



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGO MARINO**

DIVERSIDAD, VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES EN EL HUMEDAL MARINO
COSTERO “SANTA ROSA” (LIMA – PERÚ).

DIVERSITY, SPACE-TIME VARIATION AND CONSERVATION STATUS OF
THE BIRD COMMUNITY IN THE “SANTA ROSA” COASTAL MARINE
WETLAND (LIMA - PERU).

PRESENTADO POR:

Bach. Antony Javier Apeño Arias

ASESOR:

Dr. Hector Alonso Aponte Ubillús

Lima – Perú

2020

Lima, 30 de abril de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. CARLOS BRAXTZO PHIL ZAVALAGA REYES
Miembro: Mg. DAMASO WILFREDO RAMIREZ HUAROTO
Miembro: Mg. DAVID MONTES ITURRIZAGA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“DIVERSIDAD, VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES EN EL HUMEDAL MARINO COSTERO “SANTA ROSA” (LIMA – PERÚ)”

Presentada por el estudiante/bachiller:

- **ANTONY JAVIER APEÑO ARIAS**

Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorado por: Dr. HECTOR ALONSO APONTE UBILLUS

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesista: ANTONY JAVIER APEÑO ARIAS	Nota (en letras): Diecisiete
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)
Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

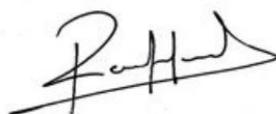
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. CARLOS BRAXTZO PHIL
ZAVALAGA REYES
Presidente



Dr. HECTOR ALONSO APONTE
UBILLUS
Asesor



Mg. DAMASO WILFREDO RAMIREZ
HUAROTO
Miembro 1



Mg. DAVID MONTES ITURRIZAGA
Miembro 2

Resumen

El humedal de Santa Rosa alberga gran variedad de biota, siendo uno de los grupos más representativos las aves. En el presente estudio, se determinó la diversidad alfa, beta y gamma de la fauna aviar, mediante censos mensuales (marzo de 2018 - febrero de 2019), utilizando conteo por puntos en 10 estaciones diferentes dentro del área. Se calculó los índices Simpson y Shannon-Wiener (diversidad alfa), Harrison y Morisita (diversidad beta) y utilizamos técnicas de interpolación y extrapolación para la diversidad de área (gamma). Octubre y noviembre mostraron una mayor riqueza de especies con 69 y 68 especies, respectivamente. La estación 7 presentó los valores más altos en promedio para el índice de Shannon-Wiener (2.46). La mayor similitud entre estaciones se observó en el mes de junio y julio (0,36 y 0,34 respectivamente para el índice Morisita promedio entre estaciones), coincidiendo con los resultados del índice de Harrison (período de menor recambio entre todas las estaciones). Se reportaron 89 especies siendo *Larus pipixcan* y *Gallinula galeata* las que tuvieron mayor abundancia para migratorias y residentes, respectivamente. Tres especies se encuentran en estado Casi Amenazado (NT) y dos están incluidas en el apéndice I y cinco en el apéndice II de CITES.

Palabras claves: Avifauna, Chancay, conservación, extrapolación, índices, interpolación, migratorias.

Abstract

The Santa Rosa wetland hosts a wide variety of biota, one of the most representative groups being birds. In the present study, we determined the alpha, beta, and gamma diversity of avian fauna, by means of monthly censuses (March 2018 - February 2019), using point-counts in 10 different stations within the area. We calculated Simpson and Shannon-Wiener indices for alpha diversity; Harrison and Morisita for beta diversity, and used interpolation and extrapolation techniques for area diversity (gamma). October and November showed greater species richness with 69 and 68 species, respectively. Station 7 presented the highest values on average for the Shannon-Wiener index (2.46). The greatest similarity between stations was observed in the month of June and July (0.36 and 0.34 respectively for the average Morisita index between stations), coinciding with the results of the Harrison index (period of least turnover among all stations). We report 89 species of which *Larus pipixcan* and *Gallinula galeata* were the ones with the highest abundances for migrants and residents, respectively. Three species are in Near Threatened (NT) status and two are included in appendix I and five in appendix II of CITES.I and five in appendix II of CITES.

Keywords: Birdlife, Chancay, conservation, extrapolation, indices, interpolation, migratory.

Introducción

Los humedales son ecosistemas muy importantes ya que brindan servicios ecosistémicos como la provisión de agua, seguridad, facilidad al acceso a recursos útiles como fibras y uso de espacios para realizar actividades recreativas (Constanza, 1997). A pesar de ello, el impacto del humano sobre estos ecosistemas es notorio, encontrando dentro de las múltiples causas el crecimiento poblacional, la sobreexplotación de sus recursos, la contaminación de sus fuentes de aguas, cambio de uso de suelo e introducción de especies invasoras; esto los ha convertido en uno de los ecosistemas que más rápido se vienen degradando (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

Los humedales costeros del Perú no son ajenos a esta realidad; como lo indican distintos trabajos, existen múltiples factores antropogénicos que los deterioran; por ejemplo, la pesca sin control, la extracción excesiva de fibras, el mal manejo del agua, los constantes incendios de origen humano, la contaminación por residuos sólidos y la invasión de tierra para viviendas (Pronaturaleza, 2010; Aponte & Ramirez, 2011; Aponte et al., 2015). Los impactos mencionados pueden conllevar a la reducción de estos ecosistemas teniendo implicancias sobre la diversidad de organismos que habitan en ella como la afectación de las poblaciones y comunidades de plantas y aves (Aponte & Ramírez 2011; Pulido, 2018; Quiñonez & Hernandez, 2017).

Existen algunas especies de aves que suelen pasar toda su vida o parte de ella en los humedales; los roles que desempeñan estos organismos ya sea como fuente de ingresos por el ecoturismo, dispersores de semillas, polinizadores de flores, controladores de plagas o como indicadores ambientales hacen que resulte fundamental su estudio y conservación (Block & Brennan, 1993; Pulido, 2003; Berlagan, 2001; Moreno, 2010). En la costa de Lima, el Humedal Santa Rosa alberga distintas especies de aves sin embargo,

aún no existe ningún estudio que muestre la diversidad de este grupo en el humedal. El humedal Santa Rosa se encuentra impactado por distintos factores antropogénicos (presencia de cultivos, criadero de porcinos, botadero de residuos sólidos, pastoreo ganado de ovino y vacuno) (Ramírez et al., 2010) que podrían estar afectando a su avifauna.

El presente trabajo tuvo como objetivos a) describir la ornitofauna en el humedal Santa Rosa a lo largo del periodo marzo 2018-febrero 2019, b) examinar su variabilidad de comunidades a nivel espacial-temporal y c) identificar especies reconocidas como prioritarias para su conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio

El humedal de Santa Rosa (11°36'01,4" S – 77°15'54,0" W), se encuentra al norte de la ciudad de Lima, Provincia de Huaral, distrito de Chancay (Figura 1A). Tiene un área aproximada de 60 hectáreas, con un cuerpo de agua en la zona norte, una laguna al lado oeste y un canal que lo abastece de agua, proveniente del río Chancay (Verone et al., 2012). El humedal se encuentra en las zonas Sur (zona de cultivos y presencia de acequia formada por desagüe), oeste (presencia de residuos sólidos), y este (colapso del alcantarillado de desagüe, arrojado de desmontes, corrales de ganado y zona de pastoreo) (Ramírez et al., 2010).

Diseño del muestreo

El estudio se llevó a cabo mensualmente entre marzo del 2018 y febrero del 2019. Previo a esto se realizó una salida a campo con fin de identificar las estaciones que se usarían. Se determinaron 10 estaciones alrededor del espejo de agua teniendo en cuenta los puntos

de aglomeración de especies y los hábitats más conspicuos, considerando la vegetación predominante, la presencia del espejo de agua, el impacto antropogénico (contaminación) y su cercanía al mar (Cruz *et al.*, 2007; Alvarez, 2007; Quiñonez & Hernandez, 2017), cabe resaltar que las estaciones pueden presentar uno o más hábitats. Si bien es cierto los puntos son tomados en la periferia, creemos que fue la decisión más adecuada, considerando que área central comprende zonas inundadas, fangosas y de totorales, las mismas que generarían dificultades para acceso, perturbando a las aves y no permitiendo registra la riqueza adecuada. Las estaciones escogidas fueron: lado norte del espejo de agua y cerro aledaño (E1), lado noroeste del espejo de agua y zona árida con presencia de residuos sólidos (E2), lado suroeste del espejo de agua y zona árida con presencia de residuos sólidos (E3), cantos rodados frente al totoral y zona árida con presencia de residuos sólidos (E4), orilla de mar (E5), juncal con presencia de cultivos a los costados y cantos rodados (E6), comunidad arbustiva, conformado por *Tessaria integrifolia*, con parches de totoral (*Typha domingensis*), de *Colocassia esculenta* y con una acequia formada con agua de desagüe (E7), zona de desmonte (E8), lado este del totoral, vega mixta y con presencia de agua (E9) y lado noreste del espejo de agua, lomas de tierra y vega mixta (E10) (Figura 1B). Las estaciones tuvieron una separación mínima de 200m y no se colocaron puntos en el centro del humedal por la dificultad del acceso y por la presencia del observador en esas determinadas zonas podría espantar a las distintas especies de aves; las mismas fueron georreferenciadas con ayuda de un receptor GPS.

En cada estación se empleó el método del conteo total por puntos, el cual se adapta al tamaño de las áreas a censar y por ser esta fácilmente visible (método de primordial importancia en el monitoreo recomendado por el programa Partners in Flight - Aves de las América) (Sutherland 2000). Para la observación e identificación de las aves se utilizaron binoculares, cámaras digitales para la captura de las imágenes, guías de campo

y literatura especializada (Gonzales *et al.* 1998, Clements & Shany 2001, Knell 2003, Branco 2007, Schulenberg *et al.*, 2010; Barrio y Guillén, 2014). El avistamiento se realizó en cada una de las estaciones (en orden ascendente, partiendo de la E1 y terminando en la E10), considerando los 360° de visión que puede tener el observador. La observación tuvo una duración de 10 minutos por estación; el alcance máximo fue de 50m. El muestreo se realizó en las primeras horas de la mañana (6:00 am), con el fin de encontrar la mayor cantidad de aves debido a que en ese horario se encuentra más activas (Ortega *et al.*, 2012).

Análisis de datos

Se realizó una matriz donde se enlistaron todas las familias de aves registradas en el humedal por orden alfabético basados en la lista de aves del Perú de Plenge (2019) y libro de aves de Perú de Schulenberg *et al.* (2010), el mismo que emplea la clasificación y nomenclatura de la South American Classification Committee (SACC) de American Ornithologists Union. A las especies se les colocó el nombre científico actualizado, nombre común, estación donde fue encontrada, estado de conservación (IUCN) y a que apéndice del CITES pertenecen.

Los datos de abundancia de cada especie por estación en cada mes muestreado fueron colocados en una matriz haciendo uso del programa Excel 2016 (©Microsoft) para posteriormente ser analizados según el tipo de diversidad; todos los índices de diversidad que se mencionan a continuación fueron calculados en el software PAST 2.17 (Hammer *et al.*, 2001):

a) La diversidad alfa

Es la diversidad registrada en cada estación determinada en el presente estudio. Se emplearon el índice de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener por permitir determinar la dominancia y la entropía respectivamente las mismas cualidades que hacen que se complemente (Jost, 2006; Aponte, 2017). También resultó importante el ser los índices más utilizados facilitando de esta manera la comparación con otros resultados (Feinsinger, 2004).

