



ALTA DIVERSIDAD DE AVES EN HUMEDALES COSTEROS PEQUEÑOS: EL CASO DE UN *HOTSPOT* DEL NEOTRÓPICO

Mónica A. Paredes^{1,2,*} · Héctor Aponte^{1,2} · Antony A. Apeño^{1,2,3}

¹ Carrera de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

² COE-PERU (Coastal Ecosystem Researchers of Peru), Lima, Perú.

³ CooperAcción-Programa de Gobernanza Marino Costera, Lima, Perú

E-mail: Mónica A. Paredes · Monni_Aoi@hotmail.com

Abstract · Small wetlands in the developing world are disappearing due to bad management and urban growth, thereby threatening the birdlife that inhabits them. The Huacho-Hualmay-Carquin wetland is located on Peru's central coast and it has recently begun to be studied; however, it is already losing ground to urbanization and public beachside development. Twelve bird censuses (with two simultaneous transect lines: "supralittoral" and "urban") were conducted, and bird diversity and its correlation with two thermal-related oceanic parameters of the South Pacific (SST and ICEN) were calculated. Seventy-eight bird species were found, with abundances as high as 19,000 individuals. Species richness and abundance were higher in the supralittoral transect, while diversity was higher in the urban transect. We found correlations between the alpha diversity and abundance with both the SST and ICEN. This ecosystem exhibits high bird diversity, and our study demonstrates the importance of studying small wetlands as means of developing better management and conservation strategies in the region.

Resumen · Alta diversidad ornitológica en pequeños humedales costeros: el caso de un humedal neotropical

Los pequeños humedales se encuentran en peligro de desaparecer debido a un mal manejo y al crecimiento urbano acelerado, lo que amenaza a las aves que los habitan. El humedal Huacho-Hualmay-Carquin se encuentra en la costa central del Perú y recientemente ha empezado a ser estudiado; sin embargo, está perdiendo terreno por la urbanización y desarrollo de playas públicas. Realizamos 12 censos de aves (con dos transectos paralelos: supralitoral y urbano) y calculamos la diversidad de aves y su correlación con parámetros oceánicos del Pacífico Sur (TSM e ICEN). Encontramos 78 especies, con abundancias de hasta 19.000 individuos. La riqueza de especies y abundancia fue mayor en el transecto supralitoral, mientras que la diversidad fue mayor en el transecto urbano. Igualmente, nuestro estudio encontró correlaciones entre la diversidad y abundancia con la TSM e ICEN. Este ecosistema presenta una alta diversidad de aves y nuestro estudio demuestra la importancia del estudio de pequeños humedales, lo que podrá ayudar a crear mejores planes de manejo y estrategias de conservación en la región.

Key words: Beta diversity · El Niño Coastal Index · El Niño Southern Oscillation · Peru · Sea surface temperature

INTRODUCCIÓN

Los pequeños humedales se pueden encontrar alrededor del mundo, usualmente como resultado de fragmentación a largo tiempo del paisaje costero para fines antropogénicos (Davidson et al. 2018). Frecuentemente se encuentran como parches de vegetación largos y angostos bordeando la costa y, debido a la dificultad de encontrar, mapear y monitorearlos, su importancia e investigación han sido ampliamente subestimadas (Gibbs 1993, Tomaselli et al. 2011.). A pesar de esto, numerosos estudios han demostrado que estos humedales son áreas eficientes en términos de los servicios ecosistémicos que proporcionan (Blackwell & Pilgrim 2011), tales como la protección de la costa, la purificación de agua y al ser sumideros de carbono (*sinkers*) (Erwin 2009, Mitra et al. 2005). Los pequeños humedales poseen una alta biodiversidad (Biggs et al. 2017) y son áreas críticas para macroinvertebrados, macrófitos y aves (Hansson et al. 2005). Este último taxón posee especies que pueden ser tanto parcial como completamente dependientes de los humedales para el cumplimiento de su ciclo biológico (como sitios de alimentación, reproducción o corredores migratorios) (Nadeau & Conway 2015). Pese a su importancia, la urbanización desenfrenada (especialmente en países en vía de desarrollo) amenaza la conservación y la prevalencia de estos ecosistemas, lo que afecta a las aves que los habitan (Whited et al. 2000, Davidson 2014).

