



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

“Diversidad de aves en el humedal costero Huacho-Hualmay-
Carquín, Huaura (Lima, Perú) durante el periodo 2019-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Bióloga Marina

Presentado por:

Mónica Antoinette Paredes Mejía (0000-0002-9131-822X)

Asesor:

Héctor Alonso Aponte Ubillús: (0000-0001-5249-9534)

Lima – Perú

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 09 de agosto 2021.

Los integrantes del jurado de tesis:

Presidente: Mg. Oscar Diego Evangelista Vargas
Miembro: Bgo. Freddy Daniel Barona Narvaez
Miembro: Bgo. Gustavo Adolfo Lértora Padilla

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"Diversidad de aves en el humedal costero Huacho-Hualmay-Carquin, Huaura (Lima, Perú) durante el periodo 2019-2021"

Presentada por la/ el estudiante/ becario:

- **Mónica Antonette Parades Mejía**

Para optar el Título Profesional de Biólogo Marina

Autorizado por: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillós

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

Tesis de: Mónica Antonette Parades Mejía		Nota (en letras): 19 (Diecinueve)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Satisfactorio (X)	Desaprobado ()

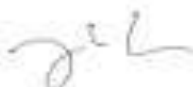
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Oscar Diego Evangelista Vargas
Presidente



Bgo. Freddy Daniel Barona Narvaez
Miembro 1



Bgo. Gustavo Adolfo Lértora Padilla
Miembro 2



Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillós
Asesor

T/02/00078
informacion@unsc.edu.pe
unsc.edu.pe

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que apoyaron en algún conteo durante todo este periodo, a la Universidad Científica del Sur por la oportunidad de realizar esta investigación.

RESUMEN

Los pequeños humedales se encuentran en peligro de desaparecer debido a un mal manejo y al crecimiento urbano acelerado. Esta situación amenaza a las aves que habitan en ellos, especialmente porque algunas son dependientes de estos ecosistemas. El humedal Huacho-Hualmay-Carquín se encuentra en la costa central de Perú. Este ecosistema recién ha empezado a ser estudiado a pesar de que está perdiendo terreno por la urbanización y desarrollo de playas públicas. Realizamos 12 censos de aves (en forma de 2 transectos paralelos: “supralitoral” y “urbano”) entre los años 2019-2021; calculando la diversidad de aves (alfa, beta y gamma) y su correlación con parámetros oceánicos del Pacífico Sur (TSM e ICEN). Encontramos setenta y siete especies con abundancia totales de hasta 19,000 individuos en los meses de verano. La riqueza de especies y abundancia de aves fue mayor en el transecto supralitoral, mientras que la diversidad fue mayor en el transecto urbano. Nuestro estudio encontró correlaciones negativas entre la diversidad alfa con tanto la TSM y el ICEN, y una correlación positiva entre la abundancia total de aves y el ICEN. Este ecosistema presenta una alta diversidad de aves y demuestra la importancia del estudio de pequeños humedales; esto, ayuda a crear mejores planes de manejo y estrategias de conservación en la región.

Palabras clave: Diversidad beta, El Niño Oscilación del Sur, Índice costero El Niño, Temperatura superficial del mar, Perú.

ABSTRACT

Small wetlands in the developing world are on the brink of disappearing in response to bad management and accelerated urban growth. This situation threatens the bird wildlife that inhabits them, as some of them are dependent on these ecosystems. The Huacho-Hualmay-Carquin wetland is found on the central coast of Peru. This ecosystem has just recently begun to be studied. However, it is already losing terrain to urbanization and public beach development. We carried out 12 bird censuses (in the form of 2 simultaneous transects: "supralittoral" and "urban") between the years 2019-2021; then, bird diversity (alpha, beta, and gamma) and its correlation with thermal-related oceanic parameters of the South Pacific (SST and ICEN) were calculated. Seventy-seven bird species were found with total abundances as high as 19,000 individuals in the summer months. The species richness and abundance were higher on the supralittoral transect, meanwhile the bird diversity was higher on the urban transect. We found negative correlations between the alpha diversity with both SST and the ICEN index; and a positive correlation between the total bird abundance with the ICEN. This ecosystem shows high bird diversity and demonstrates the importance of studying small wetlands as it helps develop better management and conservation strategies in the region.