Se determinó mediante la riqueza de especies (N° de especies) por estación empleando los datos recolectados. Se calcularon también mensualmente los índices de diversidad de Simpson (Simpson, 1964) (1) y Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1948; MacArthur, 1965) (2):

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n}\right)^2 \dots\dots(1)$$

Donde:

n_i = número de individuo que pertenece a la especie de la muestra.

n = número total de individuos en la muestra.

$$H' = - \sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n} \dots\dots(2)$$

Donde:

n_i = número de individuo que pertenece a la especie de la muestra.

n = número total de individuos en la muestra.

\ln = logaritmo natural.

b) La diversidad beta

Se empleo los índices con el fin de analizar de forma espacial en el tiempo la diversidad beta (el recambio de especies entre estaciones del humedal en un mes determinado); esta se analizó mediante los índices de Morisita (3) (Hammer et al., 2001), que se empleó para medir la similitud comunitaria entre las estaciones, calculando un promedio por mes con ayuda el programa Excel, y el índice de Harrison (4) para medir el recambio entre estaciones, el mismo que se eligió porque a diferencia de otros índices de diversidad beta considera el número de muestras (Aponte, 2017). Las ecuaciones utilizadas fueron (Harrison et al., 1992; Morisita, 1959):

$$I_{\theta} = \frac{\sum n_i(n_i-1)}{n(n-1)} N \dots\dots(3)$$

Donde:

n_i = Número de individuos en cada una de las muestras.

n = Total de individuos en el total de muestras.

N = Número de muestras.

$$\beta = \frac{\frac{s}{\bar{\alpha}} - 1}{N - 1} \dots\dots(4)$$

Donde:

S = Número de especies registradas.

α = Es el promedio de especies por muestra.

N = Es el número de muestras utilizados para el análisis.

c) La diversidad gamma

Correspondió a la riqueza encontrada en un mes determinado en el humedal durante el año de muestreo (Halffter., Soberón., Koleff y Melic., 2005). Con ayuda de lista de aves del Perú de Plenge (2019) y el libro de aves del Perú de Schulenberg et al. (2010), se identificaron los órdenes, familias y especies presentes en el humedal en el año de muestreo. Con dichos datos y con ayuda del programa Excel se obtuvieron los porcentajes de cada uno de los dichos grupos taxonómicos. También, se obtuvieron los valores de la diversidad gamma esperada por medio de algoritmos de extrapolación con ayuda del programa INEXT online (Chao et al., 2016) lo que permitió conocer la cobertura de la muestra y el porcentaje de la diversidad muestreado por mes de muestreo y por año de muestreo (Chao et al.,2014; Chao & Jost, 2012; Chao & Jost, 2015; Colwell et al.,2012); los mismos que fueron calculados con datos de presencia y ausencia de las especies por estación en cada mes evaluado y por año de muestreo. Los datos de cobertura de la muestra mensuales obtenidos fueron promediados, permitiendo conocer la eficiencia de muestreo, mientras que los datos de cobertura anual nos permitieron identificar cuantas especies pueden estar presentes en el humedal y que tan eficiente fue el muestreo durante el año.

Estado de conservación

Para conocer el estado de conservación de las aves reportadas se empleó la lista roja de la IUCN, Libro Rojo: Fauna silvestre amenazada del Perú (2018) y la lista de apéndices CITES que indican el estado de vulnerabilidad y si se encuentran amenazadas por el comercio de fauna silvestre respectivamente.

Resultados

Diversidad alfa

La riqueza de especies varió a lo largo del periodo de muestreo en todas las estaciones; la zona arbustiva (E7) presentó la mayor riqueza de especies en los doce meses (20.5 especies/mes en promedio); lo contrario ocurrió en la zona de desmonte (E8) el cual presentó la menor riqueza durante los doce meses del año (3.1 especies/mes en promedio; figuras 2 y 3). Se evidenció que el mes 12 (febrero) presentó la mayor riqueza de especies en las estaciones E3, E5, E7, E9 y E10 (figura 3). Las estaciones que presentaron los mayores valores del índice de Shannon - Wiener fueron la E6 y E7 (zonas de cultivos y arbustiva respectivamente) durante el periodo de octubre-febrero, siendo la E7 la única que presento valores altos de diversidad (3.1 y 3.3 para los meses de enero y febrero respectivamente y un valor promedio de 2.46 durante el año de muestreo); la E8 presentó los valores más bajos en promedio para este índice (0.9), sin embargo los valores más bajos en un mes determinado se observaron en la estación E2 en el mes de febrero (0.02). Los valores más bajos del índice de Shannon - Wiener para todas las estaciones fueron presentados en abril.

La estación con mayor dominancia promedio fue la E5 zona de playa, siendo los meses marzo, septiembre, octubre, noviembre, diciembre (2018) y enero (2019) los que presentaron mayor dominancia para dicha estación. Además, se observaron valores altos de dominancia en la estación 1 (en los meses “marzo, abril 2018” y “febrero 2019”), estación 2 (en el mes de enero 2019), estación 4 (en los meses “junio, julio y agosto “2018”), estación 9 (en el mes de marzo 2018) y en la estación 10 (en los meses de abril

“2018”, enero y febrero “2019”); el índice de dominancia de Simpson presentó el patrón inverso al descrito para el índice de Shannon-Wiener (figura 4).

Diversidad beta

La mayor similitud entre estaciones fue observada en el mes de junio y julio (0.36 y 0.34 para el índice de morisita respectivamente) lo cual coincide con los resultados obtenido con el índice de Harrison que indican que el mes de julio mostró el menor recambio entre todas las estaciones 0.28 Harrison respectivamente (figura. 5). La menor similitud entre estaciones se mostró en los meses de octubre, noviembre y diciembre, lo que concuerda con lo evidenciado por el índice de Harrison que muestra que el mayor recambio se mostró en los mismos meses (figura. 5).

Diversidad gamma

A lo largo de todo el muestreo, se registraron 89 especies incluidas en 16 órdenes, 37 familias y 66 géneros (Tabla 1). Los órdenes con mayor riqueza durante todo el muestreo fueron Charadriiforme (30 especies, 33.7 %), Passeriforme (19 especies, 21.4%), Anseriforme y Pelecaniformes (9 especies y 10.1% cada uno) (figura 6). Las familias con mayor riqueza durante todo el muestreo fueron Scolopacidae (13 especies, 14.6%), Anatidae (9 especies, 10.1%), Ardeidae y Laridae (7 especies, 7.9% cada uno) (figura 7). De las especies reportadas, 26 son migratorias entre andinas, australes y neárticas (Tabla. 1). El humedal Santa Rosa es el segundo con mayor riqueza por área (Tabla 2.).

Los meses que presentaron mayor riqueza fueron octubre y noviembre con 69 y 68 respectivamente; julio fue el mes que presentó menor riqueza; se evidenció que la riqueza de especies observada estuvo siempre cercana a la riqueza mínima esperada (figura. 8).

El valor promedio de la cobertura de la muestra fue el 76.62% (Tabla 3), mientras que la cobertura de muestra anual presentó un valor de 99% (89 especies); al 100% de la cobertura se calculan 90 especies (90.01; 84.92-95.10), observándose que por más que aumente el número de unidades de muestreo tiende a mantenerse estable la riqueza de especies (figura. 9 y figura. 10).

Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Larus pipixcan* (60789 individuos) en el mes de febrero, *Calidris alba* (1341) en el mes de marzo y *Tringa semipalmata* (1005) en el mes de enero, todas aves migratorias. Las especies residentes con mayor abundancia fueron *Gallinula galeata* (815) y *Spatula cyanoptera* (513) ambos en el mes julio. Se han presentado especies poco frecuentes para los humedales de la costa central (*Dendrocygna autumnalis*, *Jabiru mycteria* y *Coccyzus melacoryphus*). Se registró una especie con solo un avistamiento en el Perú (*Spatula clypeata*) y otra con ningún reporte documentado para el Perú (*Tadorna tadorna*). Se registraron especies que solo fueron vistas una sola vez en el humedal (*Mimus longicaudatus*, *C. melacoryphus* y *Falco peregrinus*). De las especies *J. mycteria*, *F. peregrinus*, *S. clypeata*, *D. autumnalis*, *T. tadorna* y *C. melacoryphus* solo se registró un solo individuo. Así mismo se evidenciaron especies que solo estuvieron en una determinada estación como *Thalasseus sandvicensis*, *Sula variegata*, *C. alba*, *Pelecanus thagus* (E5), *Chordeilis acutipennis*(E6), *C. melacoryphus*, *M. longicaudatus*, *Geothlypis aequinoctialis*, *Forpus coelestis*, *Calidris pusilla*, *Amazilia amazilia* (E7), *Parabuteo unicinctus*, *Athene cunicularia* (E8), *F. peregrinus*, *S. clypeata* (E9), *D. autumnalis*, *T. tadorna*, *Calidris mauri* (E10).

Estado de conservación de las especies

Se identificó tres especies con en estado Casi Amenazado (NT) (*P. thagus*, *C. pusilla* y *Thalasseus elegans*), de la cuales dos de ellas se encuentran en la estación 5 (hábitat orilla de mar); resto de las especies estaban en estado de Preocupación Menor (LC).

Dos especies están incluidas en el apéndice I (*J. mycteria* y *F. peregrinus*) y cinco especies (*A. cunicularia*, *A. amazilia*, *F. coelestis*, *Falco sparverius* y *P. unicinctus*) pertenecientes al apéndice II del CITES (MINAM, 2018), pero hasta el momento no se ha identificado ninguna actividad de uso de estas especies en el humedal Santa Rosa (Tabla 1).

Se observó la presencia de 2 especies en estado de peligro (*P. thagus* y *S. variegata*) y 2 en casi amenazado (*J. mycteria* y *F. peregrino*) según el Libro Rojo de Fauna silvestre amenazada del Perú; no se obtuvieron datos de las otras especies en dicha literatura.

Observaciones complementarias

La riqueza de especies de aves está distribuida en todo el humedal, sin embargo, se ha registrado 18 especies que tienen preferencia por una determinada estación del humedal (Tabla 1). Las estaciones impactadas han contribuido para poder determinar la riqueza de aves en el humedal, por ejemplo, La (E7) que presenta distintos hábitats (zona arbustiva presencia mayoritaria de “*T. integrifolia*”, totoral “*T. domingensis*”, oreja de elefante “*C. esculenta*” y con un canal formado con agua residual) mostró la mayor riqueza de todas las estaciones. La zona de desmonte (E8), a pesar de ser la estación con menor riqueza de todos, presenta especies únicas que no se encuentran presentes en ninguna otra estación del humedal (Tabla 1.), como por ejemplo *A. cunicularia*, la misma que generalmente es observada en ambientes arenosos, a pesar de ello es muy habitual encontrarlas en los

humedales. Por otro lado, estas estaciones son producto de impactos que vienen afectando al humedal en otros aspectos como la calidad del paisaje y la calidad ambiental.

A lo largo del estudio se ha registrado la presencia de nidos cerca de la zona orilla de playa (E5) perteneciente a la especie *Haematopus palliatus* y la construcción de un nido sobre el agua por parte de la especie *Podiceps major* en la zona suroeste del espejo de agua (E3). Así mismo se evidenció la presencia de polluelos de algunas especies como: *Burhinus superciliaris* en la zona de cantos rodados frente al totoral (E4), *A. amazilla* en la zona de la comunidad arbustiva (E7), *Tachuris rubrigastra* en la zona este del totoral (E9) y *Charadrius vociferus*, *Himantopus mexicanus*, *G. galeata*, en la zona este del espejo de agua (E10).

