

Distancia taxonómica y riqueza de especies de las aves de los humedales de la costa peruana

Fernanda Cherres Juárez^{1,*} , César Arana² , Héctor Aponte¹ 

(1) Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

(2) Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima, Lima, Perú.

* Autora de correspondencia / Corresponding author: Fernanda Cherres Juárez [100043771@cientifica.edu.pe]

> Recibido / Received: 13/10/2025 – Aceptado / Accepted: 25/01/2026

Cómo citar / How to cite: Cherres Juárez, F., Arana Bustamante, C., & Aponte Ubillús, H. A. (2026). Distancia taxonómica y riqueza de especies de las aves de los humedales de la costa peruana. *Ecosistemas* 35(1): 3129. <https://doi.org/10.7818/ECOS.3129>

Distancia taxonómica y riqueza de especies de las aves de los humedales de la costa peruana

Resumen: El Perú alberga más de 1870 especies de aves, de las cuales el 27 % está asociada a ambientes acuáticos. Estas especies cumplen funciones ecológicas esenciales; no obstante, son especialmente vulnerables debido a su alta dependencia de los humedales para la alimentación y el descanso. Este estudio evaluó la riqueza, composición, diversidad taxonómica y rasgos funcionales de las comunidades de aves en doce humedales costeros peruanos. Se empleó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para examinar la influencia de variables ambientales y espaciales (tamaño del humedal, extensión del cuerpo de agua, diversidad de hábitats y latitud) sobre la composición aviar, utilizando rasgos funcionales de la base de datos AVONET. Se identificaron 236 especies pertenecientes a 23 órdenes y 52 familias, con predominancia de Charadriiformes y Passeriformes. La diversidad taxonómica promedio ($\Delta^* = 90.74$) reveló una alta heterogeneidad evolutiva. El análisis NMDS indicó que los humedales más extensos y con mayores cuerpos de agua albergan una mayor riqueza, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Los resultados subrayan la importancia de estos ecosistemas como refugios de biodiversidad y resaltan la necesidad de fortalecer la investigación ecológica ante las presiones antrópicas y el cambio climático para fundamentar estrategias de conservación efectivas.

Palabras clave: aves acuáticas; diversidad taxonómica; humedales costeros; NMDS; rasgos funcionales

Taxonomic diversity and species richness of birds in the wetlands of the Peruvian coast

Abstract: Peru is home to over 1870 bird species, 27 % of which are associated with aquatic environments. These species perform essential ecological functions; however, they are especially vulnerable due to their high dependence on wetlands for foraging and resting. This study evaluated the richness, composition, taxonomic diversity, and functional traits of bird communities across twelve Peruvian coastal wetlands. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) was used to examine the influence of environmental and spatial variables (wetland size, water body extent, habitat diversity, and latitude) on avian composition, utilizing functional traits from the AVONET database. A total of 236 species belonging to 23 orders and 52 families were identified, with Charadriiformes and Passeriformes being the most predominant. The average taxonomic distinctness ($\Delta^* = 90.74$) revealed high evolutionary heterogeneity. NMDS analysis indicated that larger wetlands with more extensive water bodies harbor higher richness, although no statistically significant differences were found. The results underscore the importance of these ecosystems as biodiversity refuges and highlight the need for enhanced ecological research in the face of anthropogenic pressures and climate change to support effective conservation strategies.

Keywords: waterbirds; taxonomic diversity; coastal wetlands; NMDS; functional traits

Introducción

Los humedales costeros son ecosistemas de alto valor ecológico que albergan una gran cantidad de especies y proveen servicios esenciales como regulación hídrica, protección costera y hábitat para fauna residente y migratoria (Mitsch y Gosselink, 2000). En el Perú, estos ambientes se distribuyen a lo largo del litoral y funcionan como refugios críticos para numerosas especies de aves acuáticas (Barrio y Guillén, 2014). Sin embargo, enfrentan presiones antrópicas crecientes: la expansión agrícola y urbana fragmenta los hábitats, mientras que los efluentes industriales y los incendios comprometen su integridad (Aponte et al., 2016). A esta presión se suma la falta de un marco legal robusto, lo que dificulta la protección efectiva de estos ecosistemas y su biodiversidad (Toledo et al., 2023).

Las comunidades de aves son indicadores sensibles de la integridad ecológica y de la gestión hídrica en los humedales (Paillisson et al., 2002; Aghababayan, 2024). En Perú, más del 27 % de las aves registradas están asociadas a ambientes acuáticos (Plenge, 2024). Estas especies no solo reflejan el estado del hábitat, sino que sus atributos funcionales como la dieta y el comportamiento de forrajeo determinan el uso de los recursos y la partición de nicho (Henry y Cumming, 2017). La estructura

de estas comunidades está moldeada por factores ambientales y escalas espaciales donde la heterogeneidad del hábitat predice la composición de los gremios (Boros et al., 2022; Stankiewicz-Volosianchuk, 2023). Pese a su importancia, los estudios en humedales peruanos se han centrado mayormente en listados de especies, con escasa evaluación de dimensiones como la distancia taxonómica y la variación funcional (Aponte et al., 2016).

La distancia taxonómica promedio (Δ^*) permite cuantificar las relaciones filogenéticas, ofreciendo una perspectiva evolutiva que la riqueza de especies por sí sola no logra detectar (Clarke y Warnick, 1998, 2001). Esta métrica ha demostrado ser una herramienta crítica en el Neotrópico para identificar áreas con linajes únicos y priorizar esfuerzos de conservación (Gerónimo-Torres et al., 2022). La integración de enfoques taxonómicos y funcionales es necesaria para entender la estabilidad de la biodiversidad ante cambios en el uso del suelo (García-Navas et al., 2020).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo describir y analizar la información disponible sobre la avifauna en 12 humedales costeros del Perú mediante una síntesis y recopilación de literatura especializada. Esta investigación no solo analiza la composición y riqueza de especies, sino que profundiza en la diversidad taxonómica y los rasgos funcionales, dimensiones escasamente evaluadas en la región. Además, busca evaluar la influencia de variables ambientales y espaciales en la estructura de estas comunidades a partir de datos consolidados. De este modo, el estudio propone un marco de análisis integral que una el conocimiento existente para fundamentar estrategias de gestión adaptativas y fortalecer las políticas de conservación en estos ecosistemas vulnerables.

Materiales y Métodos

Recopilación de datos y selección de sitios

La presente investigación se basa en el análisis de datos secundarios obtenidos mediante una revisión sistemática de literatura científica. Se seleccionaron 12 humedales costeros distribuidos a lo largo de un gradiente latitudinal en el litoral peruano, entre los 5°30'46" y 17°53'02" S (Fig. 1).

El criterio de selección para los sitios de estudio fue la disponibilidad de inventarios de avifauna publicados en revistas con revisión por pares, garantizando la rigurosidad técnica de la información base. La búsqueda se realizó en las bases de datos Google Scholar, Scopus y Web of Science, abarcando un periodo de publicación entre 2007 y 2022.

Para asegurar la comparabilidad de las comunidades, se seleccionaron estudios originales basados en metodologías de censo estandarizadas (conteos directos y transectos de banda). A partir de esta recopilación, se consolidó una matriz de presencia/ausencia que integra los registros de los 12 humedales seleccionados (Tabla 1).