Perú, un país reconocido por su alta diversidad de aves, posee por lo menos 44 humedales costeros (Senner & Angulo 2014). Diez de ellos están localizados en la región de Lima y poseen diferentes extensiones, estados de conservación y agentes de cambio (Aponte et al. 2020). El humedal costero Huacho-Hualmay-Carquin (Humedal Huahualca, HHCW) es un pequeño

Submitted 17 September 2021 · First decision 18 November 2021 · Acceptance 20 June 2022 · Online publication 11 January 2023

Communicated by Juan Pablo Isacch © Neotropical Ornithological Society

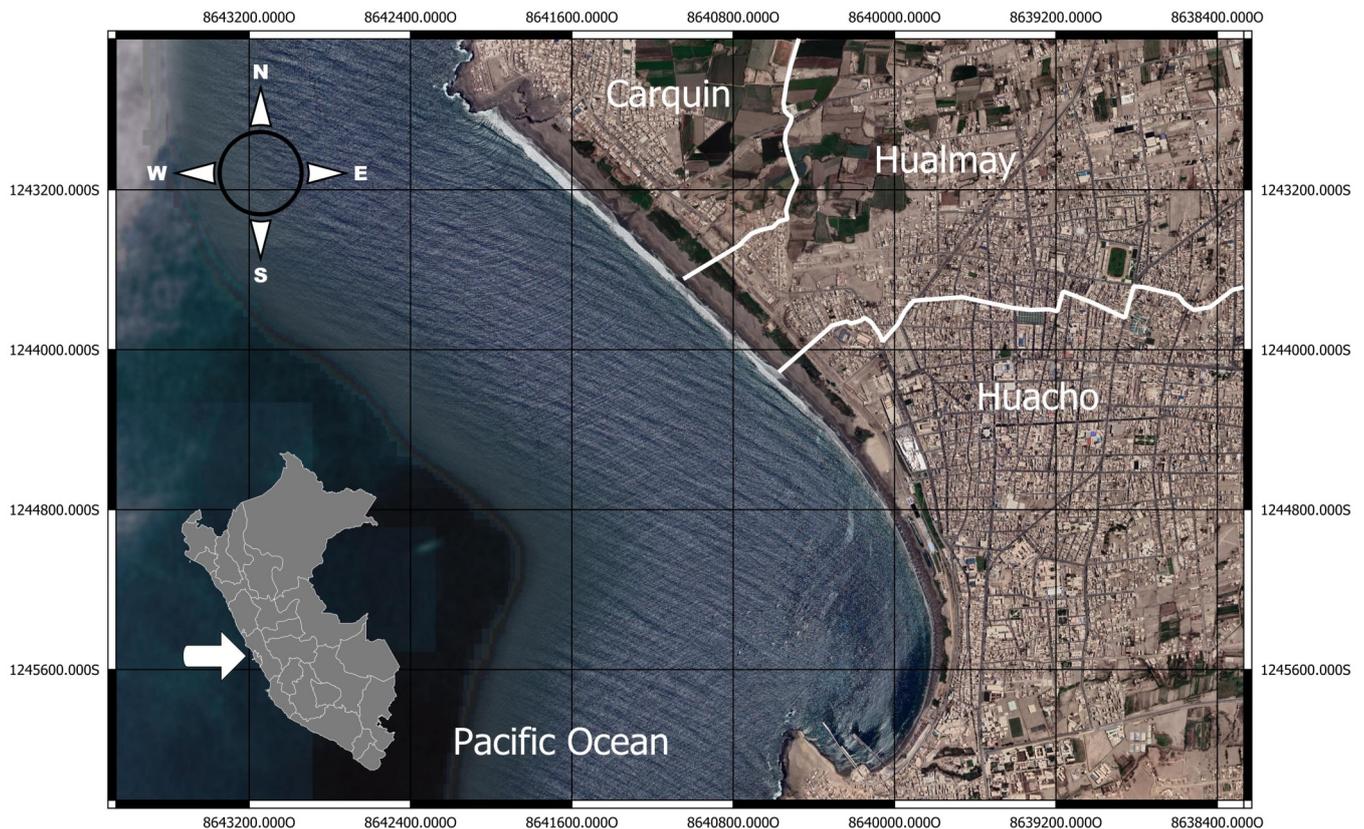


Figura 1. Mapa del área de estudio. Las líneas blancas muestran la división política del humedal Huahualca.

(menos de 30 ha) ecosistema encontrado en la costa inmediata de Lima, en una ciudad en desarrollo (Huacho). Previo a este estudio, la única otra investigación que se había realizado en este ecosistema reveló que este posee el número más alto de especies de plantas vasculares por hectárea de toda la costa de Lima (Aponte & Cano 2018), lo que podría indicar que también se puede esperar una alta diversidad de aves incluso con el pequeño tamaño del humedal. Este artículo tiene como objetivo revelar la diversidad total de aves (alfa, beta y gamma) en el HHCW en los años 2019-2021. Adicionalmente, plantea mostrar la correlación entre la diversidad y abundancia de aves con la temperatura superficial del mar (TSM) y el índice costero de El Niño (ICEN). Toda esta información será útil para entender mejor este ecosistema y proporcionará información importante a los tomadores de decisión de la región.

