



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
ABUNDANCIA DE AVES PLAYERAS RESIDENTES EN LAS
PISCINAS ARTIFICIALES DE ECUAL EN RELACIÓN CON
FACTORES AMBIENTALES**

AUTOR

Blga. Mar. Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez

**TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

TUTOR ACADEMICO

PhD. José Cáceres Andrade

TUTOR EXTERNO

Ana Agreda, MSc

Santa Elena, Ecuador

2025

DEDICATORIA

A mi familia, por el apoyo incondicional en mi vida profesional y academica

A aquellas personas que confiaron y me apoyaron en perseguir y alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peninsula de Santa Elena y su Instituto de Postgrado por liderar el proceso de formación profesional

A mi tutor academico, Blgo. Jose Caceres PhD quien brindo su tiempo y encamino de la mejor manera los resultados de este doeumento.

A mi tutora externa, Blga. Ana Agreda, M.Sc quien me ha apoyado en mi carrera profesional y ha brindado las bases para la realización de este estudio como coordinadora del Programa de Aves Acuaticas Migratorias, la cual es liderada por la Fundación Ecuatoriana para la Conservación de las Aves y sus Hábitats (Aves y Conservación/BirdLife en Ecuador).

A la empresa Ecuatoriana de Sal y Productos Quimicos C.A (ECUASAL) y en especial al gerente de la Planta “Mar Bravo” por la cesión de datos de variables climáticas que contribuyeron a la realización de los resultados de este trabajo.

APROBACIÓN DEL TUTOR

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

TUTOR

José Cáceres Andrade

07 días del mes de marzo del año 2025

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD
Coordinadora del Programa de
Maestría y Presidente del Tribunal

PhD. José Cáceres
TUTOR

MSc. Richard Duque Marín
DOCENTE
ESPECIALISTA

MSc. Tanya González Balón
DOCENTE
ESPECIALISTA

Abg. María Rivera González, Mgt.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del siguiente informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, así como la autoría de la organización que cedió los datos, como lo es Aves y Conservación.

Santa Elena, a los 07 días del mes de marzo del 2025

EL AUTOR

Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, **Abundancia de aves playeras residentes en las piscinas artificiales de Ecuasal en relación con factores ambientales**, previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 07 días del mes de marzo del 2025

EL AUTOR

Blga. Mar. Danixa Del Pezo Dominguez

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR	vi
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMÁTICA	4
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
HIPÓTESIS	10
MARCO TEÓRICO	11
Factores ambientales	11
Efectos del cambio climático sobre las poblaciones de aves playeras	11
Generalidades de las aves playeras.....	12
Humedales importantes para las aves playeras.....	12
Hábitats artificiales.....	13
Piscinas de Ecuasal	13

Cigüeñuela cuellinegra (<i>Himantopus mexicanus</i>)	14
Ostrero americano (<i>Haematopus palliatus</i>).....	15
Chorlo nevado (<i>Anarhynchus nivosus</i>)	16
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Area de estudio	18
Recolección de datos.....	19
Procesamiento y análisis de la información	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Abundancia de aves playeras en estudio	23
Abundancia mensual de las aves playeras en estudio	23
Tendencia poblacional anual de las tres especies en estudio	25
Variación de la temperatura y precipitación anual.....	26
Correlación entre aves playeras y variables ambientales	28
Variación estacional y abundancia de las aves playeras	31
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS.....	46
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura de los modelos lineales generalizados mixtos	22
Tabla 2. Resumen de los modelos lineales generalizados mixtos de la abundancia de las tres especies aves playeras de las piscinas artificiales de Ecuasal de Mar Bravo	28
Tabla 3. Variables predictoras del modelo lineal generalizado mixto (GLMM) para la abundancia de las tres especies de aves playeras de las piscinas artificiales de Ecuasal de Mar Bravo.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Piscinas Artificiales de Ecuasal. Fuente: Autor (2024).....	18
Figura 2. Abundancia total de las especies de aves playeras residentes entre 2019 - 2023.....	23
Figura 3. Abundancia de a) <i>Anarhynchus nivosus</i> b) <i>Haematopus palliatus</i> y c) <i>Himantopus mexicanus</i> entre 2019 - 2023	25
Figura 4. Abundancia anual de las especies residentes: a) <i>Himantopus mexicanus</i> , b) <i>Haematopus palliatus</i> y c) <i>Anarhynchus nivosus</i>	26
Figura 5. Variación anual de la temperatura ambiental entre 2019 – 2023 en las piscinas de Ecuasal.....	27
Figura 6. Variación anual de precipitación acumulada anual (mm/m^2) entre 2019 – 2023 en las piscinas de Ecuasal	27
Figura 7. Relación de la abundancia de <i>Anarhynchus nivosus</i> en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación	30
Figura 8. Relación de la abundancia de <i>Haematopus palliatus</i> en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación	30
Figura 9. Relación de la abundancia de <i>Himantopus mexicanus</i> en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación	31
Figura 10. Variación estacional de la abundancia de <i>Anarhynchus nivosus</i> en las piscinas de Ecuasal.....	31
Figura 11. Variación estacional de la abundancia de <i>Haematopus palliatus</i> en las piscinas de Ecuasal.....	32
Figura 12. Variación estacional de la abundancia de <i>Himantopus mexicanus</i> en las piscinas de Ecuasal.....	32