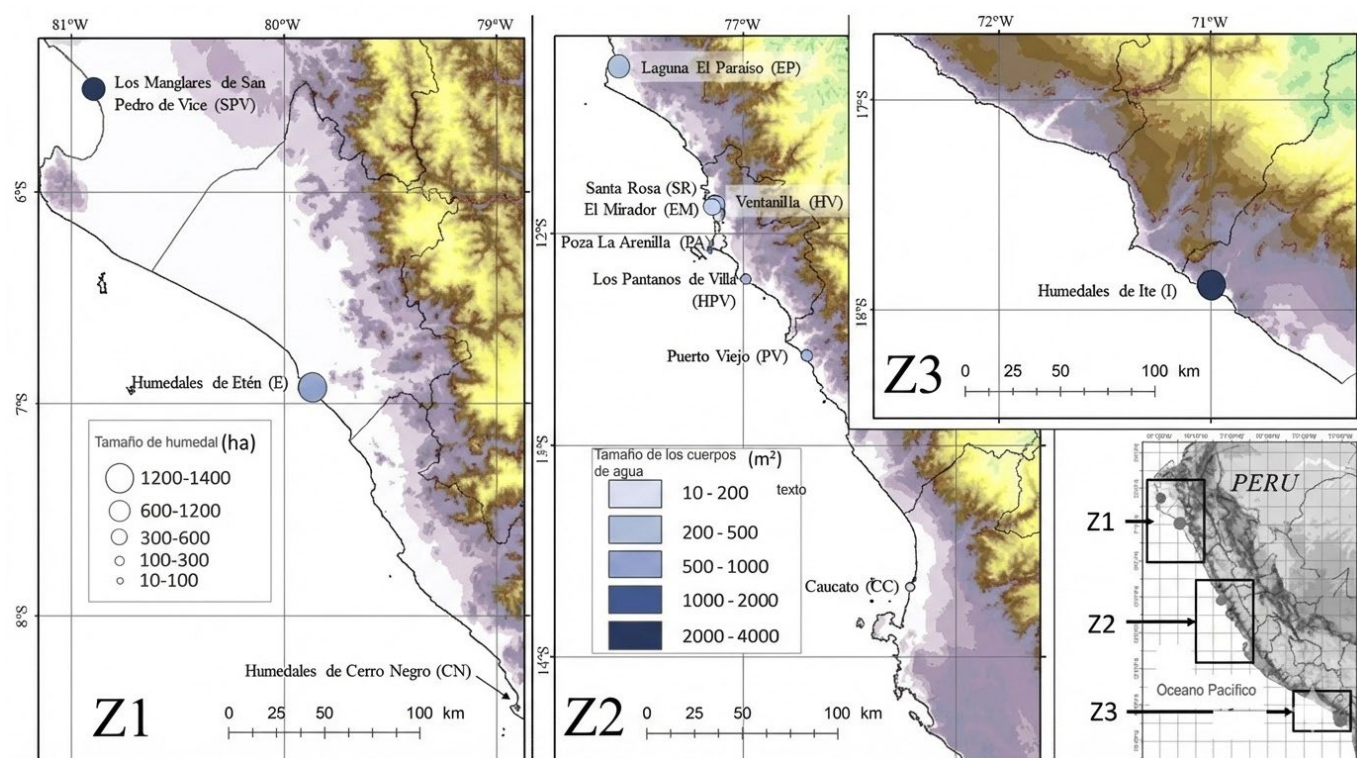


Figura 1. Humedales evaluados. El tamaño de los círculos es proporcional al tamaño de cada humedal, mientras que la tonalidad de azul lo es tamaño de sus cuerpos de agua. El esquema del extremo inferior derecho muestra la ubicación de las tres zonas en la costa peruana.

Figure 1. Wetlands evaluated. Circle size is proportional to the size of each wetland, while the blue shading represents the size of their water bodies. The inset in the lower right corner shows the location of the three zones along the Peruvian coast.

Tabla 1. Lista de humedales con listados de avifauna disponibles para la costa peruana utilizados en el presente estudio. Se indica el número de especies de aves reportadas para la localidad (NE), la referencia, el año de muestreo, el área del humedal y la región costera.

Table 1. List of wetlands with available avifaunal inventories along the Peruvian coast used in the present study. The number of bird species reported for each locality (NE), reference, sampling year, wetland area, and coastal region are indicated.

Localidad	NE	Referencia	Año de Muestreo	Área	Región
Humedal de Eten (E)	153	Angulo-Pratalongo et al. (2010)	2004 a 2009	30 km ²	Norte
Humedal de Los Pantanos de Villa (HPV)	211	Pulido (2018)	1973 a 2018	211 km ²	Centro
Laguna El Paraíso (EP)	81	Cruz et al. (2007)	1999 a 2000	81 km ²	Centro
Humedal de Caucat (CC)	55	Vilca & Alarcón (2022)	2017, 2018 y 2019	55 km ²	Centro
Humedal de Puerto Viejo (PV)	54	Torres-Nuñez (2007)	2006	54 km ²	Centro
Humedal de Santa Rosa (SR)	89	Apeño & Aponte (2022)	2018 a 2019	89 km ²	Centro
Humedal Costero Poza de la Arenilla (PA)	98	Podestá et al. (2021)	2015 a 2020	98 km ²	Centro
Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla (HV)	126	Podestá et al. (2021)	2015 a 2020	126 km ²	Centro
Parque Ecológico Municipal “El Mirador” (EM)	90	Podestá et al. (2021)	2015 a 2020	90 km ²	Centro
Los Manglares de San Pedro de Vice (SPV)	73	Villavicencio (2007)	1998 a 2006	73 km ²	Norte
Humedal de Ite (I)	146	Vizcarra (2010)	2002 a 2007	146 km ²	Sur
Humedal de Cerro Negro (CN)	69	Pollack Velásquez et al. (2017)	2017	69 km ²	Sur

Clasificación y estructuración de datos

La clasificación taxonómica de las especies se actualizó para evitar sinonimias, siguiendo el Listado de las aves del Perú de Plenge (2024), el *Field Guide to the Birds of Peru* (Schulenberg et al., 2010) y la clasificación del *South American Classification Committee del American Ornithological Society* (Remsen et al., 2026). En base a la información recolectada, se construyó una matriz de presencia/ausencia que relaciona cada especie con su respectivo humedal, sirviendo como base para los análisis de similitud, diversidad y composición.

Para comparar la composición de las comunidades de aves entre humedales, se empleó el índice de similitud de Jaccard, junto con análisis multivariados no paramétricos (Pulido et al., 2020). Se aplicó el método de agrupación UPGMA (del inglés “Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean”) (Dawyndt et al., 2005), útil para identificar patrones y tendencias en la estructura comunitaria mediante dendrogramas, sin asumir distribuciones específicas de los datos. La calidad del ajuste de los dendrogramas se verificó mediante el índice de correlación cofenético (Sokal y Rohlf, 1962), que mide la correspondencia entre las distancias originales y las representadas en el dendrograma.

Asimismo, se aplicó un Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico (PERMANOVA, por sus siglas en inglés) para evaluar las diferencias entre grupos de humedales en función de sus características ambientales y composición de aves (Anderson, 2001). Ambas pruebas se realizaron en el software PAST v4.05 (Hammer, 2001), ampliamente empleado en estudios de ecología y biodiversidad.

Diversidad taxonómica

Se estimó la diversidad taxonómica según el modelo de Clarke y Warwick (1998, 2001), mediante la distancia taxonómica promedio (Δ^+) y la variación distancia taxonómica media (Λ^+).

El índice Δ^+ se expresó como:

$$\Delta^+ = \frac{[\sum i < j \omega_{ij}]}{[s(s-1)/2]}$$

donde s es el número de especies presentes, la sumatoria doble es $\{i = 1, \dots, s; j = 1, \dots, s, \text{ tal que } i < j\}$ y ω_{ij} es el “peso de distinción” dado a la longitud del camino que une las especies i y j en la clasificación jerárquica (Clarke y Warwick, 1998).