MÉTODOS

Área de estudio. El HHCW se encuentra localizado en la provincia de Huaura, en la costa central del Perú. Tiene un área aproximada de 24 ha y está conformado por parches de vegetación angostos y lagunillas interconectadas, formadas por “chorillos” del acuífero subterráneo encontrado en los barrancos cercanos al océano que lo rodea. El HHCW está situado entre otros dos humedales reconocidos (lagunas El Paraíso y Albuferas de Medio Mundo). El humedal está políticamente dividido en tres distritos: Carquin, Hualmay y Huacho (la capital de la provincia), que abarca la mayor parte de su área total. Además, en el lado este es posible encontrar áreas urbanas y comerciales (Figura 1).

Censo. Realizamos un censo de aves mensual desde octubre

de 2019 hasta febrero de 2021, a excepción de los meses restringidos por la inmovilización social obligatoria como medida preventiva de la pandemia por COVID-19. Los censos se llevaron a cabo en la mañana (06:00 h a 07:00 h PST) en forma de dos transectos simultáneos con bandas (80 m a la izquierda y 5 m a la derecha de ambos observadores), ubicados paralelos a la costa (denominados urbano y supralitoral, respectivamente) siguiendo las recomendaciones de Gregory et al. (2004). Utilizamos binoculares de 8 x 45 mm y cámaras con lentes de 300 mm para evitar molestar a las aves. Las aves se contaron mediante conteos individuales, o en grupo si la bandada superaba los 300 individuos. Cuando fue posible, se fotografiaron las especies para confirmar pruebas de su presencia.

Análisis de información. La riqueza y abundancia de especies para cada transecto se determinó mensualmente. La diversidad alfa para cada transecto se calculó mensualmente utilizando el índice de Simpson (SI). La diversidad beta (recambio de especies) se evaluó mediante el índice de Whittaker (WI), tanto a escala temporal como espacial: a escala temporal, el transecto urbano, el transecto supralitoral y después ambos transectos se evaluaron por separado, y se comparó la composición de especies en meses consecutivos. En esta escala, todos los meses se compararon utilizando el índice global de Whittaker. Igualmente, para la escala espacial, se compararon los transectos urbano y supralitoral para cada censo. Además, para evaluar la similitud total entre transectos, se utilizaron los índices de coeficientes de similitud de Jaccard y de Bray-Curtis.

Finalmente, se utilizó el índice Chao-2 para estimar la riqueza total de especies de aves para todo el humedal (diversidad gamma). Para ello, se elaboró una matriz utilizan-

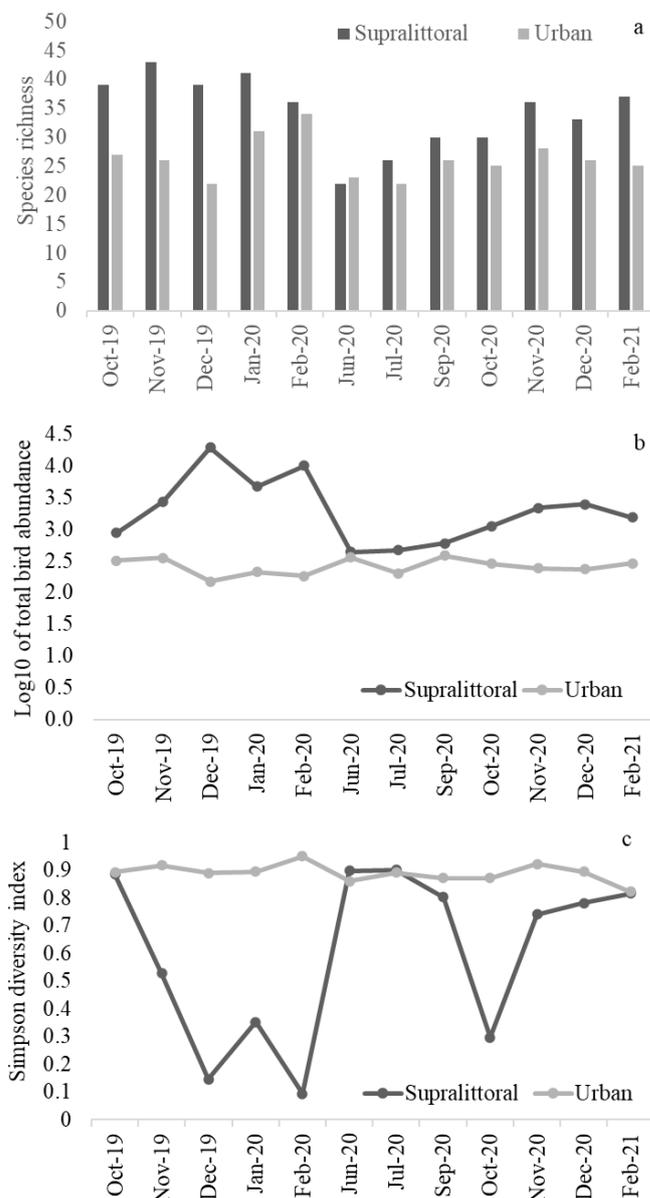


Figura 2. Comparación entre el transecto supralitoral y urbano de: A) riqueza de especies, B) \log_{10} de la abundancia total de aves y C) índice de diversidad de Simpson.

do la riqueza total de especies encontrada para cada mes en ambos transectos. El contraste de la estimación de Chao-2 con la riqueza de especies real observada en el humedal se usó para calcular el porcentaje de completación del censo.

