delta+$. Esto desequilibra la presencia de familias con una o pocas especies. Esta diferencia en la estructura será reflejada por cambios en la distinción taxonómica promedio".

Debido a que los índices distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) son de

mucha utilidad para determinar la diversidad de un lugar es necesario aplicarlos como parte de las estrategias de conservación de aves ya que en ambos aeropuertos se han encontrado especies CITES pertenecientes al apéndice II como *Sarkidiornis melanotos*, *Pandion haliaetus*, *Gampsonyx swainsonii*, *Buteogallus meridionalis*, *Rupornis magnirostris*, *Phalcooboenus megalopterus* y *Falco sparverius*, especies casi amenazadas como *Psittacara erythrogenys* y especies endémicas del Perú como *Geositta peruviana*. Y de esa manera optar también por medidas que ayuden a mitigar la mortalidad de aves en los aeropuertos, así como estrategias (educación ambiental, coordinaciones con autoridades locales) que permitan disminuir el impacto de la actividad humana.

5. Conclusiones

La distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) en el aeropuerto de Piura nos indica que este presenta una mayor diversidad taxonómica de aves con respecto al de Jaén.

La variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) menor en el aeropuerto de Piura muestra que la distribución de especies es más equitativa en las categorías taxonómicas superiores con respecto al aeropuerto de Jaén, además de este valor podemos inferir que el primero es un lugar más perturbado.

La presencia de aves endémicas como *Geositta peruviana* en el aeropuerto de Piura, especies dentro de la clasificación CITES II en ambos aeropuertos y especies amenazadas nos muestran que los aeropuertos también son lugares donde se deben aplicar estrategias de conservación.

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Corporación Peruana de aeropuertos y aviación comercial (CORPAC S.A), Aeropuertos del Perú (ADP) y a su personal por brindarnos las facilidades para realizar la presente investigación.

7. Contribución de los autores

JA (1) la concepción y el diseño de estudio, registro de datos, elaboración de los mapas, redacción del borrador del artículo y la revisión crítica del contenido y la aprobación final.

RM (2) la concepción y el diseño de estudio, redacción del

borrador del artículo y la revisión crítica del contenido y la aprobación final.

8. Conflicto de intereses

No existe conflicto de interés en la redacción, revisión y publicación de este manuscrito.

9. Financiamiento

Financiamiento propio de los autores.

10. Referencias bibliográficas

- Barjau, E., Rodríguez, J. & Galván, F. (2014). Diversidad taxonómica del ensamblaje de peces arrecifales en la costa oeste de la bahía de La Paz, BCS, México. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(2), 117-125.
- Barrientos, C., Gonzáles, D., Moreno, L., Ardiles, C., Ricardo, A., & Figueroa, R. (2016). Aves asociadas al Aeropuerto Carriel Sur de Talcahuano, sur de Chile: Evaluación de peligro aviario. *Gayana*, 80(1), 40-55.
- Bevilacqua, S., Frascchetti, S., Terlizzi, A. & Boero, F. (2009). The use of taxonomic distinctness indices in assessing patterns of biodiversity in modular organisms. *Marine Ecology*, 30, 151-163.
- Cano, J. (2000). Primeros datos sobre la mortalidad de aves por impacto con aviones en la base aérea de Getafe (Madrid). *Anuario Ornitológico de Madrid*, 1999, 90-107.
- Cianciaruso, M., Silva, I. & Batalha, M. (2009). Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotrópica*, 9(3), 93-103.
- Claro, M. (2013). Estrutura e composição em espécies da comunidade zooplanctônica de lagos naturais da região de Lagoa Santa, Minas Gerais [Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ecologia]. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Clarke, K. & Warwick, R. (2001). A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine ecology progress series*, 216, 265-278.
- Clarke, K., Gorley, R., Somerfield, P. & Warwick, R. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation* (3rd ed.) PRIMER-E: Plymouth.
- Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno "El Niño"- ENFEN. (2017). Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN. <https://cutt.ly/6bMC4Zd>
- Dirección General de Aviación Civil [DGAC]. (2018). Resolución Directoral N° 375-2013-MTC/12. Gestión de riesgo por fauna en aeródromos. <https://n9.cl/5epan>.
- Ellingsen, k., Clarke, K., & Somerfield, J. (2005). Taxonomic distinctness as a measure of diversity applied over a large scale: the benthos of the Norwegian continental shelf. *Journal of Animal Ecology*, 74, 1069-1079.
- García, S., Moreno, C., Morón, M., & Castellanos, I. (2016). Ecología integrando la estructura taxonómica en el análisis de la diversidad alfa y beta de los escarabajos Melolonthidae en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1033-1044.
- Godínez, E. (2016). *Aves y aeronaves: riesgos y peligros*. Editorial Universal Books. <https://n9.cl/8i1jn>