La variación de la distancia taxonómica media (Λ^+) se obtuvo mediante:

$$\Lambda^+ = \frac{[\sum i < j (\omega_{ij} - \Delta^+)]^2}{[s(s-1)/2]}$$

donde ω_{ij} es la distancia taxonómica entre las especies i y j considerando jerarquías taxonómicas (género, familia, orden, etc.), Δ mide la diversidad taxonómica promedio de la comunidad y s es el número total de especies presentes (Clarke y Warwick, 1998).

En ambos casos se consideraron los niveles taxonómicos de orden, familia, género y especie. Los análisis fueron realizados mediante la función TAXDTEST del programa PRIMER+ PERMANOVA v6 (Clarke y Gorley, 2006), generando gráficos de embudo de confianza para la evaluación de los índices.

Se verificó la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene (Levene, 1960) y posteriormente se aplicaron pruebas de correlación: Pearson cuando los datos presentaron distribución normal y Spearman en caso contrario. Estas correlaciones se calcularon entre los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ y Λ^+) y la riqueza de especies (N). Todos los análisis estadísticos se realizaron en PAST v4.05 (Hammer, 2001).

Variables ambientales y atributos funcionales

Se seleccionaron cinco variables ambientales determinantes para la avifauna (Kačergytė et al., 2021): latitud, tamaño del humedal, área del cuerpo de agua, diversidad de hábitats y temperatura media anual (TMA) (Tabla 2). Para facilitar la comparación estadística y el análisis de grupos, las variables continuas se transformaron en categorías discretas bajo criterios de distribución espacial y ecológica:

Latitud: Norte ($> -10^\circ$), Centro (-10° a -15°) y Sur ($< -15^\circ$).

Tamaño del cuerpo de agua: Pequeño ($< 200 \text{ m}^3$), Mediano ($200\text{--}1000 \text{ m}^3$) y Grande ($> 1000 \text{ m}^3$).

Diversidad de hábitats: Baja (≤ 3 tipos), Media (4 tipos) y Alta (≥ 5 tipos).

Tamaño del humedal: Pequeño ($< 100 \text{ ha}$), Mediano ($100\text{--}500 \text{ ha}$) y Grande ($> 500 \text{ ha}$).

Temperatura media anual (TMA): Fría ($< 20^\circ \text{C}$), Templada ($20\text{--}24^\circ \text{C}$) y Cálida ($> 24^\circ \text{C}$).

Para explorar la relación entre estas variables y la estructura de la comunitaria se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS, por sus siglas en inglés) (Smith y Mather, 2012). Este método no asume relaciones lineales entre variables y permite visualizar patrones de similitud entre comunidades según sus atributos ambientales.

Finalmente, se caracterizó la estructura ecológica mediante rasgos funcionales (masa corporal, nicho trófico, patrón migratorio y hábitat) obtenidos de la base de datos AVONET (Tobias et al., 2022). Esta base de datos representa el repositorio global más completo y estandarizado de rasgos funcionales para las aves, proporcionando datos morfológicos y ecológicos validados que aseguran la comparabilidad de los rasgos a través de todas las especies del gradiente estudiado.

Tabla 2. Variables ambientales evaluadas para los humedales del presente estudio.

Table 2. Environmental variables evaluated for wetlands in the present study.

Variables	Descripción	Fuente de acceso
Latitud	Distancia que va a separar al humedal del Ecuador.	Google Earth
Superficie de los cuerpos de agua	Superficie del cuerpo de agua de los humedales estudiados.	Google Earth
Diversidad de hábitats	Número de hábitats distintos. Estos serán identificados a partir de los artículos científicos revisados.	Fuente bibliográfica (ver Tabla 1) Manglares, humedales, Zonas marinas, Matorrales, Praderas y Áreas de cultivos y jardines
Tamaño total del humedal	El área que ocupa el humedal.	Google Earth
Temperatura media anual	Valor que se obtiene del promedio de las temperaturas medias registradas en cada uno de los meses del año	SENAMHI https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/

Resultados

Riqueza de aves de los humedales costeros del Perú

En los doce humedales costeros evaluados se registraron 236 especies de aves, pertenecientes a 23 órdenes y 52 familias. Los órdenes con mayor riqueza fueron Charadriiformes y Passeriformes, con 63 especies cada uno, lo que representó el 26.8 % de la riqueza total (Fig. 2). Las familias más representativas fueron Scolopacidae (25 especies; 10.6 %), Laridae (18 especies; 7.7 %), Thraupidae (16 especies; 6.8 %) y Tyrannidae (15 especies; 6.4 %).

Los humedales con mayor riqueza específica fueron Pantanos de Villa (211 especies) y Eten (153 especies), mientras que Poza de la Arenilla (98 especies) y Caucato (55 especies) presentaron los valores más bajos.