Los valores mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) se obtuvieron a través del Instituto del Mar del Perú (Instituto del Mar del Perú, IMARPE. http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/sst_prov.html) y el índice costero de El Niño (ICEN) se obtuvo a través del Instituto Geofísico del Perú (Instituto Geofísico del Perú, IGP. www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt). La correlación entre los resultados de nuestro estudio (riqueza de especies, diversidad alfa y abundancia) y los parámetros oceánicos relacionados con la temperatura del Pacífico Sur (SST e ICEN) se calculó utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman. Todos los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico PAST C.4.3 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

Encontramos un total de 78 especies pertenecientes a 30 fa-

milias y 13 órdenes. Las familias más representadas en el humedal fueron Laridae (gaviotas y charranes) y Scolopaciidae (playeros), que presentaron la mayor abundancia total y número de especies (Tabla suplementaria 1). Además, el 65% de todas las aves fueron residentes reproductores, el 30% fueron migrantes boreales, el 4% migrantes australes y el 1% especies introducidas (*Passer domesticus* y *Columba livia*). Igualmente, cinco de las especies encontradas están la Lista Roja de la UICN como "casi amenazadas".

La riqueza, abundancia y diversidad de especies varió con la estación y el transecto (Figura 2a-c). En todos los censos, el transecto supralitoral tuvo la mayor riqueza mensual de especies y abundancia de aves, con un máximo de 43 especies y 19.234 individuos. En este transecto, la diversidad alfa fue muy variable (0.09 - 0.90). Por el contrario, el transecto urbano tuvo notablemente menos especies y abundancia, con un máximo mensual de 34 especies y 383 individuos, pero mostró la mayor diversidad alfa (0,82 - 0,9). El índice de Jaccard mostró una similitud del 49,4% entre transectos.

La mayor riqueza y abundancia de especies se encontró en los meses de verano (diciembre a marzo) en el transecto

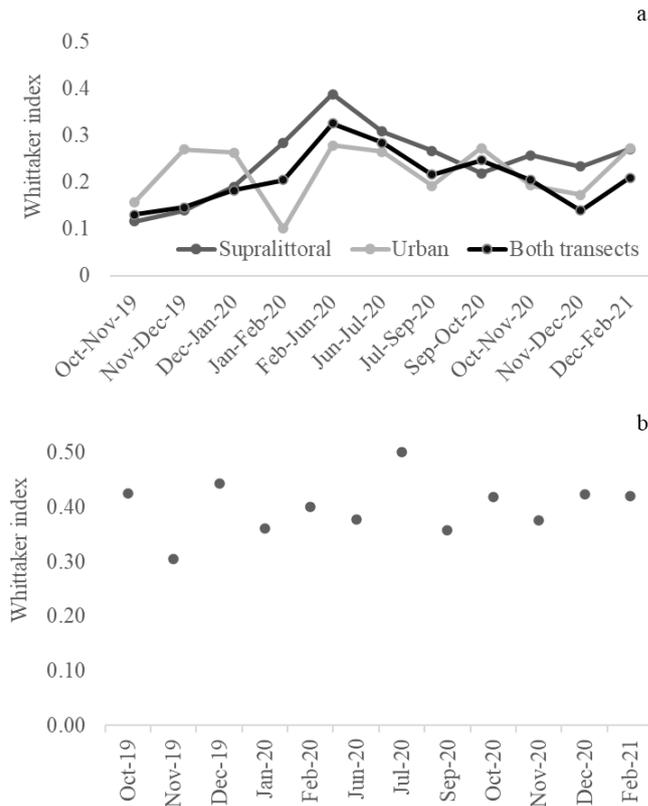


Figura 3. A) Comparación de la variación temporal del índice de Whittaker en el transecto supralitoral, transecto urbano y en ambos transectos. B) Variación del índice de Whittaker al comparar el transecto urbano y supralitoral en cada censo.

supralitoral, mientras que los valores más bajos se encontraron en los meses de invierno (junio a agosto) en el transecto urbano. Además, los valores de Chao-2 mostraron que se esperaba encontrar dos especies adicionales ($Chao\ 2 = 79,24$), lo que elevaría la riqueza total a un estimado de 79 especies de aves diferentes y la integridad del censo a 97,4%.