Discusión

Existen pocos estudios que permitan entender los patrones de la diversidad de los ecosistemas costeros del Perú. Algunos estudios muestran que los hábitats con valores más bajos en el índice de Shannon-Wiener son los arenales que no presentan vegetación (Alvarez, 2007), lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio y con evaluaciones previas en otros humedales (Pollack et al. 2017). Existen estaciones (como E8) que no tienen valores altos del índice de Shannon, pero que aportan con especies únicas de esas estaciones (Tabla. 4). Es por eso que algunos estudios recomiendan la conservación de hábitats distintos (complementarios) para favorecer a distintas comunidades de aves (Trama, 2005; Osland, 2009). Las estaciones que presentaron los mayores valores del índice de Shannon - Wiener fueron la E6 y E7; la E8 presentó los valores más bajos en promedio para este índice (0.9), estas diferencias tan marcadas entre las estaciones pueden deberse a la cantidad de hábitat presentados por estación, ya por

ejemplo las estaciones E6 y E7 presentaron tres y cuatro hábitats respectivamente por estación, a diferencia de la E8 que presentó un solo hábitat.

Los mayores valores de dominancias se presentaron en los periodos de Enero-febrero en las estaciones E1, E2 y E10; y de septiembre-febrero en la estación E5. Todas estaciones estuvieron ligadas a cuerpos de agua y a la presencia de aves migratorias, las mismas que al llegar en gran número permiten que la dominancia en las estaciones aumente. Esto a su vez concuerda con el periodo usado por las especies de aves migratorias neárticas que es mencionado en el trabajo de Pulido y Bermúdez (2018). Cabe resaltar que todas son estaciones con presencia de espejo de agua ya sea marino o continental los mismos que son idóneos para las especies migratorias. La estación 4 presentó mayor dominancia en el periodo Julio-Agosto, esto debido al incremento de individuos de la especie *Gallinula galeata*, la misma que fue vista siempre forrajeando en dicha estación y durante ese periodo. Dicho tiempo concuerda con los niveles más altos de agua en el humedal (Velásquez & Araujo, 2020), además de ser la zona de alta diversidad de macroinvertebrado (Velásquez & Araujo, 2020), los mismos que son parte de su dieta (Olguín, Beltzer y Attademo, 2013).

En el presente trabajo, se puede observar que el recambio aumentó en los meses de octubre-enero, lo cual se pudo deber a la influencia de las migraciones tal y como se observó en el trabajo de Alvarez y Iannacone, (2008) y en el de García, Chávez y Tabilo, (2018). Sin embargo, se sabe que existen factores abióticos (como la variación de la profundidad del agua) que afectan a la distribución de las especies (Holm y Burger 2002), generando un posible recambio en determinadas estaciones que se encuentran en el ecosistema. El Humedal Santa Rosa, a diferencia de otros humedales de la costa, es

únicamente abastecido de agua subterráneas y excedente de agua de riego, lo cual implica que no presenta una marcada época seca y húmeda (Verone et al., 2012), a pesar de las fluctuaciones se observa que en el periodo de julio-diciembre se presentaron los mayores niveles de agua y en el periodo enero-junio se presentan los niveles más bajo (Velásquez & Araujo, 2020). Dichas fluctuaciones pueden tener incidencia en la variación de la diversidad, teniendo en cuenta que las aves prefieren determinadas condiciones de los hábitats para alimentarse, descansar o realizar otras actividades dependiendo de sus características (Helmers, 1992; Holm y Burger 2002), un claro ejemplo de eso son las especies de aves perteneciente al grupo de playeras, las cuales fueron observadas en zonas inundadas en tiempo de migraciones generando un posible recambio en la diversidad de las estaciones teniendo en cuenta lo dicho por Helmers, (1992); Holm y Burger (2002). Por lo cual se puede deducir que recambio producido en los meses de octubre-enero contribuyen al incremento de la diversidad del ecosistema.

Las aves migratorias fueron el grupo de mayor abundancia, registrándose bandadas de hasta 60789 individuos (Bayly et al. 2018). Por otro lado, la especie residente más abundante fue *G. galeata*, que coincide con el registró en el trabajo Cruz et al. (2007), en el Humedal Paraíso. Existen especies que se han llegado avistar solo una vez en otros humedales denominándolas raras, por no poseer una distribución en humedales de la costa central (Carazas et al., 2015; Pulido, 2018), algunos ejemplos de ello son *J. mycteria*, *D. autumnalis*, y *C. melacoryphus*, sin embargo, se desconoce el por qué y cómo han podido llegar a ecosistemas de humedales. Se registró una especie con solo un avistamiento en el Perú (*S. clypeata*) y otra con ningún reporte documentado para el Perú (*T. tadorna*), desconociendo las causas de su llegada y tendiéndose varias teorías como la introducción,

desviación de sus rutas migratorias y búsqueda de mejores condiciones (Cotillo, Apeño y Aponte, 2019).

La riqueza de especies encontrada en el presente trabajo (89 especies) está por debajo de la riqueza histórica de los humedales Los Pantanos de Villa (211 especies), ACR Humedales de Ventanilla (121 especies), los humedales de Paraíso (106 especies), el Humedal Costero Poza de la Arenilla (96 especies) y por encima de la riqueza reportada en Puerto Viejo (72 especies) y Medio mundo (72 especies). Se evidenció que se realizó un muestreo adecuado, teniendo en la cobertura de la muestra obtenida (99%) (figura.10). Es importante resaltar la metodología empleada en presente estudio, ya que si se emplea una diferente es posible que los resultados no sean similares. Si se considera el total de especies histórico reportado para la costa de Lima, el Humedal Santa Rosa alberga el 38.36% de sus especies, el cual es mayor que lo albergado por el humedal de Medio Mundo (31.03%) y Puerto Viejo (31.03%); sin embargo, es menor que el porcentaje de especies de aves presentado Los Pantanos de Villa (90.95%), Poza de la Arenilla (41.38%), Ventanilla (52.16%) y Paraíso (45.69%) (Terra Nova y PROCOMCCH, 2009; Carazas et al., 2015; Álvarez, 2008; Podestá y Cotillo, 2016; Segura et al., 2017; Pulido et al. 2018) (Tabla.2). Cabe resaltar que el valor más alto es el de Los Pantanos de Villa, lo cual puede deber a la cantidad de estudios que se han realizado en ese ecosistema (21 estudios sobre aves) (Pulido, 2018), otro factor a considerar porque Santa Rosa presenta menos especies que Pantanos de villa y ACR de Ventanilla podría ser su extensión, siendo mayor en estos humedales con 263 y 653 ha. respectivamente; El humedal Santa Rosa solo presenta 60 ha. A pesar de ello presenta la mayor riqueza por área (1.48 individuo por hectárea) de todos los humedales costeros de la región Lima y Lima metropolitana y el segundo de la costa central.

Se identificó tres especies casi amenazadas, de las cuales dos de ellas solo se encuentran en la orilla de playa (E5) (Tabla.), estación que presenta una orilla arenosa que posiblemente se vea afectada por la construcción cercana del Mega Puerto de Chancay. Tal como indican Di Stefano et al. (2013) e Ibarra & Belmonte, (2017) las construcciones marinas como los puertos interrumpen el transporte de sedimento y alteran la dinámica de las playas generando cambios en las mismas. Este cambio en sedimento también podría influir en la riqueza de especies; en esta estación, por ejemplo, se registraron individuos de la familia Charadriidae y Scolopacidae, que principalmente prefieren playas arenosas que rocosas (Alarcon, 2019). Estructuras marinas como los puertos y plataforma pesqueras pueden favorecer a especies de aves marinas propiamente dichas que buscan estructuras donde posarse, anidar y alimentarse (García-Gans & Català, 2007; Sultanov, 2001; Gyuris, 2003); Sin embargo, esa no es la realidad del humedal Santa Rosa, donde esa zona de playa es aprovechada por “aves playeras” valga la redundancia, para alimentarse de macroinvertebrados presente en la arena, anidar en arena y otras actividades más en las que aprovecha ese determinado sustrato; Es por eso que se recomienda estudios continuos de la diversidad de aves para observar cómo influenciarían estas construcciones en el ecosistema. Así mismo se identificaron 2 especies en peligro (*P. thagus* y *S. variegata*) según el Libro Rojo de Fauna silvestre, las mismas que se encuentran en esta estación, que si por alguna razón sufriera impacto podría impactar a su vez a dichas especies.

Se reconocieron especies incluidas en el apéndice I y II del CITES, pero en el humedal no se evidenció ninguna actividad de extracción de especies de aves para su comercio. Sin embargo, esto no nos indica que se encuentra completamente a salvo de ser comercializadas, es por eso que se recomienda observar continuamente la diversidad del ecosistema y realizar un seguimiento de las personas que visitan el humedal.

Algunos de las estaciones evaluadas no albergan un alto valor de riqueza de especies (comparado con otras estaciones), sin embargo, son importantes ya que a) permiten tener una estimación completa de la riqueza total del humedal, así como de su capacidad para albergar especies a pesar de los impactos y b) hay especies como por ejemplo *A. cunicularia*, *P. unicinctus* (Tabla 1.), que solo se encontraron presentes en esas estaciones como la estación 8 (Tabla 1.). Este hecho es explicado por Brandolin y Blendinger (2016) haciendo referencia a que la variabilidad de hábitats es un factor que favorece a la diversidad de aves, tal como en el presente trabajo.

La variedad de cultivos y la presencia de zonas semi inundadas favorecen a la riqueza de especies proporcionando recursos únicos para las aves y atrayendo una mayor riqueza de especies por sus características (Salinas, Arana & Pulido, 2007; Taft et al., 2002; Holm y Burger 2002); esto, está relacionado a los requerimientos de hábitat y alimento (Weller, 1999). Dicho comportamiento es evidenciado en el presente estudio siendo la E7 (zona arbustiva) la que presenta mayor riqueza durante el año, lo cual se puede deber a la presencia de espacios semi inundados y distintos cultivos a comparación a otras zonas. La E8 (zona de desmonte) presentó la menor riqueza durante el año, coincidiendo con lo mostrado en el trabajo de realizado por Daily et al. (2001), donde se indica que la riqueza de especies de aves se ven afectadas por impactos generado por la fragmentación del paisaje. Cabe resaltar que ambas estaciones se encuentran entre los más impactados del humedal; no obstante, las aves acuden a estas estaciones logrando convivir con estos impactos, sin embargo, no se sabe como pueden afectar estos impactos a mediano y largo plazo en la diversidad de aves.

Las estaciones impactadas como la E7 y E8 permitieron complementar la diversidad del ecosistema, ya que presentaron especies únicas que no se observaron en otra estación; sin embargo, no se puede decir que los impactos sean favorables considerando que no existe

una medición de la diversidad previa a los impactos ya generados. Por otro lado, se sabe que arrojar desmonte sobre las distintas estaciones generaría la pérdida de hábitats convirtiendo todo en un ecosistema homogéneo y afectando la diversidad de aves que está ligada a la diversidad de los hábitats. Si bien es cierto la estación E8 contribuye a la diversidad de aves del ecosistema por sus especies únicas, no es recomendable que las otras estaciones tengan esa característica (lugar árido), considerando que fue la estación con menor riqueza de especies; por lo cual el arrojado de desmonte sería desfavorable para la diversidad de aves y esto se puede deber a que esa actividad ocasiona pérdida de otros hábitats en las estaciones. Asimismo, a pesar de la contaminación que genera la llegada de aguas residuales, permite mantener inundada esa zona y favorece al crecimiento de vegetación de distintos tipos, incrementando la diversidad (la E7, afectada por el canal, tuvo la mayor riqueza de especies). No obstante, es importante resaltar que las especies únicas presentes en ambas estaciones impactadas en su mayoría son especies que no son propias de los humedales, a pesar de ello se ha observado que estas especies se están volviendo más comunes en estos ecosistemas.