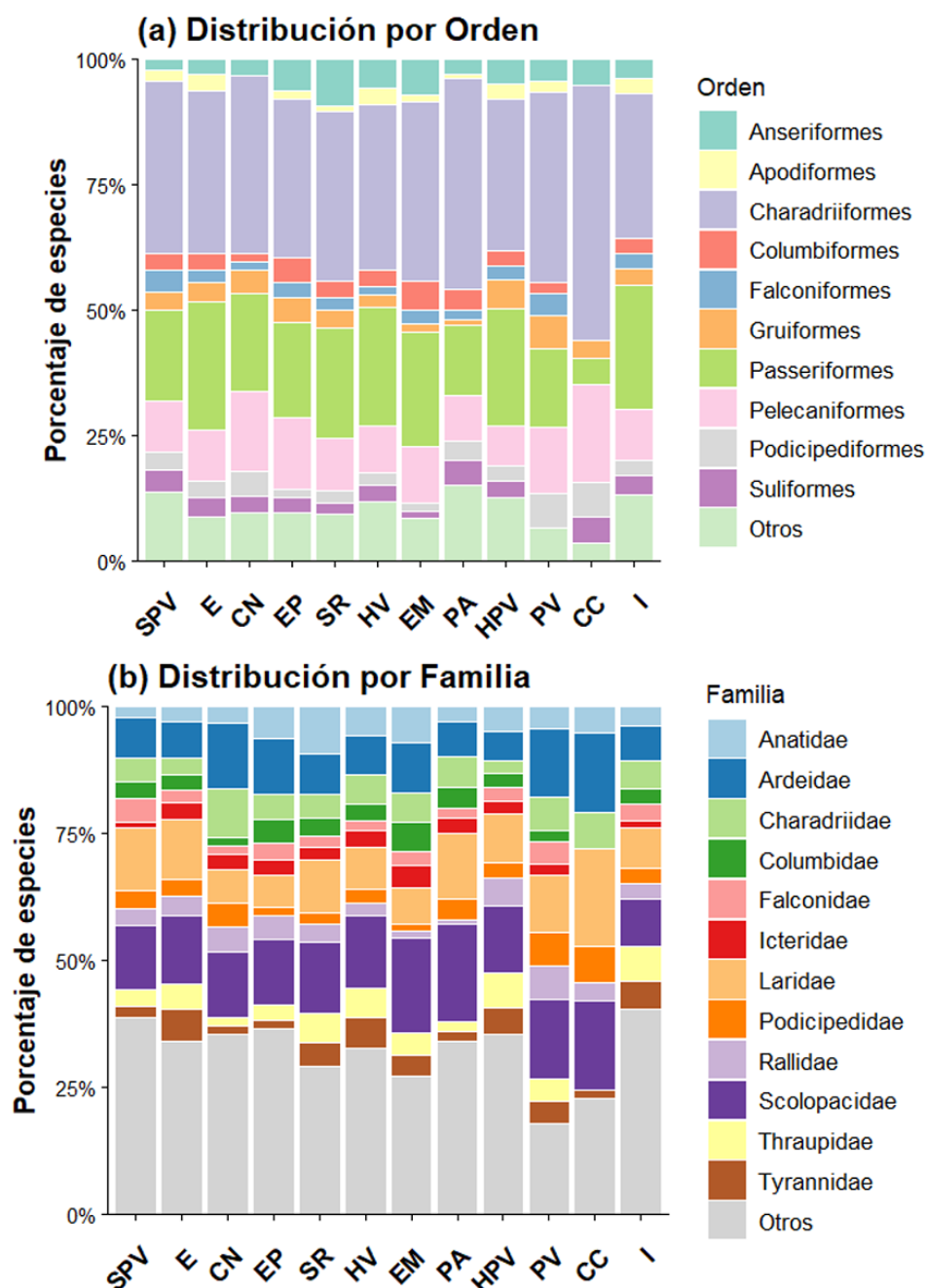


Figura 2. Porcentaje de especies de aves, (a) por órdenes y (b) por familias representadas en los humedales costeros del Perú. SPV = Manglares de San Pedro de Vice, E = Humedal de Eten, CN = Humedal de Cerro Negro, EP = Laguna El Paraíso, SR = Humedal de Santa Rosa, HV = Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, PA = Humedal Costero Poza de la Arenilla, HPV = Humedal de Los Pantanos de Villa, PV = Humedal de Puerto Viejo, EM = Parque Ecológico Municipal "El Mirador", CC = Humedal de Caucato, y I = Humedales de Ite.

Figure 2. Percentage of bird species represented in the coastal wetlands of Peru: (a) by orders and (b) by families. SPV = San Pedro de Vice Mangroves, E = Eten Wetland, CN = Cerro Negro Wetland, EP = El Paraíso Lagoon, SR = Santa Rosa Wetland, HV = Regional Conservation Area Humedales de Ventanilla, PA = Poza de la Arenilla Coastal Wetland, HPV = Pantanos de Villa Wetland, PV = Puerto Viejo Wetland, EM = Municipal Ecological Park "El Mirador", CC = Caucato Wetland, and I = Ite Wetlands.

Composición y similitud entre humedales

El índice de Jaccard mostró dos grupos con similitud mayor al 40 %, con San Pedro de Vice como localidad aislada ($r_{\text{cofenético}} = 0.753$; Fig. 3). El primer grupo incluyó a Cerro Negro, Caucato, El Paraíso y Puerto Viejo. El segundo grupo integró a Ite, Eten y Pantanos de Villa, junto a un subconjunto formado por Santa Rosa, Ventanilla, El Mirador y Poza de la Arenilla (similitud entre 45-60 %).

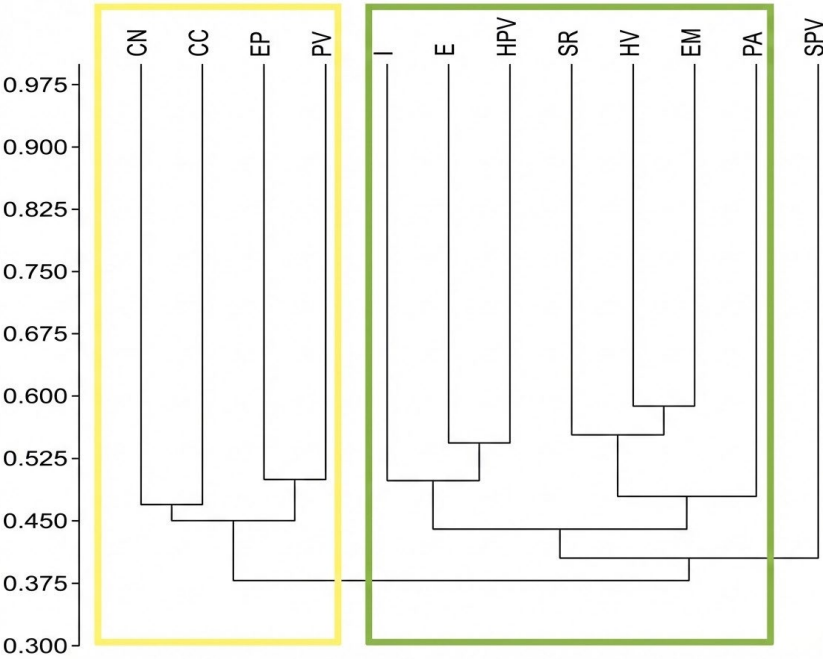


Figura 3. Dendrograma de similitud (índice de Jaccard) de la avifauna de los humedales costeros del Perú analizados. Color amarillo: primer grupo compuesto por humedales de distribución entre Lima e Ica (centro de la distribución latitudinal), que incluyen a los humedales de Cerro Negro (CN), Caucato (CC), El Paraíso (EP) y Puerto Viejo (PV). Color verde: segundo grupo conformado por el resto de las comunidades de aves de los humedales, excepto la de San Pedro de Vice (SPV), y que está compuesto por dos subgrupos distintos. Siglas de los humedales: igual que en la **Figura 2**.

Figure 3. Similarity dendrogram (Jaccard index) of the avifauna of the analyzed coastal wetlands of Peru. Yellow color: first group composed of wetlands distributed between Lima and Ica (central portion of the latitudinal distribution), including Cerro Negro (CN), Caucato (CC), El Paraíso (EP), and Puerto Viejo (PV) wetlands. Green color: second group formed by the remaining bird communities of the wetlands, except San Pedro de Vice (SPV), and composed of two distinct subgroups. Wetland abbreviations as in **Figure 2**.

Distancia taxonómica y estructura de las comunidades aves

El valor promedio de la distancia taxonómica (Δ^+) fue de 90.74, con un rango entre 84.92 (Caucato) y 92.48 (Ite) (**Tabla 3**; **Fig. 4**). Los valores más altos de Δ^+ se registraron en Ite (92.48), El Paraíso (92.37), San Pedro de Vice (92.13) y Pantanos de Villa (92.03), mientras que los valores más bajos correspondieron a Poza de la Arenilla (89.43) y Caucato (84.92).

La variación de la distancia taxonómica (Δ^+) osciló entre 334.05 (Ite) y 607.20 (Caucato) (**Tabla 3**). No se detectó una correlación significativa entre la riqueza de especies y la distancia taxonómica ($p = 0.1753$). El coeficiente de variación fue de 45.18 para la riqueza y de 2.25 para Δ^+ .

Tabla 3. Diversidad taxonómica de la avifauna los humedales evaluados.

Table 3. Taxonomic diversity of the avifauna of the evaluated wetlands.

Humedal	Distancia taxonómica promedio	Variación de la distancia taxonómica	Riqueza
Humedal de Caucato CC	84.92	607.20	55
Humedal de Eten E	90.97	404.33	153
Humedal de Los Pantanos de Villa HPV	92.03	372.31	211
El Paraíso EP	92.37	347.09	81
Puerto Viejo PV	90.73	434.02	54
Santa Rosa SR	91.18	400.96	89
Poza de la Arenilla PA	89.43	482.49	98
Humedales de Ventanilla HV	91.40	390.69	126
El Mirador EM	90.29	444.27	90
Manglares de San Pedro de Vice SPV	92.13	357.51	73
Ite I	92.48	334.05	146
Cerro Negro CN	90.99	399.82	69