Al comparar el humedal a escala temporal, encontramos que el recambio de especies fue mayor en el transecto urbano, seguido de cerca por el transecto supralitoral. Asimismo, el valor más bajo se encontró en el humedal como ecosistema completo (índice global de Whittaker: 0,88, 0,82 y 0,71, respectivamente). Las tres evaluaciones tuvieron patrones de recambio similares, con la mayor rotación de especies entre febrero y junio (Figura 3a). Al comparar la diversidad beta a escala espacial (urbana frente a supralitoral), encontramos valores comparativamente más altos de recambio de especies (índice global de Whittaker: 1,54). Encontramos la mayor similitud de especies en noviembre de 2019 y la más baja en julio de 2020 (Figura 3b).

Finalmente, encontramos una correlación negativa entre la diversidad alfa y la TSM ($P = 0,009$, $IS: -0,74$) y el ICEN ($P = 0,002$, $IS: -0,82$), y una correlación positiva entre la abundancia total de aves con el ICEN ($P = 0,03$, $IS: 0,64$). No se encontró correlación entre la riqueza de especies y los parámetros oceánicos evaluados (Figura 4).

DISCUSIÓN

Los humedales costeros que se encuentran en la zona central del Perú tienen un rango de 68 a 211 especies (Quiñonez & Hernandez 2017, Pulido et al. 2020). De los humedales más cercanos al HHCW (a menos de 15 km de distancia), Laguna El Paraíso y Albufera el Medio Mundo, tienen 68 y 105 espe-

cies reportadas, respectivamente, lo que es similar a la riqueza de especies encontrada en el HHCW (Cruz et al. 2007, Alvarez & Iannacone 2008, Podestá & Cotillo 2016, Pulido 2018). Sin embargo, estos valores no figuran entre los más altos, probablemente porque los humedales con mayor riqueza de especies han sido evaluados durante períodos más prolongados (e.g., Pantanos de Villa, que ha sido evaluado durante alrededor de 100 años), lo que ha dado como resultado el registro de un mayor nivel histórico de riqueza de especies a lo largo de los años (Iannacone et al. 2010, Pulido 2018). Además, el pequeño tamaño del humedal y el reducido número de tipos de hábitat en comparación con otros humedales podrían explicar la reducida riqueza, particularmente en el caso de aquellas especies que dependen de hábitats específicos, como los miembros de la familia Podicipediformes (Lorenzón et al. 2016).

Aunque solo el 34% de las especies eran migrantes, las familias más abundantes y diversas estuvieron compuestas principalmente por especies migratorias (Tabla suplementaria 1), lo que indica que el humedal podría estar actuando como una ruta migratoria seguida por las aves acuáticas desde sus colonias de reproducción hasta sus zonas de alimentación (Runge et al. 2015, Brown et al. 2017, Yang et al. 2017). Si bien el HHCW no presentó la mayor riqueza de especies, al comparar los valores de especies por unidad de área se ubicó por encima de todos los demás humedales de Lima (3,21 especies/ha), seguido de Poza de la Arenilla y Humedal Santa Rosa, que tuvieron 2,36 especies/ha y 1,22 especies/ha, respectivamente (Podestá & Cotillo 2016). Por lo tanto, HHCW ha demostrado ser un ecosistema eficiente para la conservación y observación de aves, ya que posee una alta diversidad en un área relativamente pequeña. Además, dado que la eficiencia es un factor crucial a la hora de decidir si se

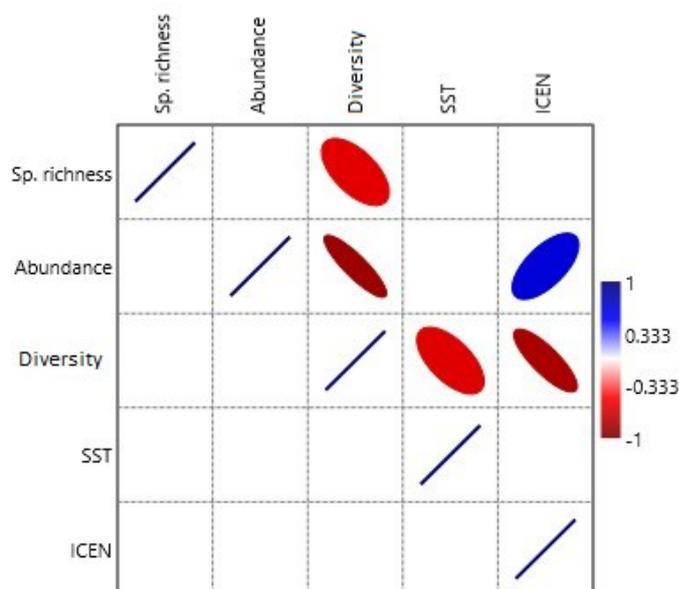


Figura 4. Correlaciones estadísticamente significativas encontradas en el estudio utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman.

debe preservar o no un humedal (Ramírez & Aponte 2018), se puede concluir que el HHCW debe ser protegido por los tomadores de decisión.