Los pequeños humedales pueden encontrarse 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, debido a la dificultad de encontrar, mapear y monitorearlos; su importancia e investigación ha sido mayormente subestimada (Tomaselli et al. 2011, Gibbs 1993). A pesar de esto, numerosos estudios han demostrado que estos humedales son áreas eficientes en la entrega de servicios ecosistémicos (Blackwell and Pilgrim 2011) tales como protección de la costa, purificación de agua y sumideros de carbono sinkers (Mitra et al. 2005, Erwin 2009). Los pequeños humedales poseen una alta concentración de biodiversidad (Biggs et al. 2017) y son áreas críticas para macroinvertebrados, macrofitas y aves (Hansson et al. 2005). Este último taxón posee especies que pueden ser tanto parcialmente como completamente dependientes de los humedales para el cumplimiento de su ciclo biológico (como sitios de alimentación, reproducción o corredores migratorios) (Nadeau and Conway 2015). Pese a su importancia, la urbanización desenfrenada (especialmente en países en vías de desarrollo) amenaza la conservación y la prevalencia de estos ecosistemas, consecuentemente afectando a las aves que los habita (Davidson 2014, Whited et al. 2000).

Perú, un país reconocido por su alta diversidad de aves, posee por lo menos 44 humedales costeros (Senner and Angulo 2014). Diez, están localizados en la región de Lima con diferentes extensiones, estados de conservación y agentes de cambio (Aponte et al. 2020). El humedal costero Huacho-Hualmay-Carquín (Humedal “Huahualca”, HHCW) es un pequeño (menos de 30 hectáreas) ecosistema encontrado en la costa inmediata de una ciudad en desarrollo de Lima (Huacho). Previo a este estudio, la única otra investigación que se ha 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

and Cano 2018); esto podría indicarnos que También podríamos 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 HHCW a través de los años 2019-2021. Adicionalmente, también plantea mostrar la correlación entre la diversidad y abundancia de aves con la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y el Índice Costero El Niño (ICEN). Toda esta información será útil para entender mejor este ecosistema y le proveerá de información importante a los tomadores de decisión de la región.

MÉTODOS

Área de estudio

El HHCW se encuentra localizado en la provincial de Huaura en la costa central del Perú. Posee un área aproximada de 24 hectáreas, 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. HHCW está situado entre otros dos humedales reconocidos (“Laguna El Paríso” y “Albuferas de Medio Mundo”). El humedal está políticamente dividido en tres distritos: Carquín, Hualmay y Huacho (la capital de la provincia). Este último, abarcando la mayor parte de su área total. Además, en el lado este, es posible encontrar áreas urbanas y comerciales (Fig. Suplementaria S1).

Censo

Realizamos un censo de aves mensual desde octubre de 2019 hasta febrero de 2021, excepto los meses restringidos por la inmovilización social obligatoria como medida preventiva de la pandemia COVID-19. Los censos se llevaron a cabo en la

mañana (0600 h - 0700 h PST), en forma de 2 transectos simultáneos con badas (80 m izquierda y 5 m derecha de ambos observadores) paralelos a la costa (denominados "urbano" y "supralitoral" respectivamente), siguiendo las recomendaciones de Gregory et al. (2004). Utilizamos binoculares de 8x45mm y cámaras con lentes de 300mm para evitar la molestar a las aves. Las aves se contaron mediante conteos individuales o agrupando si la bandada superaba los 300 individuos. Cuando fue posible, se fotografiaron todas las especies para obtener pruebas de su presencia.

Análisis de los datos

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 en escala temporal como espacial: a) en la escala temporal; el transecto urbano, el transecto supralitoral y ambos transectos juntos se evaluaron por separado, comparando la composición de especies en meses consecutivos. En esta escala, todos los meses se compararon utilizando el índice global de Whittaker. A su vez, b) para la escala espacial, se compararon los transectos urbano y supralitoral para cada censo. Además, para evaluar la similitud total entre transectos, se utilizaron índices de coeficientes de similitud tanto de Jaccard como de Bray-Curtis.