En el presente trabajo se han observado la presencia de nidos y polluelos en múltiples estaciones del humedal. Dichas zonas son de conservación prioritaria para la reproducción de especies de aves y nos lleva a pensar la necesidad de conservar el área en su integridad e incluyendo la variedad de hábitats evaluados en este estudio. Por otro lado, como en el presente trabajo solo se evaluaron ciertos puntos de muestreo, es posible que se esté dejando de registrar nidos y polluelos fuera de las zonas, por lo cual, es recomendable realizar estudios complementarios a fin de conocer su distribución completa. La construcción del mega puerto podría perjudicar la nidificación que se dan en la zona de playa considerando el cambio de sustrato que se puede ocasionar por la construcción del mismo (Di Stefano et al., 2013; Ibarra & Belmonte, 2017).

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por el constante apoyo. A Alejandro Cotillo por ayuda en campo, Damaso Ramírez, Carlos Zavalaga y David Montes por sus recomendaciones para mejorar el manuscrito y por la bibliografía brindada, al comité de vigilancia del Humedal Santa Rosa por los primeros guiados en el humedal y a la DGIDI de la Universidad Científica del Sur por financiar a través del “Concurso de Fondos para Proyectos de Tesis 2018-1”.

REFERENCIAS

1. Alarcón, L. (2019). Actividad antrópica sobre la comunidad de aves en la Bahía de Paracas, Pisco, Perú. 2017.
2. Alvarez, C. (2007). Aves de los Humedales y la playa de Ventanilla, Callao, Perú. *Biologist (Lima)* 5(2):70-78.
3. Aponte, H. (2017). Diversidad beta en los humedales costeros de Lima, Perú: estimación con índices de presencia/ausencia y sus implicancias en conservación. *The Biologist*, 15(1).
4. Aponte, H., Jiménez, R. & Alcántara, B. (2012). Challenges for management and Conservation of Santa Rosa Wetland. (Lima – Perú). *Científica*, 9(3), 257- 264.
5. Barrio, J. & Guillén, C. (2014). Aves de los humedales de la costa peruana. Serie de Biodiversidad Corbidi 03. Primera edición. (p.139). Recuperado de <http://www.corbidi.org/Investigación/SerieBiodiversidadCorbidi.html>
6. Bayly, N. J.; K. V. Rosenberg; W. E. Easton; C. Gómez; J. Carlisle; D. N. Ewert; A. Drake & L. Goodrich. (2018). Major stopover regions and migratory bottlenecks for Nearctic-Neotropical landbirds within the Neotropics: A review. *Bird Conservation International* (1), 1-26.
7. Berlanga, H. (2001). Conservación de las aves de América del Norte. *CONABIO.Biodiversitas* 38:1-8.
8. Block, W. & Brennan, L. (1993). The habitat concept in ornithology: Theory and Applications. *Current Ornithology*, 11: 35-91.
9. Branco, J. (2007). Avifauna aquática do Saco da Fazenda (Itajaí, Santa Catarina, Brasil): uma década de monitoramento. *Rev. Bras. Zool.* 24(4):873-882.
10. Brandolin P. & P. Blendinger. 2016. Effect of habitat and landscape structure on waterbird abundance in wetlands of central Argentina. *Wetlands Ecology and Management* 24(1):93-105. <http://dx.doi.org/10.1007/s11273-015-9454-y> [Links]

11. Carazas, N., Camargo, L., Gil, F. & Zárate, R. (2015). Avifauna del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú: actualización. *Científica* 12 (1), 2015: 17
12. Carazas, N., Podestá, J. & Cotillo, A. (2018) Primer registro de la Garcita Tricolor (*Egretta tricolor*) en el humedal costero Poza de La Arenilla, Callao, Perú. *Boletín UNOP* 13(2).
13. Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K. and Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
14. Chao, A. & Jost, L. (2012) Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533–2547.
15. Chao, A. and Jost, L. (2015). Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6, 873–882.
16. Chao, A., Ma, K. & Hsieh, T. (2016) iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). To appear in *Methods in Ecology and Evolution*.
17. Clements, J. & Shany, N. (2001). *A Field Guide to the Birds of Peru*. Temecula: Ibis Publishing Company.
18. Colwell, R., Chao, A., Gotelli, N., Lin, S., Mao, C., Chazdon, R. & Longino, J. (2012) Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5, 3–21.
19. Constanza, R. (1997). La economía ecológica de la sostenibilidad: Invertir en capital natural. In *Medio ambiente y desarrollo sostenible: Más allá del Informe Brundtland* (pp. 103-114). Trotta.

20. Cotillo, A., Apeño, A. & Aponte, H. (2019). Primer registro documentado del Pato Tarro Blanco, *Tadorna Tadorna* (Linnaeus, 1758), en el Perú. *Ecología Aplicada*, 18(2), 185-188. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1336>.
21. Cruz, Z., Angulo, F., Burger, H. & Borgesa, R. (2007). Evaluación de aves en la laguna El Paraíso, Lima, Perú. *Rev. Per. Biol.* 14 (1):139-144.
22. Cruz, Y., Mesa, L. & Pérez, J. (2013). Valoración del papel del ecosistema de manglar como franja protectora en el ecosistema bahía tras el paso del huracán Sandy. Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
23. Daily, G. (2001). Ecological forecasts. *Nature* 411: 245 Ehrlich,PR; Sanchez-Azofeifa,A. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11(1): 1-13.
24. Diaz, G. (1997). Informes Nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia. Programa de biodiversidad y ecosistemas marinos. Instituto de investigaciones marina y costeras – INVERMAR. Santa Marta, Colombia. 244pp.
25. Di Stefano, A., De Pietro, R., Monaco, C., Zanini, A. (2013). Anthropogenic influence on coastal evolution: A case history from the Catania Gulf shoreline (eastern Sicily, Italy). *Ocean & Coastal Management*, 80, 133- 148.
26. Ek. K., Morrison. G., Lindberg P., Rauch S. (2004) Comparative Tissue Distribution of Metals in Birds in Sweden Using ICP-MS and Laser Ablation ICP-MS. *Arch Environ Contam Toxicol.* 47: 259-269.
27. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis. Washington DC: World Resources Institute.
28. Ferriol, M. & Merle HB. (2012). Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. <http://hdl.handle.net/10251/16285>.

29. Feinsinger, P. (2004). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad., pp. 242.(Editorial FAN: Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.).
30. Fletcher, R. & Koford, R.R. (2004). Consequences of rainfall variation for breeding wetland blackbirds. *Canadian Journal of Zoology*. 82: 1316–1325.
31. García, A., Chávez, C., & Tabilo, E. (2018). ¿Influyen las aves migratorias neárticas en el patrón estacional de aves de los humedales costeros?. *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 117-122. <https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i2.13281>.
32. Garcia-Gans, J., & Català, F. J. (2007). Avifauna urbana y periurbana de la ciudad de Valencia. Ajuntament de València. Delegación de sanidad y consumo. València.
33. Glennon, M. & Porter, W (2005). Effects of land use management on biotic integrity: An investigation of bird communities. *Biol. Conserv.* 126: 499-511.
34. Gómez, J. (2009). Medio ambiente y desastres de origen hidrometeorológico. Políticas para el uso sostenible del agua y prestación eficiente de servicios públicos vinculados a ella. Perspectivas desde CEPAL.
35. Gómez, C., Bayly, N., Norris, R., Mackenzie, S., Rosenberg, K., Taylor, P., Hobson, K. & Cadena, C. (2017). Fuel loads acquired at a stopover site influence the pace of intercontinental migration in a boreal songbird. *Scientific Reports*, 7(1), 3405. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03503-4>
36. Gonzáles, O., Pautrat, L. & González, J. (1998). Las Aves más comunes de Lima y alrededores. Editorial Santillana, Lima, 159p.
37. Gagnaniello, S., Fulgione, D., Milone, M., Soppelsa, O., Cacace, P. & Ferrara, L. (2001). Sparrows as Possible Heavy-Metal Biomonitoring of Polluted Environments. *Bull Environ Contam Toxicol*. 66: 719-726.

38. Gyuris, E. (2003). The expected impact of the proposed second generation platform at Moore Reef on the avifauna of the south offshore sector of the Cairns section of the Great Barrier Reef World Heritage area. Report to Maunsell Australia Pty Ltd. School of Tropical Environment Studies and Geography, James Cook University of North Queensland, Queensland.
39. Halfpeter, G. & Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Halfpeter *et al.* Editores. m3m: Monografías tercer milenio. vol 4, S.E.A., Zaragoza, España 30 noviembre 2005 pp:5 - 8
40. Halfpeter, G., Soberon, J., Koleff, P. & Melic, A. (2005). Sobre diversidad biológica : El significado de las diversidades alfa, beta y gama. Guadalajara – México. Monografía tercer milenio, 4:1-242 p.
41. Hammer, Ø., Harper, D. & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeont. Electron.* 4: 1-9.
42. Helmers, D. L. (1992). Shorebird management manual. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network, Manomet, Massachusetts, USA.
43. Holm, K. & Burger, A. (2002) Foraging behavior and resource partitioning by diving birds during winter in areas of strong tidal currents. *Waterbirds* 25:312–325.
44. Iannaccone, J., Atasi, M., Bocanegra, T., Camacho, M., Montes, A., Santos, S., Zuñiga, H. & Alayo, M. (2010). Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: periodo 2004-2007. *Biota Neotropica*, 10(2), 295-304.
45. Ibarra, D. & Belmonte, F. (2017). Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos. Universidad de Murcia. Primera Edición. (p.67).
46. Jost, L. 2006. Entropy and Diversity. *Oikos*, 113:363–375.

47. Knell, G. (2003). Villa Wetlands field guide. Birds. The most common birds Villa Wetlands Reserved Zone. Rainforest Expeditions S.A.C. Publications, Lima, 2p.
48. Ma, Z., Cai, Y., Li, B. & Che, J. (2010). Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. *Wetlands* 30: 15–2.
49. MacArthur, R. H. (1965). Patterns of species diversity. *Biological reviews*, 40(4), 510-533.
50. MINAM. (2015). Estrategia Nacional de Humedales. Ministerio del Ambiente, Dirección General de la Diversidad Biológica-lima. 60pp.
51. MINAM. (2018). Listado de especies de Fauna Silvestre CITES-Perú. Dirección General de Diversidad Biológica. Lima. Perú.
52. Moreno, J. (2010). Aves dispersoras de semillas en un remanente de bosque seco tropical en la finca Betanci – Gucamayás (Córdoba). 32pp.
53. Naccari, C., Cristani, M., Cimino, F., Arcoraci, T. & Trombetta, D. (2009). Common buzzards (*Buteo buteo*) bio-indicators of heavy metals pollution in Sicily (Italy). *Environ Int.* 35: 595-598.
54. Ochoa, E. P. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *CES Salud Pública*, 5(1), 59-69.
55. Olguín, P., Beltzer, A., & Attademo, A. (2013). Biología alimentaria de algunas especies de rálidos (Rallidae) del valle de inundación del río Paraná medio. *Ornitol. Neotrop*, 24(1), 15-26.
56. Ortega, R., Sánchez, L., Humberto, B., Rodríguez, V., & Vargas, V. (2012). Manual para monitores comunitarios de aves. *Corredor Biológico Mesoamericano-México*.