Igualmente, el presente estudio demostró que, incluso a pesar de la distancia entre la zona natural y la urbana, la riqueza de especies y la abundancia de aves se redujeron cerca de las áreas urbanas, lo que podría deberse a la pérdida de espacio habitable, al reemplazo de plantas nativas e incluso a la presencia más numerosa de humanos en esas zonas (McKinney 2008, Rodrigues et al. 2018). Sin embargo, estudios han demostrado que, cuando las áreas urbanas se gestionan adecuadamente, se pueden volver tan diversas como sus contrapartes naturales, principalmente cuando se implementan planes de conservación y educación (Chace & Walsh 2006, McKinney et al. 2011, Asomani-Boateng 2019).

Por otra parte, la alta riqueza y abundancia de especies durante los meses de verano puede ser resultado de un número reducido de lugares ideales de descanso para las aves migratorias (García-Moreno et al. 2007), lo que hace que estas especies se acumulen en áreas pequeñas y, por lo tanto, que aumenten la densidad y diversidad en estos lugares. Este mismo fenómeno se ha observado en otros humedales peruanos, como los manglares San Pedro de Vice (García-Olaechea et al. 2018) y el refugio de vida silvestre Pantanos de Villa, donde el pico de la llegada de aves migratorias australes (enero a marzo) en lagos y zonas costeras superó la abundancia de las aves residentes (Pulido & Bermudez 2018, Pulido et al. 2020).

El mayor recambio de especies se encontró al contrastar las áreas urbana y supralitoral (escala espacial). Esto, sumado a las diferencias en la diversidad de aves y la baja similitud encontrada entre los dos transectos, demuestra que las dos áreas son muy diferentes a pesar de que están ubicadas a menos de 100 m de distancia. Las diferentes estructuras de la vegetación (Žmihorski et al. 2016), la cobertura vegetal (Chawaka et al. 2018) y el nivel de perturbación relacionada con el hombre (Lu et al. 2009) entre los transectos podrían explicar los resultados. Además, el patrón de recambio de especies encontrado en el transecto urbano se podría deber al estrés constante generado por la presencia humana y la evitación de este hábitat por parte de las aves migratorias.

Todo esto sugiere que ambos hábitats deben ser protegidos mediante planes de manejo específicos a sus necesidades, particularmente cuando se considera que los humedales urbanos adecuadamente manejados han incrementado la habitabilidad y el valor del paisaje urbano para sus habitantes (Simpson & Newsome 2017). Además, la variación temporal de el recambio de especies podría explicarse por la estacionalidad de las inundaciones, la variación de temperatura y los períodos de reproducción de las aves (Lorenzón et al. 2019, 2020).

El recambio calculado en ambas escalas mostró índices de Whittaker globales más altos que los reportados previamente a nivel regional para los humedales costeros de Lima (Aponte 2018), lo que significa que el humedal presentó un mayor recambio en su interior que el observado entre todos los demás humedales de la costa de Lima. Esto, junto con el valor más alto de especies por hectárea para la región, demuestran que este hábitat merece atención para su conservación, incluso por encima de áreas de mayor tamaño, tal como se ha hipotetizado para ecosistemas pequeños (Calhoun et al. 2017). Los estudios sobre lugares de descanso de aves migratorias y conjuntos de plantas raras muestran que los pequeños humedales son áreas críticas para la existencia continua de ambos grupos (McCulloch et al. 2003, Richardson et al. 2015), lo que aporta más evidencias sobre la necesidad de conservación de estos ecosistemas.

Por otra parte, nuestro estudio mostró una correlación positiva entre la abundancia total de aves y el ICEN, lo que sugiere que se podría encontrar un mayor número de aves durante los períodos más cálidos. Esto es consistente con otros estudios que han demostrado que el inicio de El Niño podría estar relacionado con un aumento en la abundancia de aves playeras migratorias (O'Hara et al. 2007). Si bien algunas especies ven una disminución o mortalidad ante estos eventos, las altas densidades de migración opacan los casos de especies particulares (Lafferty et al. 2013). Además, los años ENSO suelen tener mayor humedad y precipitación, lo que es beneficioso para la mayoría de las especies que dependen de los humedales (Vilina & Cofre 2000, Romano et al. 2005). En consecuencia, se puede evidenciar una reducción de la diversidad en períodos más cálidos, ya que el aumento

de la abundancia diluye la diversidad de aves. Esta última observación podría explicar la correlación inversa entre ICEN, TSM y diversidad.