Finalmente, se utilizó el estimador Chao-2 para medir la riqueza total de especies de aves para todo el humedal (diversidad gamma). Para ello, se elaboró una matriz utilizando la riqueza total de especies encontrada para cada mes en ambos transectos. Contrastar la estimación de Chao-2 con la riqueza de especies real encontrada en el humedal nos dio el porcentaje de compleción del censo. Las ecuaciones para todos los índices anteriores se pueden encontrar en el manual del software PAST (Hammer, et al. 2001).

Obtuvimos los valores mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) 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 probó 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 77 especies pertenecientes a 30 familias y 13 órdenes. Las familias más representadas en el humedal fueron Laridae (gaviotas y charranes) y Scolopacidae (playeros), que presentaron la mayor abundancia total y número de especies. Además, el 65% de todas las aves fueron residentes reproductores, el 30% eran migrantes boreales, el 4% migrantes australes y el 1% eran especies introducidas (*Passer domesticus* y *Columba livia*). Además, la Lista Roja de la UICN enumeró cinco especies como "Casi amenazadas" (Tabla complementaria S2).

La riqueza, abundancia y diversidad de especies varió con la estación y el transecto (Fig. 1a-c). Durante todos los censos, el transecto supralitoral siempre tuvo la mayor riqueza 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 nats). Mientras tanto, el transecto urbano tuvo notablemente menos especies y abundancia, con un máximo de 34

especies y 383 individuos, pero mostró la mayor diversidad alfa (0,82 - 0,9 nats). 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 supralitoral. Mientras tanto, 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 podían encontrar dos especies adicionales ($Chao\ 2 = 79,24$), lo que eleva la riqueza total a un estimado de 79 especies de aves diferentes, lo que eleva la integridad del censo al 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; el valor más bajo se encontró en el humedal como un ecosistema completo (índice global de Whittaker: 0,88, 0,82 y 0,71 respectivamente). Las tres evaluaciones tuvieron patrones de rotación similares, con la mayor rotación de especies entre febrero y junio (Fig. 2a). Al comparar la diversidad beta en una escala espacial (urbana frente a supralitoral), encontramos valores comparativamente más altos de rotación 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 (Fig. 2b).

Encontramos una correlación negativa entre la diversidad alfa con la SST ($P = 0,009$, IS: -0,74) y la ICEN ($P = 0,002$, IS: -0,82). Además, encontramos una correlación positiva entre la abundancia total de aves con el ICEN (valor de p : 0.03, IS: 0.64). No se encontró correlación entre la riqueza de especies y los parámetros oceánicos evaluados (Fig. 3).

Discusión

Los humedales costeros que se encuentran en la costa central del Perú tienen un rango de 68 a 211 especies, de las cuales los humedales más cercanos a HHCW (a menos

de 15 km de distancia), "Laguna El Paraíso" y "Albufera el Medio Mundo", tienen 68 y 105 especies reportadas, respectivamente, lo que es similar a la riqueza de especies encontrada en HHCW (Quiñonez y Hernandez 2017; Pulido 2018; Podestá y Cotillo 2016; Cruz, et al. 2007; Alvarez e Iannacone 2008); sin embargo, no figura entre los resultados más altos. Una de las principales razones de esto es que los humedales con mayor riqueza de especies han sido evaluados por períodos más prolongados (por ejemplo, "Pantanos de Villa", que ha sido evaluado por alrededor de 100 años), lo que ha dado como resultado el registro de un mayor nivel histórico. 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 de especies, 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 estaban compuestas principalmente por especies migratorias, 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 (Brown, et al.2017). ; Yang, et al.2017; Runge, et al.2015). Si bien el HHCW no presentó la mayor riqueza de especies, al comparar los valores de especies por unidad de área, el HHCW se ubicó por encima de todos los demás humedales de Lima, con 3.21 especies / ha, seguido de "Poza de la Arenilla" y " Humedal Santa Rosa ", con 2,36 especies / ha y 1,22 especies / ha, respectivamente (Podestá y Cotillo 2016). Este patrón también se observó en plantas vasculares; los humedales Carquín-Hualmay tuvieron la mayor diversidad por unidad de área en la costa de Lima (Aponte y Cano 2018). 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 debe preservar o no un humedal (Ramírez y Aponte 2018), se concluye que los HHCW deben ser considerados para protección por los tomadores de decisiones.