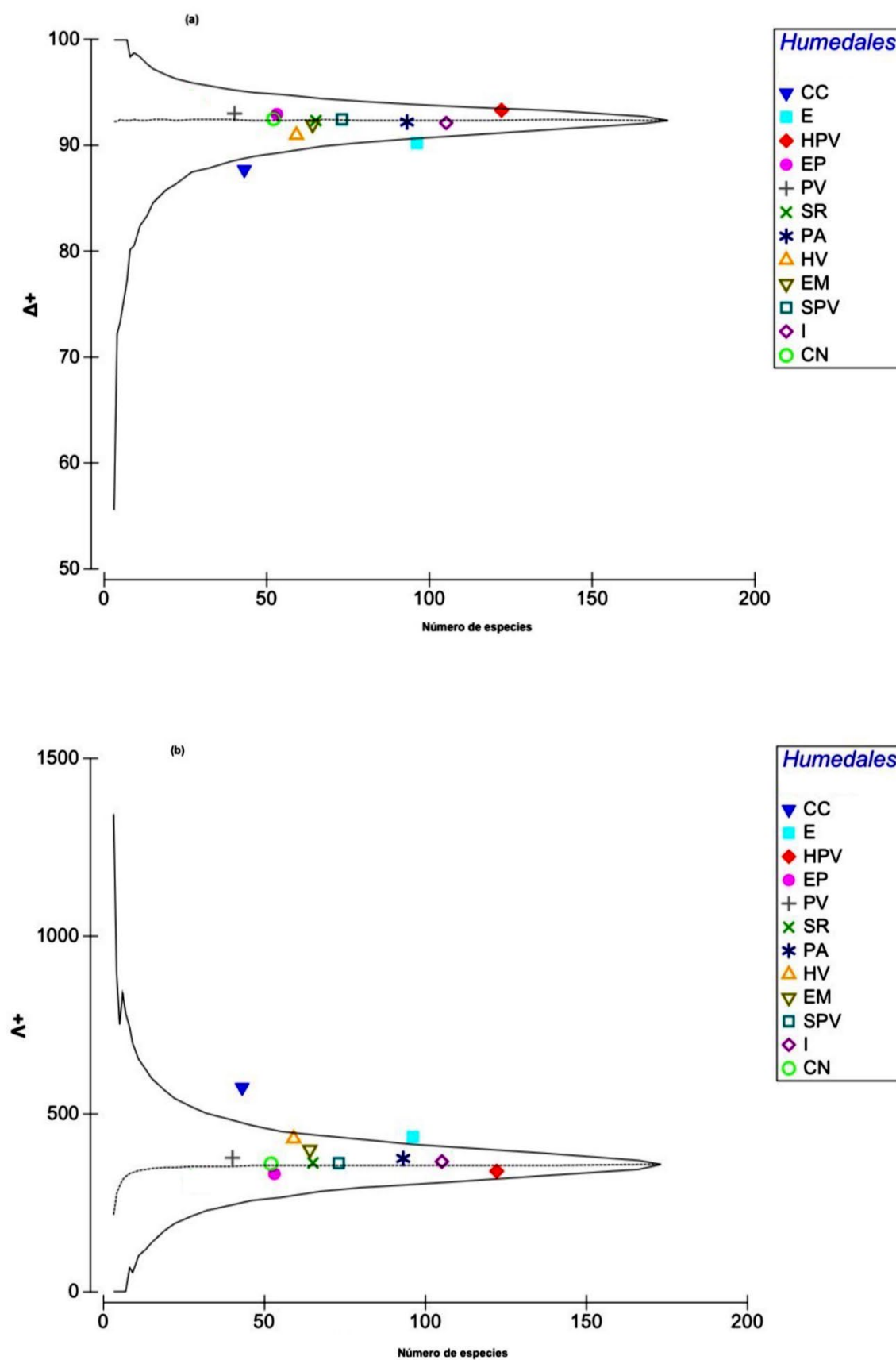


Figura 4. Gráficos de embudo de (a) distancia taxonómica promedio (Δ^+) y (b) variación de la distancia taxonómica (Λ^+) en relación con el número de especies de cada uno de humedales costeros del Perú analizados. Siglas de los humedales: igual que en la [Figura 2](#).

Figure 4. Funnel plots of (a) average taxonomic distinctness (Δ^+) and (b) variation in taxonomic distinctness (Λ^+) in relation to the number of species in each of the analyzed coastal wetlands of Peru. Wetland abbreviations as in [Figure 2](#).

Influencia de variables ambientales en la composición aviar

El análisis de ordenación no métrica (NMDS) presentó un valor de estrés de 0.20 (Fig. 5). En el espacio de ordenación, los humedales se distribuyeron mostrando distintos grados de agrupación y dispersión. Sin embargo, los resultados de PERMANOVA no detectaron diferencias estadísticamente significativas en la composición de aves en relación con las variables ambientales evaluadas: latitud ($F = 1.064$; $p = 0.3083$), superficie del cuerpo de agua ($F = 0.8677$; $p = 0.6702$), tamaño del humedal ($F = 0.9677$; $p = 0.5026$) y diversidad de hábitats ($F = 1.170$; $p = 0.2137$).

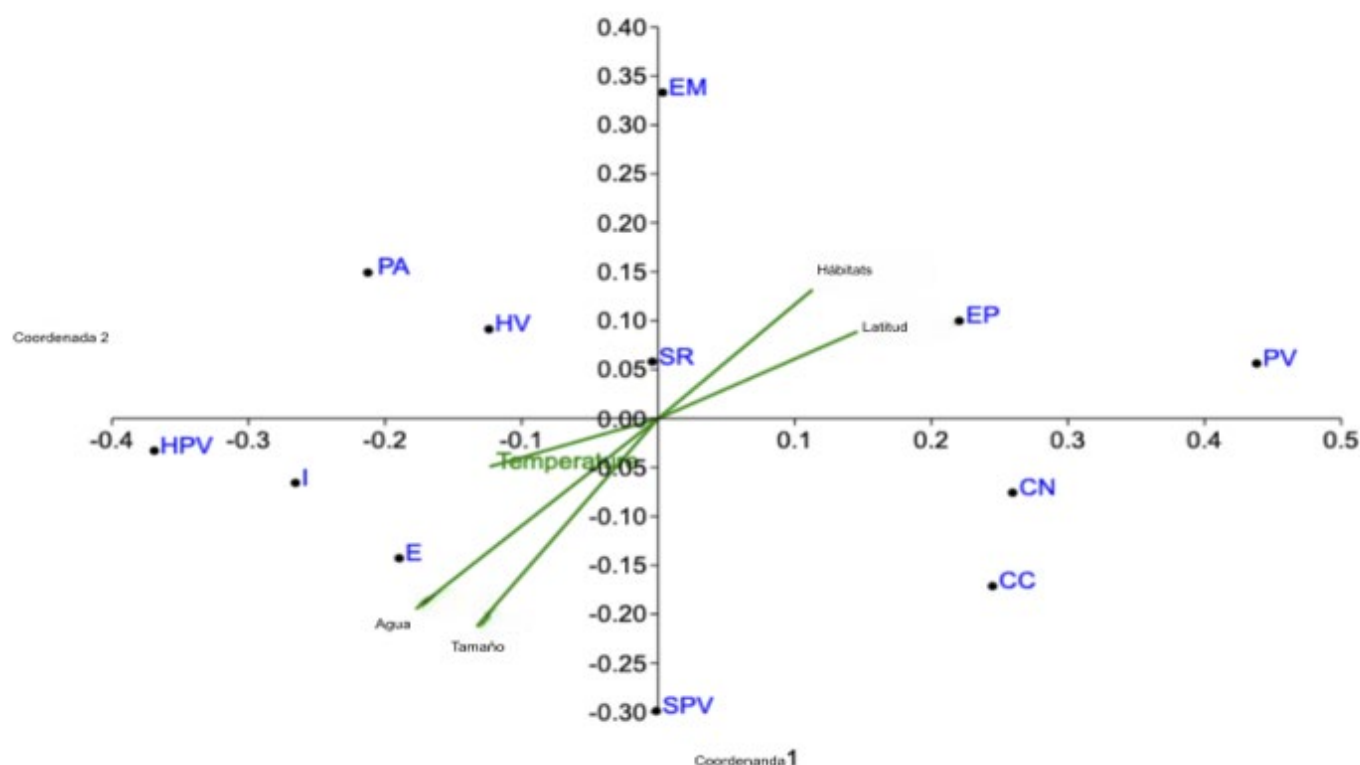


Figura 5. NDMS de la avifauna de los humedales costeros evaluados. Se incluyen las variables ambientales y se utilizó el índice de Jaccard como medida de similitud (estrés = 0,20). Siglas de los humedales: igual que en la Figura 2. Agua = Tamaño del cuerpo de agua; Tamaño = Tamaño del humedal; Hábitat = Número de hábitats; Latitud = Latitud de la localidad.