57. Osland, M. (2009). Managing invasive plants during wetland restoration: the role of disturbance, plant strategies, DQGHQYLURQPHQWDOÀOWHUV'LVVHUWDWLRQ. Presented to the Faculty of the Graduate School of Duke University. United States
58. Paracuellos, M. & Tellería, J.L. (2004). Factors Affecting the distribution of a waterbird community: the role of habitat configuration and bird abundance. *Waterbirds* 27(4): 446- 453.
59. Plenge, M. (2018). Lista de las Aves de Perú. Lima, Perú. Versión 2018. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.
60. Podestá, J. & Cotillo, A. (2016). Avifauna del área de Conservación Municipal Humedal Poza de la Arenilla (Callao, Perú): Actualización y categorías de conservación. *Científica (Descontinuada)*, 13(1).
61. Pollack, L., Alvítez, E., Huamán, E., Rodríguez, E., Rimarachin, V., & Vásquez, R. (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>.
62. ProNaturaleza. (2010). Humedales de la costa Peruana. Lima.
63. Pulido, V. (2003). Influencia de la pérdida de hábitats en la conservación de las aves de los Pantanos de Villa. Tesis para optar el grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. UNMSM.
64. Pulido, V. (2018). Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa. *Revista peruana de Biología*, 25(3), 291-306.
65. Pulido Capurro, V. M., & Bermúdez Díaz, L. (2018). Patrones de estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25(3), 1107-1128.

66. Quiñonez, A. & 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(2), 175-186.
67. Ramírez, W. Aponte, H. & Cano, A. (2010). Flora vascular y vegetación del humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *Rev. Peru. biol.* 17(1).
68. RAMSAR. (2016). Humedales: una protección natural frente a los desastres. www.ramsar.org/library.
69. Salinas, L., Arana, C., & Pulido, V. (2007). Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista peruana de biología*, 13(3), 155-168.
70. Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J. & Parker, T. (2010). *Birds of Peru*. Princeton University Press. Field Museum of Natural History.
71. Segura-Cobeña, E., Podestá, J., Cabanillas, G., & Cotillo, A. (2017). NUEVO REGISTRO DE PHOENICOPTERUS CHILENSIS (MOLINA, 1782) EN EL HUMEDAL COSTERO POZA DE LA ARENILLA-LA PUNTA, CALLAO. *The Biologist*, 15(2).
72. SERFOR. (2018). *Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú*. Primera edición. Serfor (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) Lima, Perú, pp 1- 548.
73. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1948). *The mathematical theory of communication*. T University Illinois press,. Etat-Unis. Urbana, 117.
74. Simpson, G. G. (1964). Species density of North American recent mammals. *Syst. Zool.* 13, 57-73.

75. Sonal, D., Jargruti, R. & Geeta, P. (2010). Avifaunal diversity and water analysis of an inland wetland. *Journal of Wetlands Ecology* 4: 1-32.
76. Sonco, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β). En tres localidades de un bosque montano. En la región de madidi, la Paz-Bolivia. (tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés.
77. Sultanov, E. (2001). Oil platforms: a bird's eye view. *Azerbaijan International* 9.2: 32-34
78. Sutherland, W. (2000). *The conservation handbook: research, management and policy*. Blackwell Publishing Company, 278p.
79. Tello, A. & Engblom, G. (2010). Lista de especies de los humedales de la Región Lima: Aves. En A.Tello & L. Castillo (Eds.), *Humedales de la región de Lima, Guia de su fauna y flora silvestres* (p. 87-90). Lima – Perú: Gobierno regional de Lima.
80. Taft, O. W., Colwell, M. A., Isola, C. R., & Safran, R. J. (2002). Waterbird responses to experimental drawdown: implications for the multispecies management of wetland mosaics. *Journal of Applied Ecology*, 39(6), 987-1001.
81. Terra Nuova, Proyecto de Conservacion y Manejo Sostenible de los Humedales de la costa central del Perú (PROCOMHCC) (2009). Informe Final del Proyecto de conservación y manejo sostenible de los humedales de la Costa central del Perú. Lima – Perú: ENIEX – Terra Nuova – Gobierno Regional de Lima; p.150.
82. Torres, M., Quinteros, Z. & Takano, f. (2006). Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima-Perú. *Ecol. Apl.* 5(1-2):119-125.
83. Tovar, M., Cazorla, G., Espinoza, M., Tovar, K., Gallardo, H. & Aponte, H.(2017). Evaluación volumétrica y fisicoquímica del humedal Santa Rosa

- (Chancay – Lima) Durante Los Años 2016-2017. En *Libro de resúmenes 26ªed* (ICBAR) (p.131). Lima, Perú.
84. Trama, F. (2005). Manejo activo y restauración del Humedal Palo Verde : Cambios en las coberturas de vegetación y respuesta de las aves acuáticas. Tesis. Presentada al Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional. Costa Rica, 2005.
85. UICN 2019. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2019-1 . <http://www.iucnredlist.org>. Descargado el 21 de marzo de 2019.
86. Velásquez, R. M. C., & Araujo, A. A. H. (2020). Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68(1).
87. Verones, F.; Bartl, K.; Pfister, S.; Jiménez, R. y Hellweg, S. (2012). Modeling the local biodiversity impacts of agricultural water use: Case study of a wetland in the coastal arid area of Peru. *Environmental Science & Technology*, 46, pp. 4966-4974.

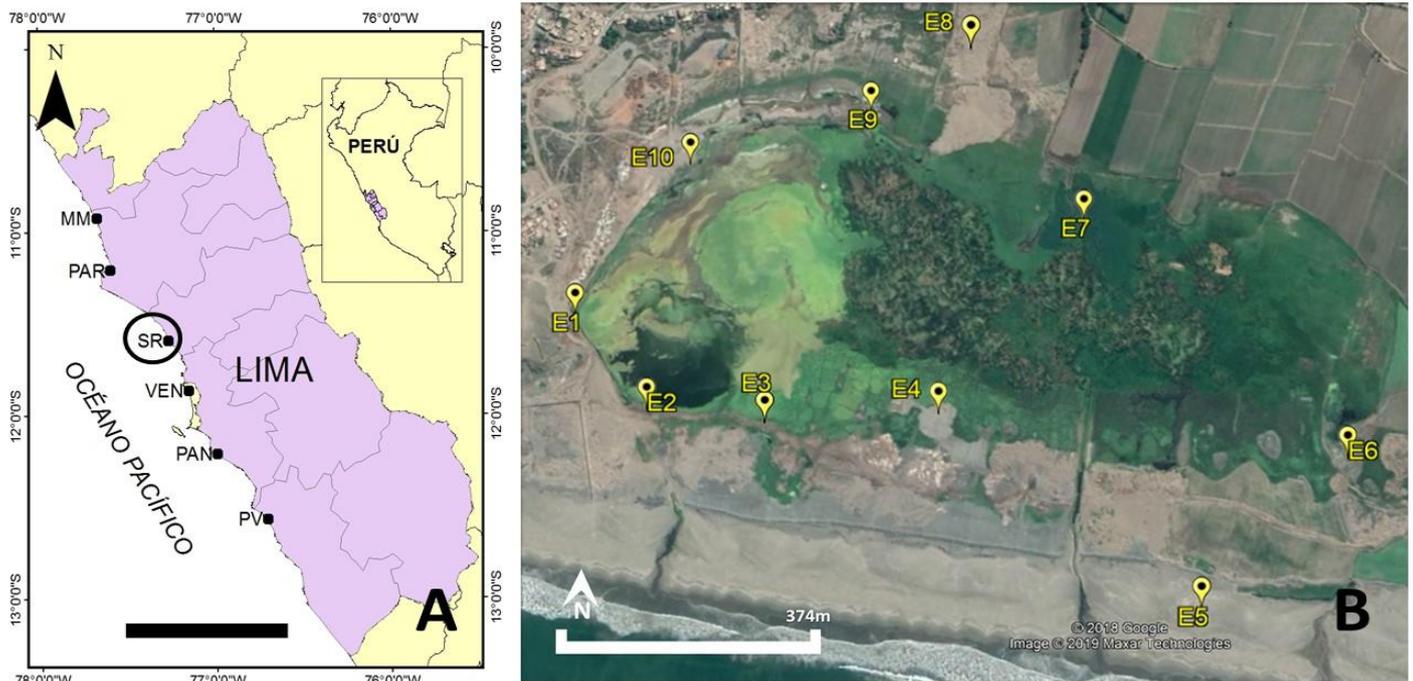


Fig. 1. Área de estudio, mostrando **A.** un mapa de la provincia de Lima y **B.** una figura de referencia del Humedal Santa Rosa y las estaciones de muestreo tomada del Google Earth. Escala para A y B, 100Km y 374m respectivamente. MM= Medio Mundo; PAR= Paraíso; SR= Santa Rosa; VEN= Ventanilla; PAN= Pantanos de Villa; PV= Puerto Viejo; E1= Lado norte del espejo de agua; E2= Lado noroeste del espejo de agua; E3= Lado oeste del totoral; E4= Cantos rodados frente al totoral; E5= Orilla de mar; E6= Juncal - Presencia de cultivos; E7= Vegetación Mixta; E8 = Zona de desmonte; E9= Lado este del totoral y E10= Lado noreste del espejo de agua.

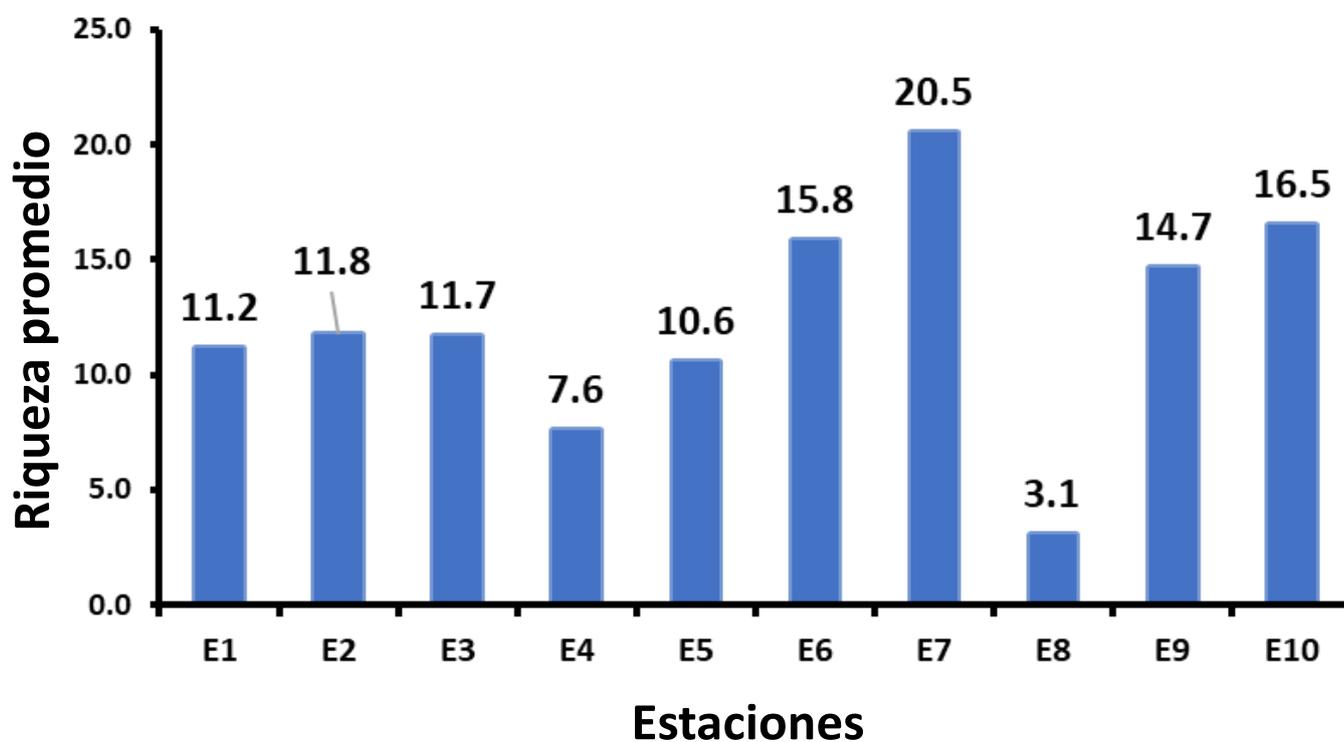


Fig. 2. Riqueza de especies promedio en cada uno de los 10 Estaciones evaluadas. E1= Lado norte del espejo de agua, E2= Lado noroeste del espejo de agua, E3= Lado oeste del total, E4= Cantos rodados frente al total, E5= Orilla de mar, E6= Juncal -Presencia de cultivos, E7= Vegetación Mixta, E8 = Zona de desmonte, E9= Lado este del total y E10= Lado noreste del espejo de agua.