El presente estudio demostró que incluso cuando una zona natural y una urbana no estaban ubicadas lejos una de la otra, la riqueza de especies y la abundancia de aves se redujeron cerca de las áreas urbanas; esto 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, los estudios han demostrado que cuando estas áreas se gestionan adecuadamente, pueden volverse tan diversas como sus contrapartes naturales, principalmente cuando se implementan planes de conservación y educación (Asomani-Boateng 2019, McKinney, et al. 2011, Chace y Walsh 2006).

La alta riqueza y abundancia de especies durante los meses de verano puede posiblemente explicarse como 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, aumentando la densidad y diversidad en esos 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 se produjo el pico de llegada de aves migratorias australes (Enero a marzo) en lagos y zonas costeras superó la abundancia de aves residentes (Pulido y Bermudez 2018, Pulido, et al. 2020).

La mayor rotación de especies se encontró al contrastar las áreas urbana y supralitoral (escala espacial); esto, más las diferencias en la diversidad de aves y la baja similitud encontrada entre los dos transectos, apoya la idea de que las dos áreas son muy

diferentes, a pesar de que están ubicadas a menos de 100 metros de distancia. Las diferentes estructuras de la vegetación (Żmihorski, et al. 2016), la cantidad de 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 rotación de especies encontrado en el transecto urbano podría explicarse por el factor estresante constante constituido 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 y 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 la observada entre todos los demás humedales de la costa de Lima; esto, y el valor más alto de especies / ha para la región, muestran que este hábitat sería eficiente de conservar en lugar de uno más grande, 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 muestra más evidencia para la conservación de estos ecosistemas.

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. Los estudios 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 ENOS suelen tener mayor humedad y precipitación, lo que es beneficioso para la mayoría de las especies que dependen de los humedales (Vilina y Cofre 2000, Romano et al. 2005). En consecuencia, podemos ver una reducción de la diversidad en períodos más cálidos: el aumento de la abundancia diluye la diversidad de aves. Esta última observación podría explicar la correlación inversa entre ICEN, SST y diversidad.

Este estudio es el primer hito para una lista verificada de especies de aves de HHCW y muestra que incluso los humedales pequeños altamente perturbados tienen una gran diversidad de aves. También demuestra la importancia de conservar este ecosistema, ya que muestran procesos críticos de diversidad (alto recambio local y diversidad gamma). En el caso de HHCW, la investigación científica recién está comenzando; no se han evaluado otros grupos taxonómicos importantes (aparte de las plantas vasculares). Mientras tanto, las autoridades encargadas de la toma de decisiones deben enfocarse en planes de manejo que prevengan la pérdida de hábitat al tiempo que fomentan la participación de la comunidad y la inclusión de este humedal vital en el paisaje urbano circundante.

Bibliografía

- Alvarez C, Iannacone J. 2020. Nuevos registros de aves en los humedales de Ventanilla Callao, Perú [New records of birds of Ventanilla Wetlands, Callao, Peru]. *The Biologist*, 6. Español.
- Aponte H, Cano A. 2018. Flora Vascular del Humedal de Carquín-Hualmay, Huaura (Lima, Perú) [Vascular flora of the Carquín-Hualmay Wetland (Huaura, Lima, Peru)]. *Ecología Aplicada*. 17: 69-76. Español.
- Aponte H, Gonzales S, Gomez A. 2020. Impulsores de cambio en los humedales de América Latina: El caso de los humedales costeros de Lima [Drivers of change in the wetlands of Latin America: The case of the coastal wetlands of Lima]. *South Sustainability*. 2:23. Español.
- Aponte H. 2018. Un ajuste a la diversidad beta en los humedales costeros de Lima [An adjustment to beta diversity in the coastal wetlands of Lima]. *The Biologist*. 15: 479-481. Español.
- 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 al'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 [Bird evaluation at El Paraíso lagoon, Lima, Peru]. *Revista Peruana de Biología*. 14:139-144. Español.
- 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? [Do influence Nearctic migratory birds in the seasonal pattern of coastal wetlands birds?]. *Revista peruana de biología*, 25:117-122. Español.
- 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. In: William J, Ian N, Rhys GS, editors. *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. New York (NY): Oxford University Press; p. 17-56.
- 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.
- Iannacone 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 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 similaritydistance 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, Raposa 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, Elner RW, Smith BD, Kenyon JK. 2007. Are population dynamics of shorebirds affected by El Nino/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 [Birds From

The Municipal Conservation Area Poza De La Arenilla Wetland (Callao, Peru): Update And Categories Of Conservation]. *Científica*. 13:38-57. Español.