Figure 5. NMDS of the avifauna of the evaluated coastal wetlands. Environmental variables were included, and the Jaccard index was used as the similarity measure (stress = 0.20). Wetland abbreviations as in Figure 2. Water = water body size; Size = wetland size; Habitat = number of habitats; Latitude = latitude of the locality.

Rasgos funcionales de la avifauna

El 30,0 % de las especies fueron migratorias y el 23,4 % de migración parcial (Fig. 6). Predominaron especies asociadas a humedales (28,1 %), matorrales (23,0 %) y ambientes marinos (12,3 %) (Fig. 6). Los depredadores acuáticos representaron el 42,6 % de la composición, seguidos por invertívoros (22,1 %). Las especies frugívoras fueron exclusivas de Poza de la Arenilla e Ite. La masa corporal se concentró entre 100-600 g, con mayor proporción de especies pequeñas (< 300 g) en Puerto Viejo, Poza de la Arenilla y Santa Rosa (Fig. 6).

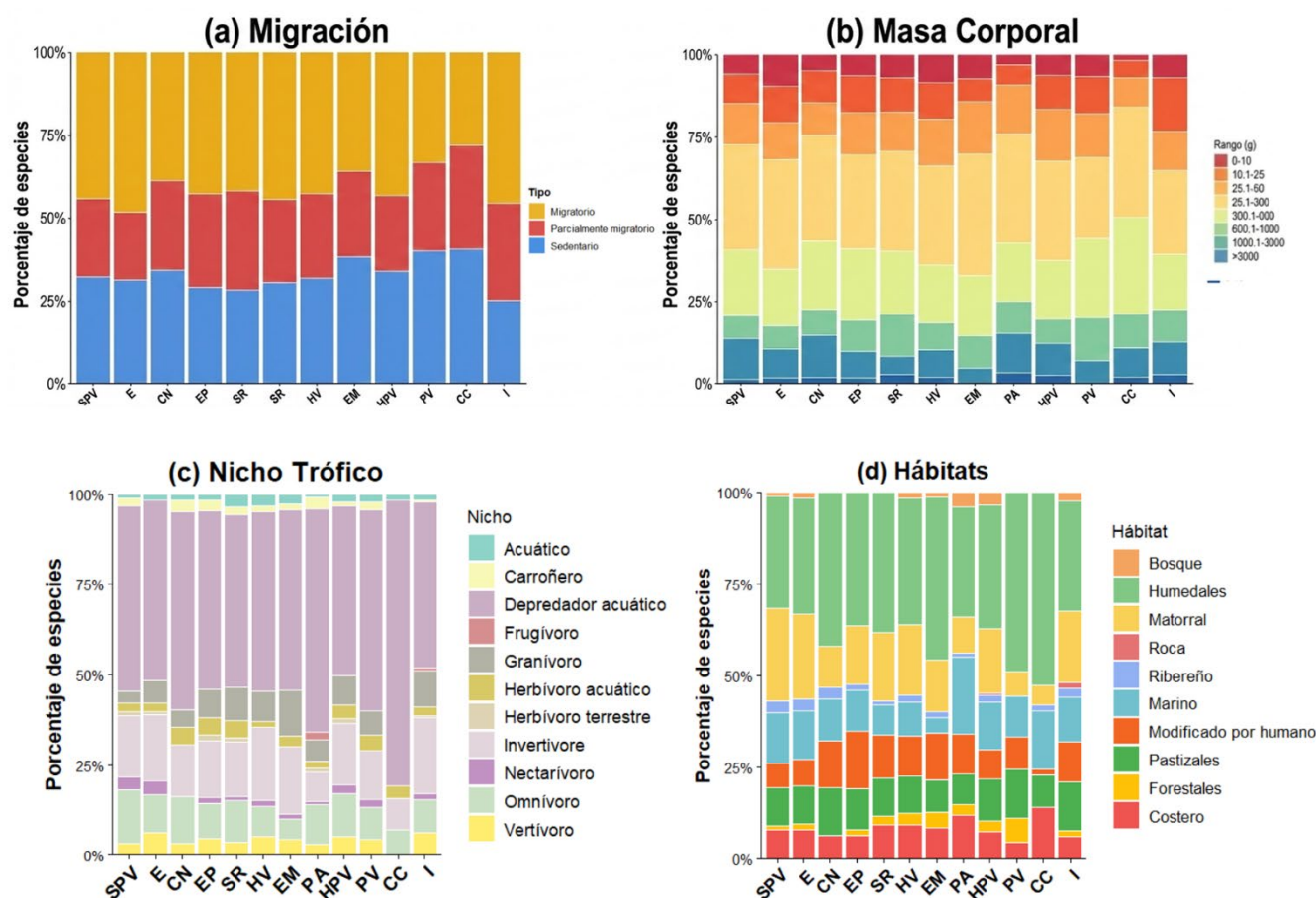


Figura 6. Características funcionales de la avifauna de los humedales costeros del Perú estudiados (migración, masa corporal (g), nicho trófico y hábitat). Siglas de los humedales: igual que en la Figura 2.

Figure 6. Functional characteristics of the avifauna of the studied coastal wetlands of Peru (migration, body mass (g), trophic niche, and habitat). Wetland abbreviations as in Figure 2.

Discusión

Los humedales costeros peruanos sostienen una notable riqueza aviar (236 especies), confirmando su papel como reservorios críticos de biodiversidad en el corredor del Pacífico Sur (Barrio y Guillén, 2014; Plenge, 2024). La composición de estas comunidades, dominada por Charadriiformes y Passeriformes, refleja un patrón ecológico recurrente en humedales neotropicales, donde estos grupos exhiben una marcada especialización en hábitats de interfaz agua-tierra (Schulenberg et al., 2010). Las marcadas diferencias en riqueza específica entre localidades, como el contraste entre Pantanos de Villa (211 especies) y Caucato (58 especies), indican que la heterogeneidad y calidad del hábitat ejercen una influencia determinante más fuerte que la mera extensión del humedal en la configuración de estas comunidades (Boros et al., 2022). Este equilibrio ecológico, sin embargo, es susceptible a la presión antrópica, pues la expansión urbana circundante tiende a fragmentar el paisaje y reducir la disponibilidad de recursos, homogeneizando los ensamblajes aviares (Chen et al., 2024).

La similitud en la composición de aves entre humedales distantes geográficamente sugiere que estos ecosistemas funcionan como una red de parches de hábitat interconectados, facilitando el flujo y el intercambio de especies a lo largo del litoral (Mitsch y Gosselink, 2000). Esta conectividad es sostenida, en parte, por especies generalistas con alta capacidad de dispersión que responden a condiciones ambientales similares en distintos puntos de la costa (Paillisson et al., 2002). No obstante, el manglar de San Pedro de Vice representa una excepción notable, donde la estructura única de la vegetación actúa como un filtro ambiental que restringe el acceso a la avifauna típica de humedales abiertos, favoreciendo un ensamblaje especializado y distintivo (Angulo-Pratolongo et al., 2010). Este hábitat ofrece recursos de refugio y alimentación particulares, reforzando la premisa de que la

estructura y complejidad de la vegetación son determinantes clave en la composición de las comunidades (Villavicencio, 2010; Remeš et al., 2021).