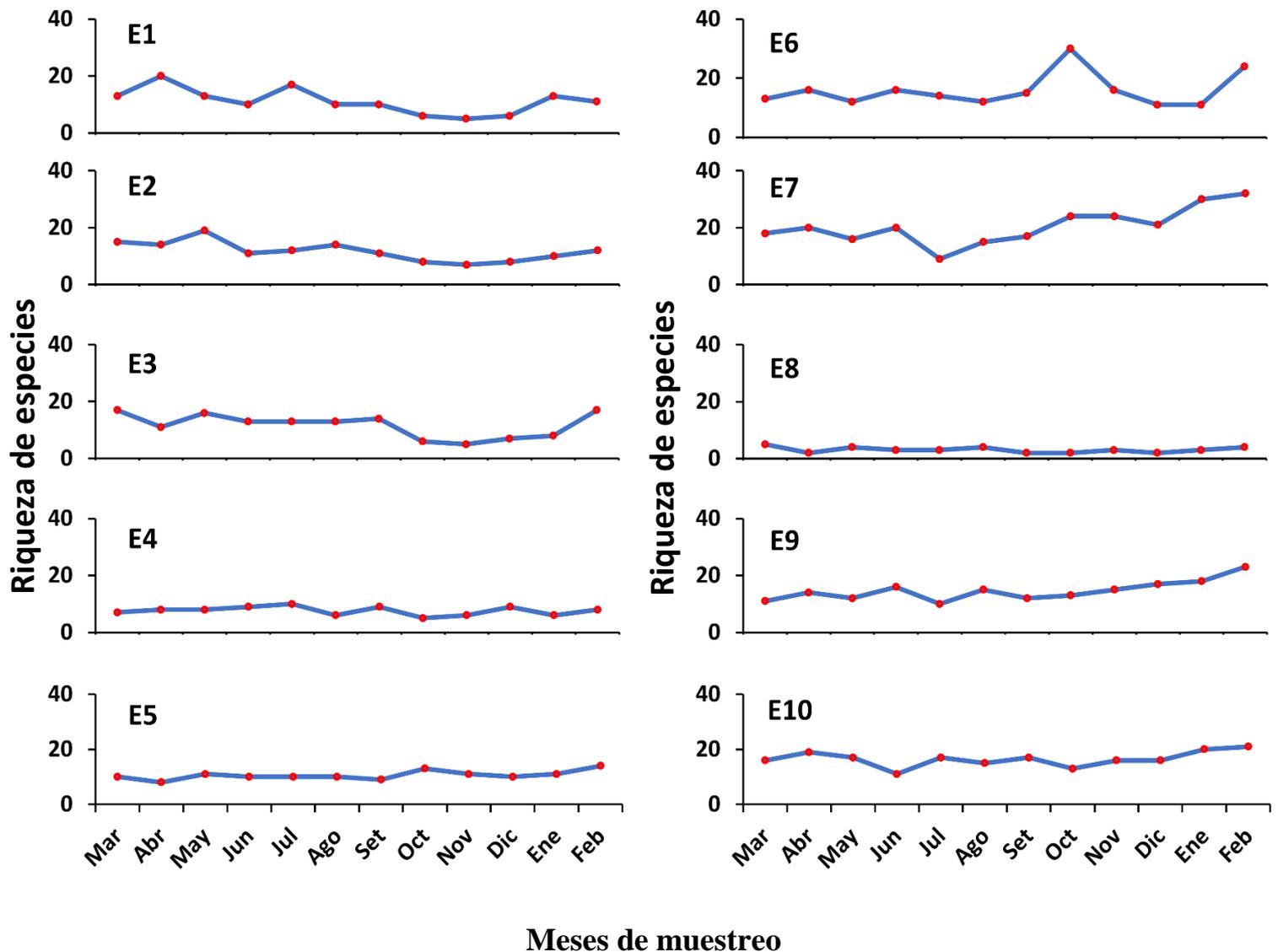


Fig. 3. Variación mensual de la riqueza por estaciones del humedal. E1= Lado norte del espejo de agua, E2= Lado noroeste del espejo de agua, E3= Lado oeste del totoral, E4= Cantos rodados frente al totoral, E5= Orilla de mar, E6= Juncal -Presencia de cultivos, E7= Vegetación Mixta, E8 = Zona de desmonte, E9= Lado este del totoral y E10= Lado noreste del espejo de agua.

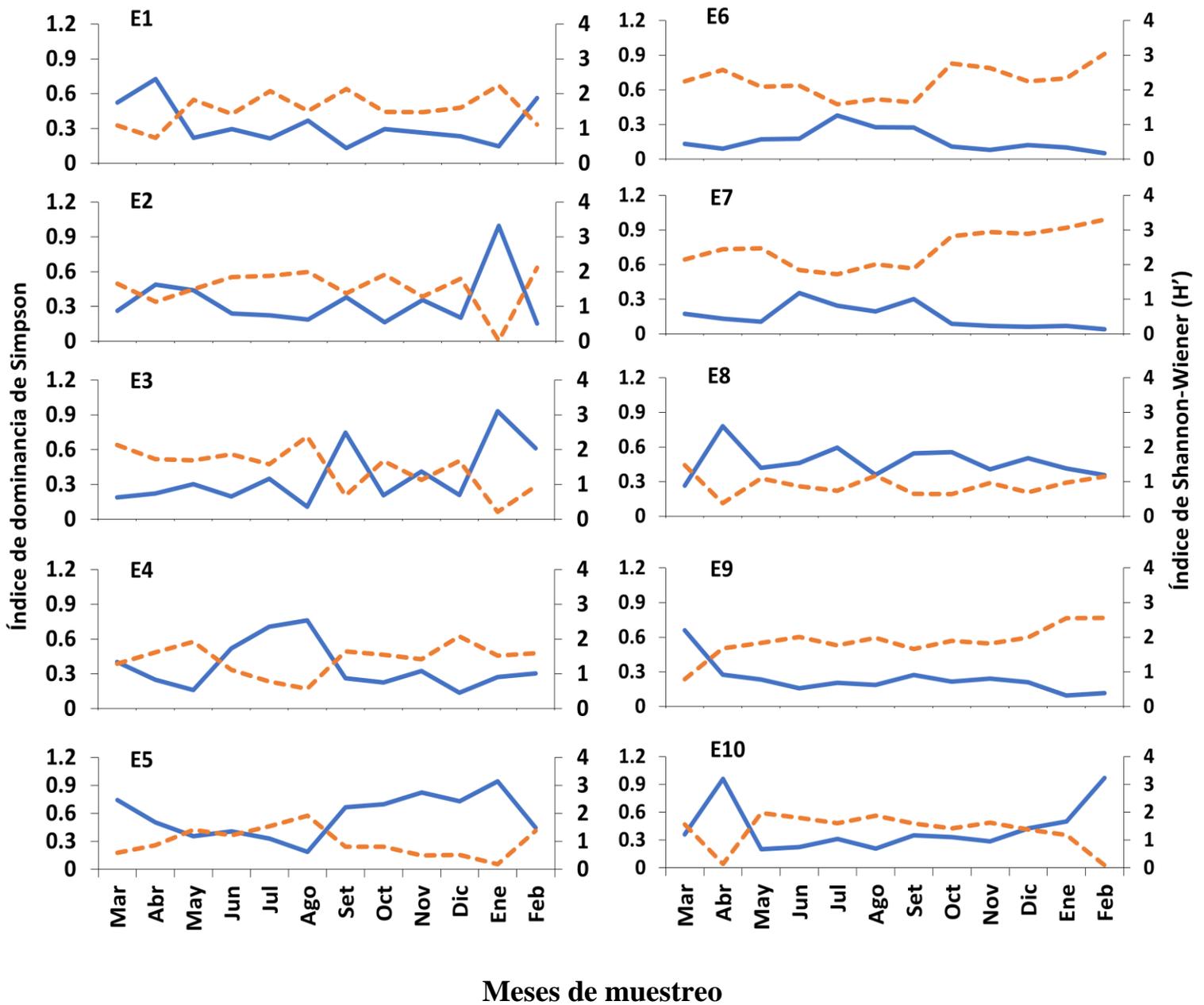


Fig. 4. Variación por mes de los Índices de Diversidad alfa (Simpson = —; Shannon Wiener = - - -). E1= Lado norte del espejo de agua, E2= Lado noroeste del espejo de agua, E3= Lado oeste del totoral, E4= Cantos rodados frente al totoral, E5= Orilla de mar, E6= Juncal -Presencia de cultivos, E7= Vegetación Mixta, E8 = Zona de desmonte, E9= Lado este del totoral y E10= Lado noreste del espejo de agua.

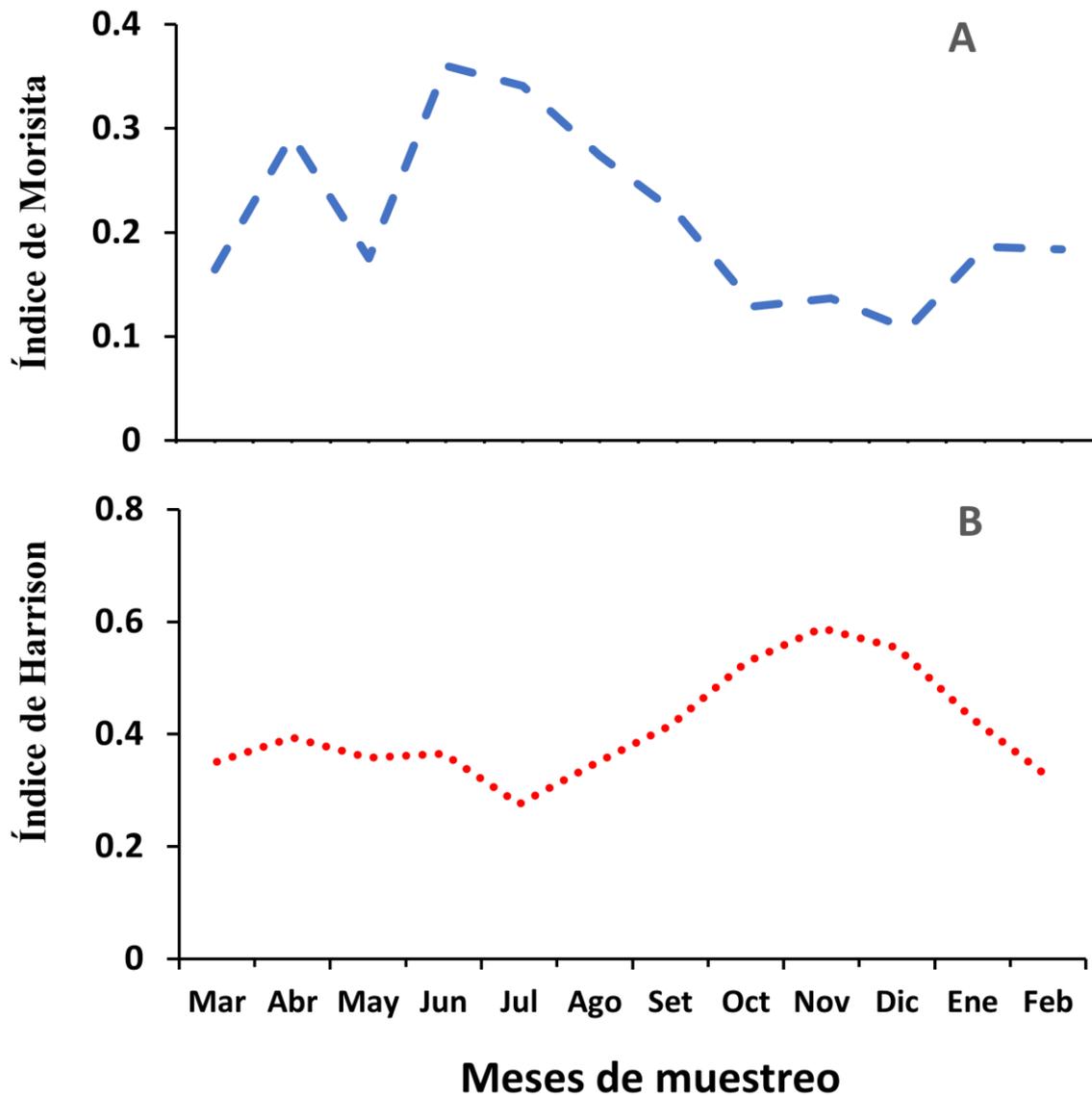


Fig. 5. Variación mensual de los estimadores de Diversidad beta (A. Morisita “--”, y B. Harrison “•”).