Pulido V, Bermudez L. 2018. Patrones de estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias de los Pantanos de Villa, Lima, Perú [Seasonal patterns of the resident and migratory bird species of the Villa Swamps, Lima, Peru]. *Arnaldoa*. 25:1107-1128. Español

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 [Habitat preferences and seasonality of bird species of Pantanos de Villa in Lima, Peru]. *Revista peruana de biología*. 27:349-360. Español

Pulido V. 2018. Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa [One hundred and fifty years of keeprecords from Pantanos de Villa birds]. *Revista peruana de Biología*. 25:291-306. Español.

Quiñonez AS, Hernandez F. 2017. Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú [Habitat use and conservation status of birds from El Paraíso wetland, Lima, Peru]. *Revista peruana de biología*. 242:175-186. Español.

Ramirez DW, Aponte, H. 2018. Por qué los Humedales de Puerto Viejo perdieron su protección legal: analizando los motivos [Why the Wetlands of Puerto Viejo did loses its legal protection: analyzing the motives]. *Revista peruana de biología*. 25(1), 49-54. Español.

Richardson SJ, Clayton R, Rance BD, Broadbent H, McGlone MS, Wilmshurst 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. *Iheringia. 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 N, Angulo F. 2014. Atlas de las aves playeras: Sitios importantes para su conservación [Atlas of shorebirds: Important sites for their conservation]. Lima (Perú): MINAM/CORBIDI. Español.
- Simpson G, Newsome D. 2017. Environmental history of an urban wetland: from degraded colonial resource to nature conservation area. *Geo: Geography and Environment*, 4(1), e00030.
- Tomaselli V, Tenerelli P, Sciandrello S. 2012. 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 Nino" effects on the abundance and habitat association patterns of four grebes 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.

Figuras y tablas

Figura 1. Comparación entre el transecto supralitoral y urbano de a. Riqueza de especies, b. Log10 de la abundancia total de aves, y c. Índice de diversidad de Simpson

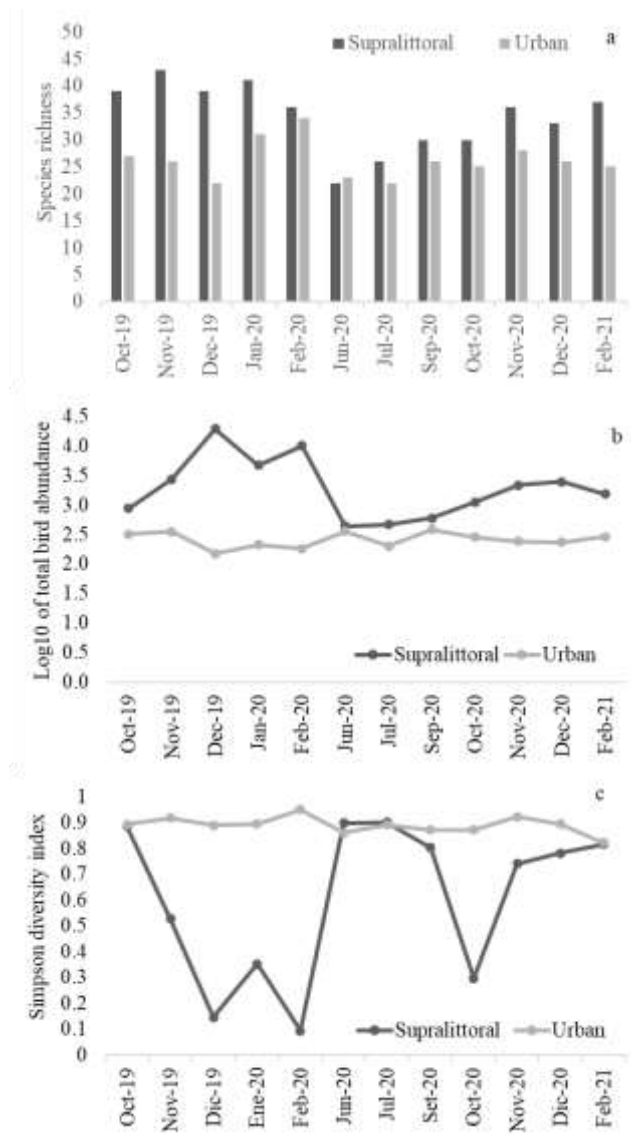


Figura 2. Comparación de la variación temporal del índice de Whittaker en el transecto supralitoral, transecto urbano y en ambos transectos. Y, b. variación del índice de Whittaker al comparar el transecto urbano vs supralitoral en cada censo.