RESUMEN

Las piscinas de Ecuasal son un humedal artificial que alberga gran población de aves playeras migratorias y residente. La gestión de conservación de Ecuasal es liderada por la fundación Aves y Conservación quien ha levantado información mediante censos sistemáticos a largo plazo. Utilizamos los datos generados por Aves y Conservación entre 2019 a 2023 para evaluar las tendencias poblacionales de las especies residentes tales como: *Himantopus mexicanus*, *Anarhynchus nivosus* y *Haematopus palliatus* y analizamos la asociación de la abundancia de cada especie con la temperatura (promedio, mínima y máxima) y precipitación usando modelos lineales generalizados mixtos (GLMM). Los resultados evidenciaron que la temperatura y precipitación, influyen significativamente en la abundancia de *Haematopus palliatus* (KW: 7,30) y *Anarhynchus nivosus* (KW: 2,11), en ambas la condiciones con mayores precipitaciones favorecieron su abundancia y en el caso de *Himantopus mexicanus* no presentó correlación significativa con estos factores, lo que podría sugerir una mayor capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y resulto ser la especie con mayor número de individuos anualmente (20832 ind en 2021), aunque se comprobó que su mayor abundancia ocurre en la época seca y está directamente relacionado a su período de reproducción. El presente estudio pone en evidencia la influencia de los factores ambientales en las poblaciones de aves playeras residentes, por ende, es importante considerar futuras investigaciones enfocados en la influencia de la temperatura y precipitación en el éxito reproductivo de cada especie.

Palabras clave: *aves playeras, ecuasal, temperatura, precipitación*

ABSTRACT

The Ecuasal ponds are an artificial wetland that hosts a large population of migratory and resident shorebirds. Ecuasal's conservation management is led by the Aves y Conservación foundation, which has collected information through long-term systematic surveys. We used the data generated by Aves y Conservación between 2019 and 2023 to evaluate population trends of Black-necked Stilt, Snowy Plover, and American Oystercatcher and analyzed the association of the abundance of each species with temperature (average, minimum, and maximum) and precipitation using generalized linear mixed models (GLMM). The results showed that temperature and precipitation significantly influenced the abundance of the American Oystercatcher (KW: 7,30) and the Snowy Plover (KW: 2,11), in both conditions with greater precipitation favored their abundance and in the case of Black-necked Stilt it did not present a significant elevation with these factors, which could suggest a greater capacity to adapt to various environmental conditions and resulted in being the species with the highest number of individuals (20,832 ind in 2021), although it was proven that its greatest abundance occurs in the dry season and is directly related to its reproduction period. This study highlights the influence of environmental factors on resident shorebird populations, so it is important to consider future research focused on the influence of temperature and precipitation on the reproductive success of each species.

Keywords: shorebirds, ecuasal, temperature, precipitation.

INTRODUCCIÓN

El grupo taxonómico que incluye a las aves playeras son ampliamente distribuido y ecológicamente diversificado (Muñoz, 2022), estos organismos se distribuyen por la costa del Pacífico, la cual sustenta grandes poblaciones de aves playeras migratorias y residentes (Warnock *et al.*, 2004; Canham *et al.*, 2021). A nivel mundial existen 235 especies de aves playeras (WHSRN, 2019), de las cuales 59 especies se han identificado en Ecuador (MAATE & Aves y Conservación-BirdLife, 2021). Las aves playeras se han clasificado por sus hábitos migratorias en grupos australes, boreales, transitorias y residentes (MAATE & Aves y Conservación-BirdLife, 2021), las cuales se distribuyen principalmente en diversos humedales a lo largo de costa ecuatoriana.

Las poblaciones de aves playeras están disminuyendo (Senner *et al.*, 2017), debido a que a lo largo de los años han enfrentado rápidos cambios causados por el cambio climático y actividades antrópicas (Koleček *et al.*, 2021). Desde 1970, el 68 % de las especies de aves playeras que se reproducen en Norteamérica han experimentado una disminución de 17 millones de individuos, lo que representa un cambio del 37 % en su abundancia (Rosenberg *et al.*, 2019; Muñoz, 2022). La evidencia de que las temperaturas están aumentando a un ritmo acelerado en el Ártico a diferencia de otras áreas del mundo (IPCC, 2022) sugieren que el calentamiento global puede ser una causa de la disminución de las poblaciones de aves playeras (Galbraith *et al.*, 2002; Van de Pol *et al.*, 2010; Galbraith *et al.*, 2014; Kubelka *et al.*, 2018; Koleček *et al.*, 2021) ya que han provocado preocupantes cambios ecológicos como cambios en el hábitat de reproducción y en la dinámica presa-depredador (Aharon-Rotman *et al.*, 2015; Wauchope *et al.*, 2017). Por otro lado, aún no hay evidencia de que las temperaturas más altas y la escasez de

precipitación estén afectando negativamente la supervivencia de las aves playeras (Santos *et al.*, 2023).