- Herrera, E., López, J., Castillo, S., & García, A. (2016). Diversidad taxonómica y funcional en la comunidad de peces de la pesca de arrastre de camarón en el norte del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.*, 64 (2), 587-602.
- Hidalgo, G., Toledo, W., & Granados, A. (2015). Diversidad y distinción taxonómica de la macrofauna en fondos blandos de la plataforma norte y suroccidental cubana. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 43(5), 845-855.
- Juaristi, D., Barjau, E., Vadillo, E., & Romo, A. (2014). Variation in Taxonomic Diversity of the Fish Assemblage Associated with Soft Bottoms in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. *J Biodivers Biopros Dev*, 1, 118.
- Marcelo, J., Reynel, C., Zevallos, P., Bulnes, F., & Pérez, A. (2007). Diversidad, Composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología aplicada*, 6(1,2),9-22.
- Novoa, J., More, A., Osorio, D. Ortiz, W., & Angulo, F. (2019). Diversidad de aves en los bosques secos de Talara (EL Alto, Lobitos y Pariñas), Piura, Perú. *Boletín UNOP*, 14(2), 24-36.
- Peña, K., Téllez, J., Rodríguez, F., Rodríguez, A., Quijas, S., & Cupul, F. (2018) Diversidad taxonómica de lagartijas (Squamata: Lacertilia) asociada a cuatro tipos de vegetación de la sierra El Cuale, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1-12.
- Pérez, C. (2019). Distintividad taxonómica: Evaluación de la diversidad en la estructura taxonómica en los ensambles. En: Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.
- Plenge, M. (2020). Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú.
- Ríos, E., Galván, C., Rodríguez, F., Uriarte, E., Bastida, D., & Solís, F. (2013). Los equinodermos (Echinodermata) de bahía Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 263-279.
- 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.
- Ugaz, A. & Saldaña, I (2014). *Aves de Piura*. Editorial Emdecosege S.A.

Anexo 1. Algunas aves registradas en el aeropuerto de Piura.

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	TROCHILIDAE
<i>Anas bahamensis</i>	Pato Gargantillo	ANATIDAE
<i>Anas georgica</i>	Pato Jergón	ANATIDAE
<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	ARDEIDAE
<i>Ardea cocoi</i>	Garza Cuca	ARDEIDAE
<i>Athene cucularia</i>	Lechuza Terrestre	STRIGIDAE
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	ARDEIDAE
<i>Burhinus superciliaris</i>	Huerequeque	BURHINIDAE
<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán Sabanero	ACCIPITRIDAE
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	CATHARTIDAE
<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	COLUMBIDAE
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	CATHARTIDAE
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	CUCULIDAE
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca de Cola Blanca	CORVIDAE
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	CAPRIMULGIDAE
<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	ARDEIDAE
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	FALCONIDAE
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	PSITTACIDAE
<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	FURNARIIDAE
<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	STRIGIDAE
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Elanio Perla	ACCIPITRIDAE
<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	FURNARIIDAE
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de Cuello Negro	RECURVIROSTRIDAE
<i>Gallinula galeata</i>	Polla de Agua Común	RALLIDAE
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	ACCIPITRIDAE
<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	MIMIDAE
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huaco Común	ARDEIDAE
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	PANDIONIDAE
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	PHALACROCORACIDAE
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	POLIOPTILIDAE
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	HIRUNDINIDAE
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	TYRANNIDAE
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	PSITTACIDAE
<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará Acollarado	THAMNOPHILIDAE
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	TYRANNIDAE
<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo Listado	CUCULIDAE
<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	THRAUPIDAE
<i>Rhynchospiza stolzmanni</i>	Gorrión de Tumbes	PASSERELLIDAE
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	THRAUPIDAE
<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola Melódica	COLUMBIDAE

Anexo 2. Algunas aves registradas en el aeropuerto de Jaén

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Arremon torquatus</i>	Matorralero de Ceja Blanca	PASSERELLIDAE
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	ARDEIDAE
<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán Sabanero	ACCIPITRIDAE
<i>Butorides striata</i>	Garcita Estriada	ARDEIDAE
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Cucarachero Ondeado	TROGLODYTIDAE
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	CATHARTIDAE
<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita Ecuatoriana	COLUMBIDAE
<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	CUCULIDAE
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	CATHARTIDAE
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	CUCULIDAE
<i>Crypturellus obsoletus</i>	Perdiz Parda	TINAMIDAE
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	CAPRIMULGIDAE
<i>Euphonia chlorotica</i>	Eufonia de Garganta Púrpura	FRINGILLIDAE
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Tirano-Pigmeo de Corona Leonada	TYRANNIDAE
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	FALCONIDAE
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito Esmeralda	PSITTACIDAE
<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	FURNARIIDAE
<i>Gallinula galeata</i>	Polla de Agua Común	RALLIDAE
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Elanio Perla	ACCIPITRIDAE
<i>Glauclidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	STRIGIDAE
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de Cuello Negro	RECURVIROSTRIDAE
<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero de Cola Amarilla	ICTERIDAE
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de Puntas Blancas	COLUMBIDAE
<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	ICTERIDAE
<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	MIMIDAE
<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social	TYRANNIDAE
<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón Moteado	RALLIDAE
<i>Phalacrocorax macrorhynchos</i>	Caracara Cordillerano	FALCONIDAE
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	Espinero de Frente Rufa	FURNARIIDAE
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Picogrueso Dorado	CARDINALIDAE
<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	CUCULIDAE
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	POLIOPTILIDAE
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de Cabeza Roja	PSITTACIDAE
<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara de Pico Plateado	THRAUPIDAE
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho Caminero	ACCIPITRIDAE
<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador Rayado	THRAUPIDAE
<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestudo Americano	ANATIDAE
<i>Sicalis flaveola</i>	Chirigüe Azafranado	THRAUPIDAE
<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero Negro y Blanco	THRAUPIDAE
<i>Sporophila telasco</i>	Espiguero de Garganta Castaña	THRAUPIDAE
<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo Listado	CUCULIDAE
<i>Thamnophilus bernardi</i>	Batará acollarado	CUCULIDAE
<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	THRAUPIDAE
<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de Palmeras	THRAUPIDAE
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	TYRANNIDAE
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	TYTONIDAE
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negro Azulado	THRAUPIDAE