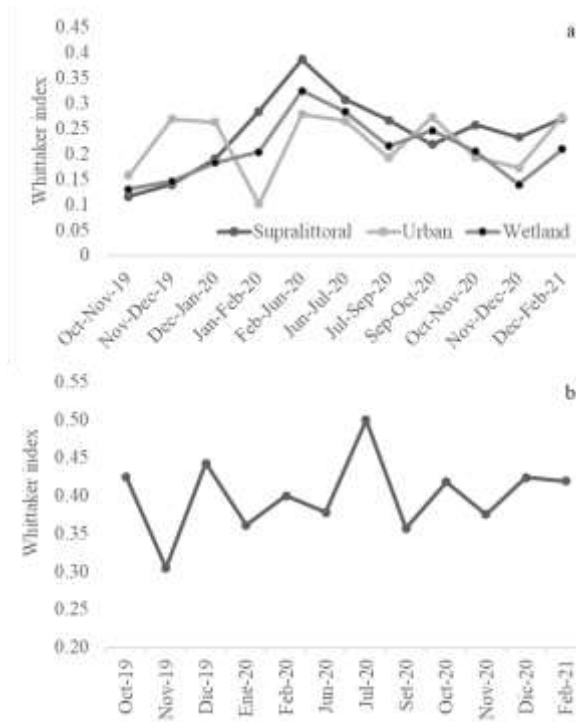
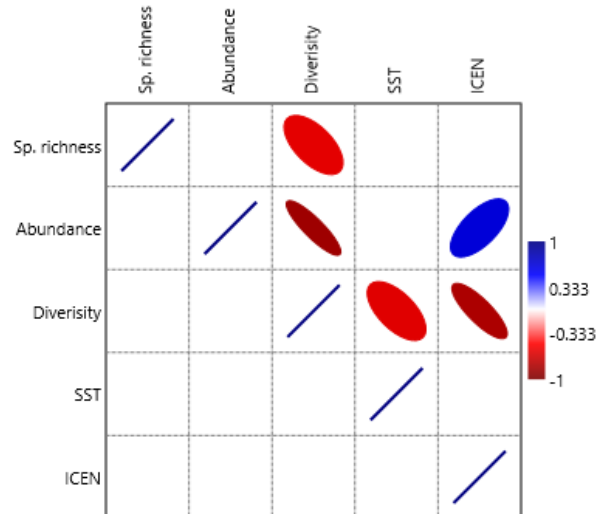


Figura 3. Correlaciones estadísticamente significativas encontradas en el estudio utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman



Información complementaria

Figura complementaria 1. Mapa del area de estudio



Tabla complementaria 1. Lista de especies encontradas en el Humedal Huahualca

#	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Condición estacional	Estado de conservación
1	Accipitriformes	<i>Accipitridae</i>	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán Mixto	R	LC
2	Anseriformes	<i>Anatidae</i>	<i>Anas bahamensis</i>	Pato Gargantillo	R	LC
3			<i>Oressochen melanopterus</i>	Cauquén Huallata	MA	LC
4			<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato Colorado	R	LC
5			<i>Spatula discors</i>	Pato de Ala Azul	NB	LC
6			<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Pato Crestudo	R	LC
7	Apodiformes	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	R	LC
8			<i>Rhodopsis vesper</i>	Colibrí de Oasis	R	LC
9	Cathartiformes	<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	R	LC
10			<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	R	LC
11	Charadriiformes	<i>Burhinidae</i>	<i>Burhinus superciliaris</i>	Alcaraván Huerequeque	R	LC
12		<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo Semipalmado	NB	LC
13			<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Gritón	R	LC
14			<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo Gris	NB	LC
15		<i>Haematopodidae</i>	<i>Haematopus ater</i>	Ostrero Negruzco	R	LC
16			<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	R	LC
			<i>Chroicocephalus</i>			
17		<i>Laridae</i>	<i>cirrocephalus</i>	Gaviota de Capucha Gris	R	LC
18			<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota Andina	MA	LC
19			<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín Zarcillo	R	NT
20			<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	R	LC
21			<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	R	LC
22			<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Reidora	NB	LC
23			<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	NB	LC
24			<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	NB	LC
25			<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín Común	NB	LC
26			<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín Elegante	NB	NT
27			<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviotín Real	R	LC
28			<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Gaviotín de Pata Negra	NB	LC
29		<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de Cuello Negro	R	LC
30		<i>Rynchopidae</i>	<i>Rynchops niger</i>	Rayador Negro	R	LC
31		<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis macularius</i>	Playero Coleador	NB	LC
32			<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras Rojizo	NB	LC
33			<i>Calidris alba</i>	Playero Arenero	NB	LC
34			<i>Calidris himantopus</i>	Playero de Pata Larga	NB	LC
35			<i>Calidris mauri</i>	Playerito Occidental	NB	LC
36			<i>Calidris melanotos</i>	Playero Pectoral	NB	LC
37			<i>Calidris minutilla</i>	Playerito Menudo	NB	LC
38			<i>Calidris pusilla</i>	Playerito Semipalmado	NB	NT
39			<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	NB	LC
40			<i>Tringa flavipes</i>	Playero Pata Amarilla Menor	NB	LC
41			<i>Tringa melanoleuca</i>	Playero Pata Amarilla Mayor	NB	LC
42			<i>Tringa semipalmata</i>	Playero de Ala Blanca	NB	LC
43	Columbiformes	<i>Columbidae</i>	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	IN	LC
44			<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	R	LC
45			<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	R	LC

46		<i>Zenaida meloda</i>	Zenaida meloda	R	LC
47	Cuculiformes	<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado	R LC
48	Falconiformes	<i>Falconidae</i>	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	R LC
49			<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	R LC
50	Gruiformes	<i>Rallidae</i>	<i>Fulica ardesiaca</i>	Gallareta Andina	R LC
51			<i>Gallinula galeata</i>	Polla de Agua Común	R LC
52			<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Rascón Plomizo	R LC
53	Passeriformes	<i>Furnaridae</i>	<i>Phleocryptes melanops</i>	Junquero	R LC
54		<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	NB LC
55			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	R LC
56			<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Ribereña	NB LC
57		<i>Icteridae</i>	<i>Leistes bellicosus</i>	Pastorero Peruano	R LC
58		<i>Mimidae</i>	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	R LC
59		<i>Motacillidae</i>	<i>Anthus peruvianus</i>	Cachirla Peruana	R LC
60		<i>Passeridae</i>	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Casero	IN LC
				Espiguero de Garganta	
61		<i>Thraupidae</i>	<i>Sporophila telasco</i>	Castaña	R LC
62			<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negro Azulado	R LC
63		<i>Troglodytidae</i>	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	R LC
64		<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquero de Pecho Rayado	R LC
65	Pelecaniformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea alba</i>	Garza Grande	R LC
66			<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	R LC
67			<i>Butorides striata</i>	Garcita Estriada	R LC
68			<i>Egretta caerulea</i>	Garcita Azul	R LC
69			<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	R LC
70			<i>Nyctanassa violacea</i>	Huaco de Corona Amarilla	R LC
71			<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huaco Común	R LC
72	Pelecaniformes	<i>Pelecanidae</i>	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano Peruano	R NT
73	Pelecaniformes	<i>Threskiornithidae</i>	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la Puna	MA LC
74	Strigiformes	<i>Strigidae</i>	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre	R LC
75	Suliformes	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	R NT
76			<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	R LC
77		<i>Sulidae</i>	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero de Pata Azul	R LC
78			<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	R LC

ANEXOS

Anexo I. Evidencia de envío a revista



Re: Submission Confirmation for High diversity in small wetlands: the case of a South Pacific bird hotspot