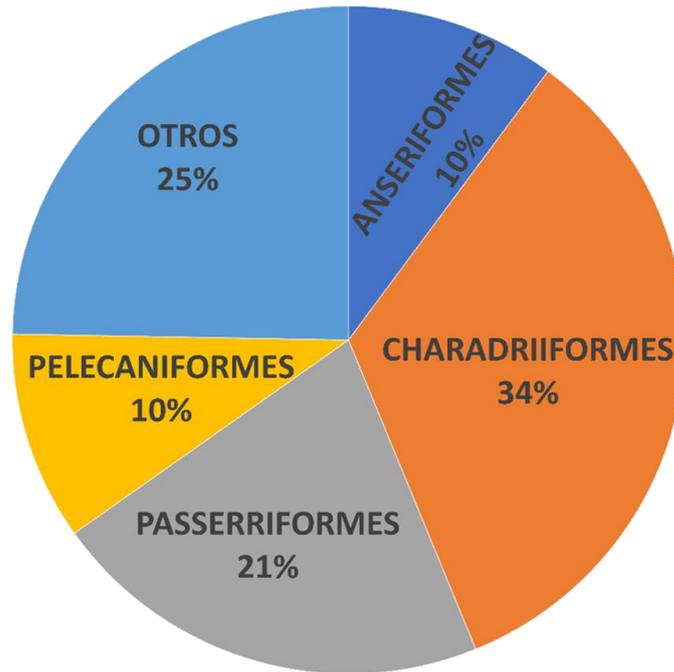


Fig. 6. Ordenes más abundantes de aves registradas en el humedal Santa Rosa.

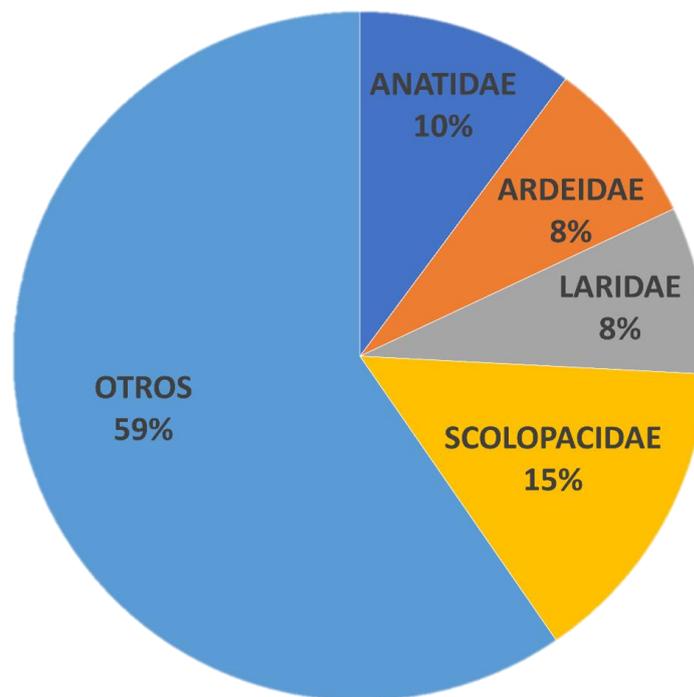


Fig. 7. Porcentaje de Familias más abundante de aves registradas en el humedal Santa Rosa.

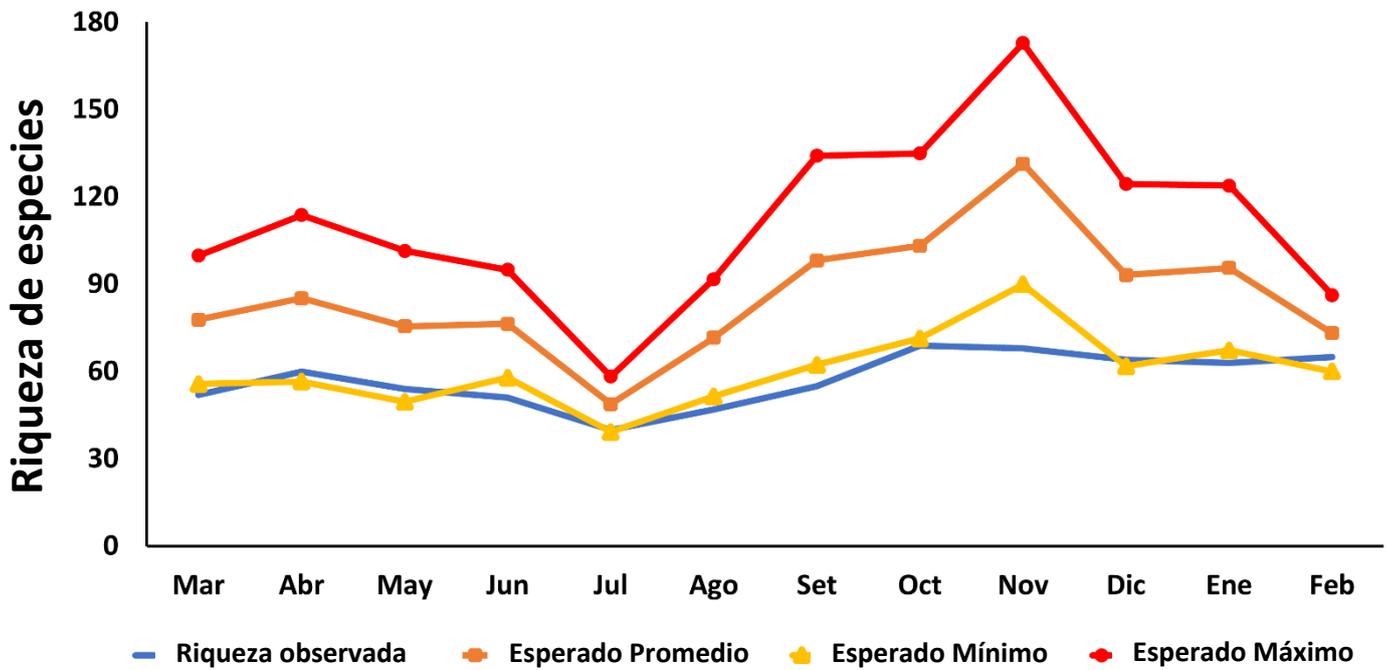


Fig. 8. Riqueza de aves del humedal Santa Rosa por mes (diversidad gamma). Riqueza de especies observada = (-), riqueza de especies esperada promedio = (■), riqueza de especies esperada mínimo = (▲) y riqueza de especies esperada Máxima = (●).

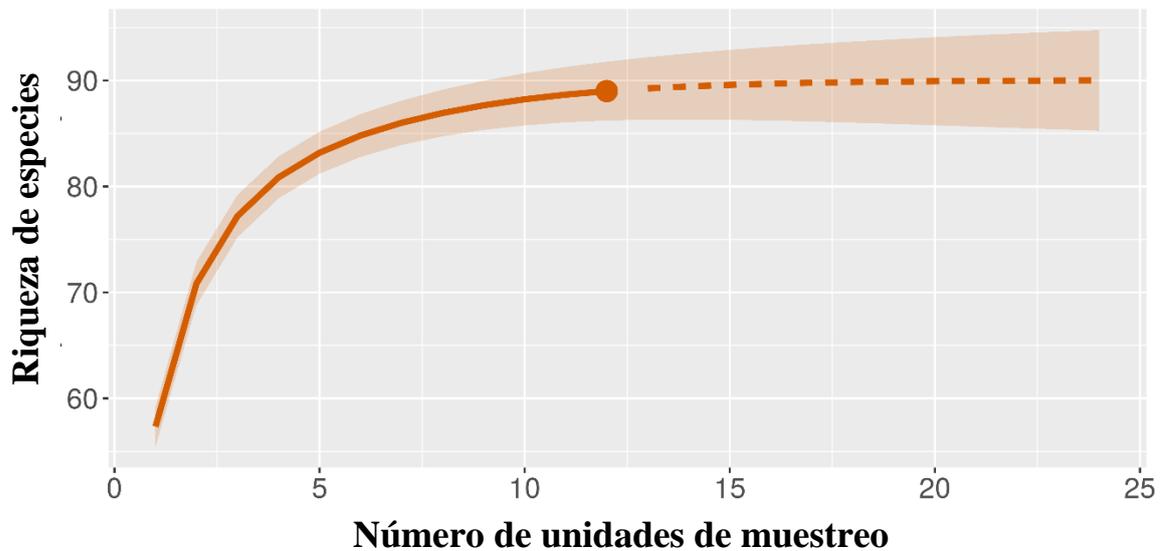


Fig. 9. Riqueza de aves del humedal Santa Rosa y Número de unidades de muestreo obtenidas con iNEXT. Las líneas punteadas representan valores extrapolados. Las regiones sombreadas representan los límites inferior y superior con un 95% de confiabilidad.

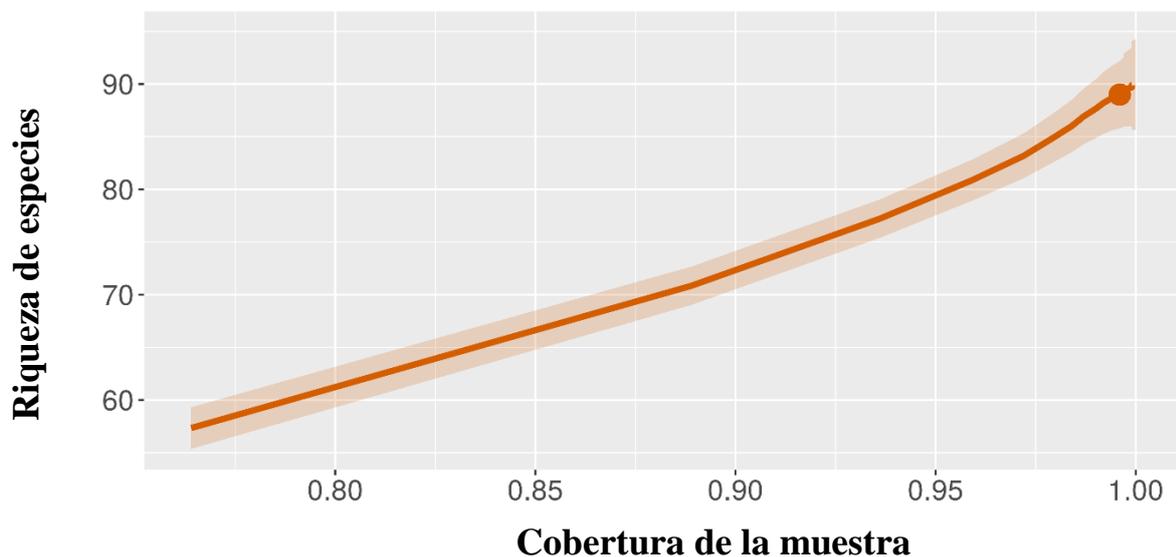


Fig. 10. Riqueza de aves del humedal Santa Rosa y Cobertura de la muestra obtenidas con iNEXT. Las líneas punteadas representan valores extrapolados. Las regiones sombreadas representan los límites inferior y superior con un 95% de confiabilidad.