Un hallazgo central de este estudio es la ausencia de correlación entre la riqueza de especies y la distancia taxonómica promedio (Δ^+), lo cual demuestra que una mayor abundancia numérica de especies no se traduce necesariamente en una mayor diversidad evolutiva, una distinción conceptual fundamental que valida el uso del índice Δ^+ (Clarke y Warwick, 2001; Gallão y Bichuette, 2015). Este principio encuentra respaldo en investigaciones realizadas en otros sistemas de humedales, donde se ha observado que el conteo de especies es insuficiente para capturar la complejidad estructural de las comunidades (Li et al., 2025). En línea con esto, los valores excepcionalmente bajos de Δ^+ registrados en Caucato sugieren un proceso de empobrecimiento biótico, comúnmente asociado a sitios sometidos a una intensa presión antrópica (Requena y Ramos, 2021). La falta de segregación espacial significativa detectada por el análisis PERMANOVA refuerza aún más la idea de que los factores locales de hábitat, más que los gradientes climáticos a macroescala, son los principales modeladores de estas comunidades (Anderson, 2001; Pohorylow et al., 2016).

Desde una perspectiva funcional, la elevada proporción de especies migratorias subraya la función de estos humedales como eslabones críticos dentro de las rutas migratorias del Pacífico, conectándolos con sistemas ecológicos a escala continental (Aghababayan, 2024). La coexistencia de diversos gremios tróficos sugiere una partición eficiente de los recursos disponibles (Henry y Cumming, 2017), aunque esta diversidad funcional es vulnerable a procesos de homogeneización impulsados por cambios antropogénicos en el uso del suelo (Weeks et al., 2025). La estabilidad de las comunidades depende directamente de la oferta local de alimento y refugio, haciéndolas particularmente sensibles a perturbaciones que alteren estos recursos (Becker et al., 2023).

En síntesis, la integración de enfoques taxonómicos (como Δ^+) y funcionales proporciona una visión integral que trasciende las limitaciones de los listados de especies, fundamentando así estrategias de gestión adaptativa más robustas (Smith y Mather, 2012). Resulta prioritario identificar y proteger sitios con alta distintividad taxonómica para salvaguardar el valioso capital evolutivo que albergan, un principio central de la biología de la conservación moderna (Hu et al., 2025). Esta necesidad es urgente, dada la exposición de los humedales costeros peruanos a amenazas crecientes, como los incendios recurrentes y la insuficiencia de los marcos legales de protección (Aponte et al., 2016; Toledo et al., 2023). La conservación efectiva de estos ecosistemas requerirá, por tanto, de acciones integradas que mantengan la conectividad del paisaje, preserven la heterogeneidad del hábitat y utilicen a las comunidades aviares como bioindicadores sensibles de su salud ecológica.

Este trabajo, al basarse en una síntesis de datos secundarios y metadatos, está sujeto a las limitaciones propias de la heterogeneidad en el esfuerzo y los métodos de muestreo de las fuentes originales. La ausencia de mediciones ambientales in situ y de datos de otros componentes del ecosistema restringe la capacidad de inferir relaciones causales más directas. No obstante, estos resultados establecen una línea base fundamental para guiar futuros monitoreos estandarizados que validen y profundicen los patrones aquí descritos.

Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian que la riqueza de especies y la diversidad taxonómica no siempre varían de manera paralela, lo que sugiere que los procesos ecológicos y evolutivos que estructuran las comunidades de aves difieren según las condiciones ambientales y geográficas. Este hallazgo subraya la necesidad de adoptar enfoques de conservación multiescalares, que integren indicadores de riqueza, diversidad taxonómica y rasgos funcionales para evaluar la integridad de los humedales.

La incorporación del análisis funcional aporta una comprensión más profunda sobre cómo las aves responden a la disponibilidad de recursos y a las presiones ambientales, destacando la relevancia de proteger especies clave y mantener la conectividad entre humedales. En este sentido, identificar y conservar localidades representativas y sitios críticos para la migración y reproducción resulta esencial para preservar la diversidad evolutiva y funcional de las aves.

Los humedales evaluados constituyen ecosistemas altamente dinámicos que sostienen una notable diversidad de aves, moldeada por factores como el tamaño del humedal, la heterogeneidad de hábitats y la disponibilidad de recursos tróficos. Estos sistemas desempeñan funciones ecológicas esenciales como la provisión de alimento, refugio y zonas de descanso que mantienen la estabilidad y el flujo energético en las redes ecológicas costeras. Por ello, las estrategias de conservación deben centrarse no solo en proteger la extensión de los humedales, sino también en preservar la diversidad estructural y funcional de sus hábitats, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de las comunidades aviares que dependen de ellos. En conjunto, la conservación efectiva de los humedales costeros peruanos requiere una gestión integrada que combine protección del hábitat, restauración ecológica y monitoreo continuo de las comunidades aviares como indicadores del estado ambiental.

Contribución de los autores

FC: concepción del estudio, procesamiento de los datos y redacción del manuscrito; **HA:** redacción del manuscrito; **CA:** concepción del estudio, procesamiento de datos y redacción del manuscrito.

Disponibilidad de datos y código

Este estudio se basa en la compilación y síntesis de datos de presencia de aves provenientes de literatura científica publicada y revisada por pares (ver Referencias). Los datos derivados generados durante esta investigación, incluyendo la matriz

estandarizada de presencia/ausencia, los índices de diversidad taxonómica (Δ^+ , Λ^+) por humedal y los análisis de variables ambientales, se presentan en las Tablas y Figuras de este manuscrito y en el [Material Suplementario](#). La base de datos completa utilizada para los análisis está disponible en el [Material Suplementario](#).

Financiación, permisos requeridos, potenciales conflictos de interés y agradecimientos

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecemos el apoyo de María del Pilar Cholan durante el procesamiento de datos.

Declaración de uso de IA

Se utilizó inteligencia artificial únicamente como herramienta de apoyo para la revisión de redacción y ortografía, sin influir en la interpretación de los resultados ni en el contenido científico del manuscrito.