From: em.wilsonjo.0.7584e9.85902863@editorialmanager.com <em.wilsonjo.0.7584e9.85902863@editorialmanager.com> on behalf of The Wilson Journal of Ornithology <em@editorialmanager.com>

Sent: Monday, August 23, 2021 6:46 PM

To: Monica A Paredes <monni_aoi@hotmail.com>

Subject: Submission Confirmation for High diversity in small wetlands: the case of a South Pacific bird hotspot

Dear Mrs Paredes,

Your submission entitled "High diversity in small wetlands: the case of a South Pacific bird hotspot" has been received by journal The Wilson Journal of Ornithology

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to <https://www.editorialmanager.com/wilsonjo/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for considering the Wilson Journal of Ornithology for your manuscript.

Kind regards,

Ernesto Ruelas Inzunza
Editor, Wilson Journal of Ornithology

Anexo II. Copia de documento de aprobación de comité de ética

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD



Constancia N° 106-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2019

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado**.

Código de registro: **275-2019-PRE5**
 Título: **Diversidad de aves en el hamedal costero Huacho-Hualmay-Carquin, Huaura (Lima, Perú) durante el periodo 2019-2020**
 Investigador(a): **Mónica Antoinette Paredes Mejia**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética; no obstante, es necesario además cumplir los requisitos solicitados por el gobierno peruano; esto es, la obtención del permiso de investigación cado por SERFOR. Deberá realizar dicho trámite y enviarnos el documento de aprobación en un plazo no mayor a los tres meses. Sin el cumplimiento de este requisito, no se puede iniciar la ejecución del proyecto.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 30 de marzo del 2021**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 01 de octubre de 2019




Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
Presidente
 Comité Institucional de Ética en Investigación
 con Animales y Biodiversidad

Anexo III. Copia de resolución de aprobación del proyecto de tesis



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 046-A-DACBM-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2019

Lima, 20 de septiembre de 2019

Visto el proyecto de tesis presentado por la Srta. **PAREDES MEJIA MÓNICA ANTOINETTE**, alumna de la Carrera de Biología Marina, se expide la presente Resolución;

CONSIDERANDO:

- o Que, para optar el título profesional en Biología Marina, de la Carrera de Biología Marina de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas de la Universidad Científica del Sur, es necesario la realización y sustentación de una tesis.
- o Que, el Reglamento de Tesis pertinente, dispone que el Proyecto de Tesis debe ser presentado a la Carrera de acuerdo al perfil aprobado, el cual debe ser dictaminado por el Comité de Investigación.
- o Que, la alumna **PAREDES MEJIA MÓNICA ANTOINETTE**, ha cumplido con presentar su proyecto de tesis titulado: **"DIVERSIDAD DE AVES EN EL HUMEDAL COSTERO HUACHO-HUALMAY-CARQUÍN, HUAURA (LIMA, PERÚ) DURANTE EL PERIODO 2019-2020 "** bajo la asesoría del Dr. Héctor Alonso Aponte Ubilús.
- o Que la Comisión de Grados y Títulos de la Dirección ha emitido una evaluación favorable y recomienda la inscripción del proyecto citado.

Estado a lo dispuesto por el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Científica del Sur, el Reglamento de Tesis de la Carrera y a las normas vigentes, en uso de las atribuciones conferidas a la Carrera,

SE RESUELVE:

- 1° **APROBAR** el Proyecto de Tesis para optar el título profesional en Biología Marina titulado: **"DIVERSIDAD DE AVES EN EL HUMEDAL COSTERO HUACHO-HUALMAY-CARQUÍN, HUAURA (LIMA, PERÚ) DURANTE EL PERIODO 2019-2020 "**
- 2° Declarar a la Srta. **PAREDES MEJIA MÓNICA ANTOINETTE**, expedida para la realización del Proyecto de Tesis aprobado.
- 3° Nombrar al Dr. Héctor Alonso Aponte Ubilús, como Asesor del Proyecto de Tesis, que realizará la alumna citada.
- 4° Disponer la inscripción del proyecto de tesis aprobado en el Registro de Tesis para optar el Título Profesional de la Carrera de Biología Marina de la CIENTÍFICA.

Regístrese, comuníquese y archívese:



Dra. SONIA VALLE RUBIO
 Directora Académica de
 Biología Marina
 UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

T. (051) 094 440 4000

Científica