Tabla 1

Listado de especies registradas e identificadas en familia, nombre científico y nombre común.

N°	Familia	N. Científico	N. Comun	Estaciones	Origen	IUCN	CITES	LR
1	ACCIPITRIDAE	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán acanelado	8	R	LC	II	-
2	ANATIDAE	<i>Anas bahamensis</i>	Pato Gargantillo	2,3,9,10	R	LC	Na	-
3	ANATIDAE	<i>Spatula clypeata</i>	Pico de cuchara del norte	9	Ra	LC	Na	-
4	ANATIDAE	<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado	1,2,3,4,6,9,10	R	LC	Na	-
5	ANATIDAE	<i>Spatula discors</i>	Pato de ala azul	9,10	Mc	LC	Na	-
6	ANATIDAE	<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	3,9,10	R	LC	Na	-
7	ANATIDAE	<i>Anas georgica</i>	Pato gergon	9,10	Mc	LC	Na	-
8	ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Silbon de vientre negro	10	Vo	LC	Na	-
9	ANATIDAE	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Rana	1,2,3,9,10	R	LC	Na	-
10	ANATIDAE	<i>Tadorna tadorna</i>	Tarro blanco	10	Ra	LC	Na	-
11	ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza mayor	1,2,3,5,6,7,9,10	R	LC	Na	-
12	ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	6,7,9,10	R	LC	Na	-
13	ARDEIDAE	<i>Butorides striata</i>	Garza tamaquita	9,10	R	LC	Na	-
14	ARDEIDAE	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	1,2,5,7,9,10	R	LC	Na	-
15	ARDEIDAE	<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	1,2,3,5,6,9,10	R	LC	Na	-
16	ARDEIDAE	<i>Nyctanassa violacea</i>	Huaco corona amarilla	9,10	R	LC	Na	-
17	ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Huaco	1,3,9,10	R	LC	Na	-
18	BURHINIDAE	<i>Burhinus superciliosus</i>	Huarequeque	4,8	R	LC	Na	-
19	CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	6	R	LC	Na	-
20	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	2,3,4,5,7,8,10	R	LC	Na	-
21	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo común	1,3,4,6,7,8,9	R	LC	Na	-
22	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	3,4,5,6,10	Mn	LC	Na	-
23	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo griton	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	R	LC	Na	-
24	CHARADRIIDAE	<i>Pluvialis squatarola</i>	Playero gris	3,5,7	Mn	LC	Na	-
25	CICONIIDAE	<i>Jabiru mycteria</i>	Jabirú	2,3,7	Vo	LC	I	NT
26	COLUMBIDAE	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	6,7	R	LC	Na	-
27	COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola orejuda	6,7	R	LC	Na	-
28	COLUMBIDAE	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica	4,6,7,8	R	LC	Na	-
29	CUCULIDAE	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuclillo de pico oscuro	7	Vo	LC	Na	-
30	CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guarda caballo	4,6,7,8,9,10	R	LC	Na	-
31	FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	7,8	R	LC	II	-
32	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	9	Mn	LC	I	NT
33	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>	Gilgero encapuchado	6,7	R	LC	Na	-
34	FURNARIIDAE	<i>Phleocryptes melanops</i>	Junquero	7,9	R	LC	Na	-
35	HAEMATOPODIDAE	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	1,2,3,4,5	R	LC	Na	-
36	HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Santa rositas	1,2,3,4,6,7,8,9,10	R	LC	Na	-
37	ICTERIDAE	<i>Dives waczewiczii</i>	Tordo Grande	6,7	R	LC	Na	-
38	ICTERIDAE	<i>Leistes bellicosus</i>	Peche rojo	6,7	R	LC	Na	-
39	LARIDAE	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	1,2,3,4,5,8,9,10	R	LC	Na	-
40	LARIDAE	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	3,5,6,9,10	Mc	LC	Na	-
41	LARIDAE	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	1,2,3,4,5,10	R	LC	Na	-
42	LARIDAE	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	1,2,3,5	R	LC	Na	-
43	LARIDAE	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	5,9,10	Mn	LC	Na	-
44	LARIDAE	<i>Larus modestus</i>	Gaviota Gris	5,9	1	LC	Na	-
45	LARIDAE	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	1,2,3,4,5,9,10	Mn	LC	Na	-

N°	Familia	N. Científico	N. Comun	Estaciones	Origen	IUCN	CITES	LR
46	MIMIDAE	<i>Mimus longicaudatus</i>	Chisco	7	R	LC	Na	-
47	MOTACILLIDAE	<i>Anthus lutescens</i>	Cachirla amarillenta	3,4,6,7	R	LC	Na	-
48	PARULIDAE	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Reinita equinoccial	7	R	LC	Na	-
49	PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión europeo	6,7,9	R	LC	Na	-
50	PELECANIDAE	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano peruano	5	R	NT	Na	EN
51	PHALACROCORIDAE	<i>Nannopterum brasilianus</i>	Cormoran neotropical	1,2,3,4,5,7,9,10	R	LC	Na	-
52	PODICIPEDIDAE	<i>Podiceps major</i>	Zambullidor mayor	1,3	R	LC	Na	-
53	PODICIPEDIDAE	<i>Rollandia rolland</i>	Zambullidor pimpollo	1,2,3,9,10	R	LC	Na	-
54	PSITTACIDAE	<i>Forpus coelestis</i>	Perico esmeralda	7	R	LC	II	-
55	RALLIDAE	<i>Fulica ardesiaca</i>	Polla Huayno	1,2,3,9,10	R	LC	Na	-
56	RALLIDAE	<i>Gallinula galeata</i>	Polla de agua	1,2,3,4,6,7,9,10	R	LC	Na	-
57	RALLIDAE	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Gallineta común	7,9,10	R	LC	Na	-
58	RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus melanurus</i>	Tero real	7,9,10	R	LC	Na	-
59	RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	1,2,3,4,6,9,10	R	LC	Na	-
60	RYNCHOPIDAE	<i>Rynchops niger</i>	Rayador negro	2,5,10	Mn	LC	Na	-
61	SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	1,2,3,4,6,7,9,10	Mn	LC	Na	-
62	SCOLOPACIDAE	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepedras rojizo	4,5	Mn	LC	Na	-
63	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris alba</i>	Playero arenero	5	Mn	LC	Na	-
64	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de baird	3,6,7	Mn	LC	Na	-
65	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	10	Mn	LC	Na	-
66	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	3,7	Mn	LC	Na	-
67	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris minutilla</i>	Playero menudo	3,4,6,7	Mn	LC	Na	-
68	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmado	7	Mn	NT	Na	-
69	SCOLOPACIDAE	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	3,5,6,9	Mn	LC	Na	-
70	SCOLOPACIDAE	<i>Phalaropus tricolor</i>	Faláropo tricolor	6,10	Mn	LC	Na	-
71	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa flavipes</i>	Tringa menor	1,2,3,4,6,7,9	Mn	LC	Na	-
72	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa melanoleuca</i>	Playero tringa mayor	1,2,3,5,6,7,9,10	Mn	LC	Na	-
73	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero de ala blanca	1,3,5,6,9,10	Mn	LC	Na	-
74	LARIDAE	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	5,10	Mn	NT	Na	-
75	LARIDAE	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Gaviotín de pata negra	5	Mn	LC	Na	-
76	STRIGIDAE	<i>Athene cucularia</i>	Lechuza	8	R	LC	II	-
77	SULIDAE	<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano	5	Vo	LC	Na	EN
78	THRAUPIDAE	<i>Conirostrum cinereum</i>	Mielerito gris	6,7	R	LC	Na	-
79	THRAUPIDAE	<i>Sicalis luteola</i>	Chiringe	6,7	R	LC	Na	-
80	THRAUPIDAE	<i>Sporophila simplex</i>	Espiguero simple	6,7	R	LC	Na	-
81	THRAUPIDAE	<i>Sporophila telasco</i>	Espiguero corbatón	6,7	R	LC	Na	-
82	THRAUPIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	Salto palito	6,7	R	LC	Na	-
83	TRESKIORNITHIDAE	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Yanavico andino	1,2,3,4,6,7,9,10	Mc	LC	Na	-
84	TROCHILIDAE	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí costeño	7	R	LC	II	-
85	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero	6,7	R	LC	Na	-
86	TYRANNIDAE	<i>Muscigralla brevicauda</i>	dormilona cola corta	6,7	R	LC	Na	-
87	TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilin	6,7	R	LC	Na	-
88	TYRANNIDAE	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Sietecolores de la totora	7,9	R	LC	Na	-
89	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Atrapamoscas pepite	6,7	R	LC	Na	-

* Estado de conservación según IUCN (LC= Preocupación menor y NT= Casi amenazado). Listado de especies de fauna silvestre Cites-Perú (Apéndice I, II, III y Na= Ausente). Origen (Ra= Raro o vagabundo; R = Residente de pantanos, mar o áreas arbustivas; Vo = Visitante ocasional; Mn = Migratorio del Neártico; Ma = Migratorio Austral y Mc = Migratorio Andes). Libro Rojo de Fauna silvestre amenazada del Perú (NT = Casi amenazado; EN = En peligro y - = Sin datos).

Tabla 2

Porcentaje de la riqueza de especies de aves y riqueza por área de los humedales de la costa central del Perú.

Humedales	Riq. Historica	Extensión (ha)	Riq. (%)	Riq./Área
MM	72	687.71	31.03	0.10
PR	106	674.5	45.69	0.16
SR	89	60	38.36	1.48
VEN	121	275.45	52.16	0.44
PZ	96	18.1	41.38	5.30
PAN	211	263.27	90.95	0.80
PV	72	275.81	31.03	0.26

*MM= Medio Mundo, PR= Paraíso (Terra Nova & PROCOMCCH, 2009), SR= Santa Rosa, VEN= Ventanilla (Carazas et al., 2015; Alvarez, 2008), PZ= Poza de la Arenilla (Podestá & Cotillo, 2016; Segura et al., 2017; Carazas et al. 2018), PAN= Pantanos de Villa (Pulido, 2018) y PV=Puerto viejo (Terra Nova y PROCOMCCH, 2009).

Tabla 3

Porcentaje de cobertura de muestra a lo largo del estudio.

Muestreo	Cobertura	Porcentaje
mar-18	0.81	80.93
abr-18	0.79	78.95
may-18	0.81	81.40
jun-18	0.79	79.15
jul-18	0.88	87.98
ago-18	0.82	81.70
sep-18	0.73	73.42
oct-18	0.69	68.60
nov-18	0.58	57.67
dic-18	0.67	66.70
ene-19	0.75	74.79
feb-19	0.88	88.11
Promedio		76.62