Finalmente, este estudio es el primero de una lista verificada de especies de aves del HHCW y reveló que incluso los humedales pequeños altamente perturbados poseen una gran diversidad de aves. El estudio también demostró la importancia de conservar este ecosistema, ya que muestra procesos críticos de diversidad como un alto recambio local y diversidad gamma. La investigación científica recién está comenzando en el HHCW y aún no se han evaluado otros grupos taxonómicos aparte de las plantas vasculares, pero las autoridades encargadas de la toma de decisiones deben enfocarse en planes de manejo que prevengan la pérdida de hábitat mientras se fomenta la participación de la comunidad y la inclusión de este humedal vital en el paisaje urbano circundante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que apoyaron en algún censo durante todo este período y a la Universidad Científica del Sur por la oportunidad de realizar esta investigación a través de su financiación (No. 06-DGIDI-CIENTIFICA-2019).

Artículo suplementario en inglés: <https://journals.sfu.ca/ornneo/index.php/ornneo/article/view/1011/665>

REFERENCIAS

- Alvarez, C, Iannaccone, J (2008) Nuevos registros de aves en los humedales de Ventanilla Callao, Perú. *The Biologist* 6: 68–71.
- Aponte, H, Cano, A (2018) Flora vascular del humedal de Carquín-Hualmay, Huaura (Lima, Perú). *Ecología Aplicada* 17: 69–76.
- Aponte, H, Gonzales, S, Gomez, A (2020) Impulsores de cambio en los humedales de América Latina: El caso de los humedales costeros de Lima. *South Sustainability* 1: 1–5.
- Aponte, H (2018) Un ajuste a la diversidad beta en los humedales costeros de Lima. *The Biologist* 15: 479–481.
- Asomani-Boateng, R (2019) Urban wetland planning and management in Ghana: a disappointing implementation. *Wetlands* 39: 251–261.
- Biggs, J, Von Fumetti, S, Kelly-Quinn, M (2017) The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. *Hydrobiologia* 793: 3–39.
- Blackwell, MS, Pilgrim, ES (2011) Ecosystem services delivered by small-scale wetlands. *Hydrological Sciences Journal* 56: 1467–1484.
- Brown, S, Gratto-Trevor, C, Porter, R, Weiser, EL, Mizrahi, D, Bentzen, R, Lanctot, RB (2017) Migratory connectivity of Semipalmated Sandpipers and implications for conservation. *The Condor: Ornithological Applications* 119: 207–224.
- Calhoun, AJ, Mushet, DM, Bell, KP, Boix, D, Fitzsimons, JA, Isselin-Nondedeu, F (2017) Temporary wetlands: challenges and solutions to conserving a ‘disappearing’ ecosystem. *Biological Conservation* 211: 3–11.
- Chace, JF, Walsh, JJ (2006) Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban planning* 74: 46–69.
- Chawaka, SN, Boets, P, Goethals, PL, Mereta, ST (2018) Does the protection status of wetlands safeguard diversity of macroinvertebrates and birds in southwestern Ethiopia? *Biological Conservation* 226: 63–71.
- Cruz, Z, Angulo, F, Burger, H, Borgesa, R (2007) Evaluación de aves en la laguna El Paraiso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14: 139–144.
- Davidson, NC, Fluet-Chouinard, E, Finlayson, CM (2018) Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research* 69: 620–627.
- Davidson, NC (2014) How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* 65: 934–941.
- Erwin, KL (2009) Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and management* 17: 71.
- García-Moreno, J, Clay, RP, Ríos-Muñoz, CA (2007) The importance of birds for conservation in the Neotropical region. *Journal of Ornithology* 148: 321–326.
- García-Olaechea, Á, Chávez-Villavicencio, C, Tabilo-Valdivieso, E (2018) ¿Influyen las aves migratorias neárticas en el patrón estacional de aves de los humedales costeros? *Revista Peruana de Biología* 25: 117–122.
- Gibbs, JP (1993) Importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands* 13: 25–31.
- Gregory, RD, Gibbons, DW, Donald, PF (2004) Bird census and survey techniques. Pp. 17–56 in William J, Ian N, Rhys GS, (eds.). *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, New York, USA.
- Hammer, Ø, Harper, DA, Ryan, PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4: 1–9.
- Hansson, LA, Brönmark, C, Anders Nilsson, P, Åbjörnsson, K (2005) Conflicting demands on wetland ecosystem services: nutrient retention, biodiversity or both? *Freshwater Biology* 50: 705–714.
- Iannaccone, J, Atasi, M, Bocanegra, T, Camacho, M, Montes, A, Santos, S, Alayo, M (2010) Diversity of birds in Pantanos de Villa wetland, Lima, Peru: period 2004–2007. *Biota Neotropica* 10: 295–304.
- Lafferty, KD, Rodriguez, DA, Chapman, A (2013) Temporal and spatial variation in bird and human use of beaches in southern California. *SpringerPlus* 2: 1–14.
- Lorenzón, RE, Beltzer, AH, Olguin, P, Ronchi-Virgolini, A (2016) Habitat heterogeneity drives bird species richness, nestedness and habitat selection by individual species in fluvial wetlands of the Paraná River, Argentina. *Austral Ecology* 41: 829–841.
- Lorenzón, RE, Beltzer, AH, Olguin, PF, León, EJ, Sovrano, LV, Antoniazzi, CE, Ronchi-Virgolini, AL (2019) Temporal variation of bird assemblages in dynamic fluvial wetlands: seasonality and influence of water level and habitat availability. *Revista de Biología Tropical* 67: 1131–1145.
- Lorenzón, RE, Ronchi-Virgolini, AL, Blake, JG (2020) Wetland dependency drives temporal turnover of bird species between high and low-water years in floodplain wetlands of the Paraná River. *Ecohydrology* 13: e2179.
- Lu, T, Ma, K, Zhang, Y, Ni, H, Fu, B (2009) Species similarity distance relationship in wetlands: effect of disturbance intensity. *Polish Journal of Ecology* 57: 647–657.
- McCulloch, G, Aebischer, A, Irvine, K (2003) Satellite tracking of flamingos in southern Africa: the importance of small wetlands for management and conservation. *Oryx* 37: 480–483.
- McKinney, ML (2008) Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems* 11: 161–176.
- McKinney, RA, Rapsosa, KB, Cournoyer, RM (2011) Wetlands as habitat in urbanizing landscapes: patterns of bird abundance and occupancy. *Landscape and Urban Planning* 100: 144–152.
- Mitra, S, Wassmann, R, Vlek, PL (2005) An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. *Current Science* 88: 25–35.
- Nadeau, CP, Conway, CJ (2015) Optimizing water depth for wetland-dependent wildlife could increase wetland restoration success, water efficiency, and water security. *Restoration Ecology* 23: 292–300.
- O’Hara, PD, Haase, BJ, Elnor, RW, Smith, BD, Kenyon, JK (2007) Are