Referencias

- Aghababayan, K. (2024). Birds as potential bioindicators for terrestrial ecosystems. *International Journal of Life Science Research Archive*, 6, 1-22. <https://doi.org/10.53771/IJLSRA.2024.6.1.0112>
- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, 32-46. <https://doi.org/10.1111/J.1442-9993.2001.01070.PP.X>
- Angulo-Pratolongo, F., Schulenberg, T. S., & Puse-Fernández, E. E. (2010). Las aves de los humedales de Eten, Lambayeque, Perú. *Ecología Aplicada*, 9(2), 71-81. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162010000200002
- Aponte, H., Ramírez, W., Lértora, G., Vargas, R., Fernando, G., Carazas, N., & Liviac, R. (2016). Incendios en los humedales de la costa central del Perú: Una amenaza frecuente. *Científica*, 12, 70-81. <https://doi.org/10.21142/cient.v12i1.166>
- Apeño, A. & Aponte, H. (2022). Caracterización de la diversidad de aves en un humedal altamente intervenido del Pacífico suramericano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(179), 380-392. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1605>
- Barrio, J., & Guillén, C. (2014). Aves de los humedales de la costa peruana. Editorial Corbidi, Lima, Perú.
- Becker, F. K., Boyes, R. S., Wittmer, H., Inman, V., & Marsland, S. (2023). Landscape-wide pulse events predict trait-based responses among wetland birds in perennial channels of a dryland wetland. *Ecological Applications*, 34, e2931. <https://doi.org/10.1002/eap.2931>
- Boros, E., Inelova, Z. A., Láncoz, Z., & Végvári, Z. (2022). Waterbird guilds predict environmental attributes of inland saline aquatic ecosystems on multi-spatial scales. *Science of the Total Environment*, 855, 158845. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158845>
- Chen, W., Wang, X., Cai, Y., Huang, X., Li, P., Liu, W., ... Hu, C. (2024). Potential distribution patterns and species richness of avifauna in rapidly urbanizing East China. *Ecology and Evolution*, 14, e11515. <https://doi.org/10.1002/ece3.11515>
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (1998). A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35, 523-531. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.3540523.x>
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216, 265-278. <https://doi.org/10.3354/meps216265>
- Cruz, Z., Angulo, F., Burger, H. & Borges, R. (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraíso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 139-144. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i1.2179>
- Dawyndt, P., De Meyer, H., & De Baets, B. (2005). UPGMA clustering revisited: A weight-driven approach to transitive approximation. *International Journal of Approximate Reasoning*, 42(3), 174-191. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2005.11.001>
- Gallão, J. E., & Bichuette, M. E. (2015). Taxonomic distinctness and conservation of a new high biodiversity subterranean area in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(1), 209-222.
- García-Navas, V., Sattler, T., Schmid, H., & Özgül, A. (2020). Temporal homogenization of functional and beta diversity in bird communities of the Swiss Alps. *Diversity and Distributions*, 26, 900-911. <https://doi.org/10.1111/ddi.13076>
- Gerónimo-Torres, J. C., Barragán-Vázquez, M. R., & Ríos-Rodas, L. (2022). Incorporando la distintividad taxonómica en estudios de diversidad: Anfibios del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, México. *Ecosistemas*, 31, 2294. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2294>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9.
- Henry, D. A., & Cumming, G. S. (2017). Can waterbirds with different movement, dietary and foraging functional traits occupy similar ecological niches? *Landscape Ecology*, 32, 265-278. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0449-8>
- Hu, Y., Zhou, W., Hu, Y., & Wei, F. (2025). Conservation evolutionary biology: a unified framework connecting the past, present and future of biodiversity conservation. *Molecular Biology and Evolution*, 42, msaf122. <https://doi.org/10.1093/molbev/msaf122>
- Kačergytė, I., Arlt, D., Berg, Å., Žmihorski, M., Knape, J., Rosin, Z. M., & Pärt, T. (2021). Evaluating created wetlands for bird diversity and reproductive success. *Biological Conservation*, 257, 109084. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109084>
- Li, Y., Xu, H., Wang, X., Yong, X., Li, D., Wu, Y., & Hu, W. (2025). Multidimensional diversity of birds in different habitats of the wetland complex in Huaibei Plain, eastern China. *Biodiversity Data Journal*, 13, e154264. <https://doi.org/10.3897/BDJ.13.e154264>
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. In: Olkin, I. (ed) *Contributions to probability and statistics*, 278-292. Stanford University Press, Palo Alto.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35, 25-33. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8)
- Paillisson, J., Reeber, S., & Marion, L. (2002). Bird assemblages as bio-indicators of water regime management and hunting disturbance in natural wet grasslands. *Biological Conservation*, 106, 115-127. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00239-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00239-7)
- Plenge, M. A. (2024). Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú (UNOP).

- Podestá, J., Gil, F., Liviach-Espinoza, R., Barona, D., Balarezo-Díaz, A. & Zarate, R. (2021). Aves de los humedales de la región Callao: actualización y estados de conservación. *The Biologist (Lima)*, 19(2), 155-173. <https://doi.org/10.24039/rb20211921048>
- Pohorylow, M. L., Gatto, A., & Lancelotti, J. L. (2016). Caracterización Ambiental y estacional del ensamblaje de aves acuáticas de la meseta del lago Strobel, Patagonia, Argentina. *Ornitología Neotropical*, 27, 77-87. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v27i0.153>
- Pollack Velásquez, L.E., Alvítez Izquierdo, E., Huamán Rodríguez, E.A., Rodríguez Rodríguez, E.F., Rimarachín Cayatopa, V. & Vásquez Cabrera, R.C. (2017). Ensamble de aves del humedal de Cerro Negro, Puerto Morín, La Libertad. *Arnaldoa*, 24(2), 645-656. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24215>
- Pulido, V. (2018). Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 291-306. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i3.15212>
- Pulido, V., Salinas, L., del Pino, J., & Arana, C. (2020). Preferencia de hábitats y estacionalidad de las especies de aves de los Pantanos de Villa en Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27, 349-360. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18681>
- Remeš, V., Remešová, E., Friedman, N. R., Matysioková, B., & Rubáčová, L. (2021). Functional diversity of avian communities increases with canopy height: From individual behavior to continental-scale patterns. *Ecology and Evolution*, 11, 11839-11851. <https://doi.org/10.1002/ece3.7952>
- Remsen, J. V., Cadena Jr., C. D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., ... Zimmer, K. J. (2026). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Acceso: 8 de enero 2026. <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCWordFiles/SACCBaseline01.html>
- Requena, J. A. A., & Ramos, R. W. M. (2021). Variación y promedio de la distinción taxonómica de aves en los aeropuertos de Piura y Jaén, Norte de Perú. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 41, 102-113. <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.10>
- Schulenberg, T. S., Stotz, D. F., Lane, D. F., O'Neill, J. P., & Parker, T. A. (2010). *Birds of Peru: Revised and updated edition*. Princeton University Press.
- Smith, J. M., & Mather, M. E. (2012). Using assemblage data in ecological indicators: A comparison and evaluation of commonly available statistical tools. *Ecological Indicators*, 13, 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.009>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11, 33-40. <https://doi.org/10.2307/1217208>
- Stankiewicz-Volosianchuk, O. (2023). Factors influencing structural characteristics of wetland bird communities in the middle Uzh River flow. *Studia Biologica*, 17, 109-122. <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1702.712>
- Tobias, J. A., Sheard, C., Pigot, A. L., Devenish, A. J., Yang, J., Sayol, F., ... Schleuning, M. (2022). AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, 25, 581-597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>
- Toledo, S., Aponte, H., & Gil, F. (2023). La conservación de los humedales peruanos: un análisis de su legislación, sanciones y consecuencias. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 11, A-004. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202301.A004>
- Torres-Núñez, M. (2007). *Evaluación Ornitológica de los Humedales de Puerto Viejo, Pantanos de Villa y Humedales de Ventanilla*. Serie de publicaciones de flora y fauna silvestre. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Lima, Perú.
- Vilca, J.A.P. & Alarcón, L.M.R. (2022). Caracterización de la comunidad de aves acuáticas del humedal de Caucato, Pisco – Perú. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica de Ingenierías*, 3(4), 11-20. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i4.4>
- Villavicencio, C. C. (2007). Las aves del Santuario de Conservación Regional Manglares San Pedro de Vice, Sechura, Perú. *Cotinga*, 27, 32-37. <https://neotropicalbirdingandconservation.org/wp-content/uploads/2025/07/27-cotinga-02-las-aves-del-santuario-de-conservacion-regional-manglares-san-pedro-de-vice-sechura-peru.pdf>
- Vizcarra, J. K. (2010). Nuevos registros ornitológicos en los humedales de Ite y alrededores, Tacna, Perú. *The Biologist (Lima)*, 8(1), 1-20. <https://revistas.unfv.edu.pe/rb/article/view/496>
- Weeks, T. L., Walkden, P. A., Lees, A. C., Pigot, A. L. & Purvis, A. (2025). Land-use change undermines the stability of avian functional diversity. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2025.01.15.633202>