- population dynamics of shorebirds affected by El Niño/Southern Oscillation (ENSO) while on their non-breeding grounds in Ecuador? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74: 96–108.
- Podestá, J, Cotillo, A (2016) Avifauna del área de Conservación Municipal Humedal Poza de la Arenilla (Callao, Perú): Actualización y categorías de conservación. *Científica* 13: 38–57.
- Pulido, V, Bermudez, L (2018) Patrones de estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa* 25: 1107–1128.
- Pulido, V, Salinas, L, del Pino, J (2020) Trabajos originales. 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.
- Pulido, V (2018) Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa. *Revista Peruana de Biología* 25: 291–306.
- Quiñonez, AS, Hernandez, F (2017) Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 24: 175–186.
- Ramirez, DW, Aponte, H (2018) Por qué los Humedales de Puerto Viejo perdieron su protección legal: analizando los motivos. *Revista Peruana de Biología* 25: 49–54.
- Richardson, SJ, Clayton, R, Rance, BD, Broadbent, H, McGlone, MS, Wilmschurst, JM (2015) Small wetlands are critical for safeguarding rare and threatened plant species. *Applied Vegetation Science* 18: 230–241.
- Rodrigues, AG, Borges-Martins, M, Zilio, F (2018) Bird diversity in an urban ecosystem: the role of local habitats in understanding the effects of urbanization. *Série Zoologia* 108: e2018017.
- Romano, M, Barberis, I, Pagano, F, Maidagan, J (2005) Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincué saline lake, Argentina. *European Journal of Wildlife Research* 51: 1–13.
- Runge, CA, Watson, JE, Butchart, SH, Hanson, JO, Possingham, HP, Fuller, RA (2015) Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science* 350: 1255–1258.
- Senner, NR, Pratolongo, AF (2014) *Atlas de las Aves playeras del Perú*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica, San Isidro, Perú.
- Simpson, G, Newsome, D (2017) Environmental history of an urban wetland: from degraded colonial resource to nature conservation area. *Geo: Geography and Environment* 4: e00030.
- Tomaselli, V, Tenerelli, P, Sciandrello, S (2011) Mapping and quantifying habitat fragmentation in small coastal areas: a case study of three protected wetlands in Apulia (Italy). *Environmental monitoring and assessment* 184: 693–713.
- Vilina, YA, Cofre, H (2000) “El Niño” effects on the abundance and habitat association patterns of four grebe species in Chilean wetlands. *Waterbirds* 23: 95–101.
- Whited, D, Galatowitsch, S, Tester, JR, Schik, K, Lehtinen, R, Husveth, J (2000) The importance of local and regional factors in predicting effective conservation: Planning strategies for wetland bird communities in agricultural and urban landscapes. *Landscape and Urban Planning* 49: 49–65
- Yang, H, Ma, M, Thompson, JR, Flower, RJ (2017) Protect coastal wetlands in China to save endangered migratory birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 5491–5492.
- Žmihorski M, Pärt, T, Gustafson, T, Berg, Å (2016) Effects of water level and grassland management on alpha and beta diversity of birds in restored wetlands. *Journal of Applied Ecology* 53: 587–595.