En Ecuador se han identificado nueve sitios mayormente importantes para aves playeras de los cuales tres son sitios de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP), uno de ellos fue designado como sitio de importancia Internacional “Canal de Jambelí” y dos sitios de importancia Regional tales como Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata (REVISICOF) y Piscinas Artificiales de Ecuasal (MAATE & Aves y Conservación-BirdLife, 2021). Los sitios RHRAP de Ecuador albergan un gran número de aves playeras migratorias y residentes, en especial de las especies objeto de este estudio: Cigueñuela cuellinegra (*Himantopus mexicanus*), Chorlo nevado (*Anarhynchus nivosus*) y Ostrero americano (*Haematopus palliatus*).

En la provincia de Santa Elena, se encuentran las piscinas artificiales de Ecuasal perteneciente a la empresa Ecuasal S.A que alberga miles de aves acuáticas anualmente (Ágreda, 2012) y la gestión de conservación es liderada por la fundación Aves y Conservación desde 2012 quienes han levantado información de aves acuáticas mediante censos sistematicos hasta la actualidad, mientras que la empresa Ecuasal cuenta una base de datos diaria de su estación meteorologica donde recolectan datos de precipitación, temperatura, viento y humedad. Los datos utilizados para el análisis corresponden a conteos mensuales de aves playeras residentes y como factores ambientales, solo se consideró los parámetros de precipitación y temperatura mensual entre enero 2019 a diciembre 2023.

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo de determinar las posibles variaciones poblacionales de las especies residentes *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus* y *Anarhynchus nivosus*, así como su relación con variables ambientales (temperatura y precipitación) mediante el análisis estadístico basado en modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) para fortalecer la relación directa entre ambas variables. Cabe mencionar que, la información generada será empleada como insumo para la toma de decisiones de conservación a nivel local y nacional.

PROBLEMÁTICA

Las aves playeras pueden ser vulnerables al aumento y disminución de las temperaturas y las precipitaciones (Abernathy *et al.*, 2023). El cambio climático y en especial el aumento de la temperatura afectan la capacidad de las aves playeras en el comportamiento alimenticio y reproductivo, lo que pone en riesgo la supervivencia de las poblaciones (Sociedad Nacional Audubon, 2024).

Los cambios en las condiciones climáticas afectan las dinámicas y tendencias poblacionales de las aves playeras tanto el periodo reproductivo y no reproductivo (Brlík *et al.*, 2022). Algunos estudios sugieren que el aumento de la temperatura ambiental ha provocado cambios en la fenología de las aves playeras, específicamente en la disponibilidad de alimento y sitios de anidación, lo que podría conducir a una disminución del éxito reproductivo y por ende a una disminución de las poblaciones de las especies (Kwon *et al.*, 2017; Kwon *et al.*, 2019; Halupka *et al.*, 2020). En este sentido, es importante determinar si existe una relación entre los factores ambientales de precipitación y temperatura con respecto a las fluctuaciones poblacionales de las especies residentes, especialmente en las condiciones climáticas a las que se enfrenta el planeta en la actualidad.

En Ecuador, las piscinas de Ecuasal son reconocidas como el primer refugio de aves playeras por albergar más de 100.000 individuos de aves acuáticas y el 3.5% de la población mundial del Falaropo de Wilson (*Phalaropus tricolor*), en este sitio se han identificado 135 especies de aves de las cuales 41 son acuáticas residentes y 3 de ellas

son playeras residentes (*Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Anarhynchus nivosus*) que se reproducen y se registran durante todo el año (Agreda, 2012).

El *Haematopus palliatus* está considerada de Preocupación menor a nivel global (UICN, 2016). Se conoce que esta especie ha experimentado un aumento grande y significativo en los últimos 40 años en América del Norte (Butcher y Niven, 2007). Además, varios estudios mencionan que la especie es susceptible a los cambios de temperatura, cambios en las precipitaciones, cambios en la hidrología, aumento del nivel del mar y tormentas e inundaciones (Schlesinger et al., 2011; Withman et al., 2013; Galbraith et al., 2014; Sneddon y Hammerson, 2014).

Himantopus mexicanus está considerada de Preocupación menor a nivel global (UICN, 2019), La tendencia poblacional, aparentemente es estable y podría estar aumentando (Wetlands International, 2015). Esta especie es sensible a la desecación de los estanques causada por la sequía; sin embargo, adopta fácilmente nuevas áreas de reproducción, como estanques de aguas residuales, diques y otros hábitats artificiales (Sociedad Nacional Audubon, 2024).

Anarhynchus nivosus está considerada como Casi Amenazada por la UICN y la tendencia poblacional está disminuyendo (Quintero-Félix et al., 2022) y en Ecuador, es considerada como una especie Vulnerable (Freile et al, 2019). Cabe mencionar que Page et al (2023) en su estudio, evidenció que el clima frío y temperaturas máximas inferiores a 15 °C, disminuye la supervivencia de esta especie. Por otro lado, el modelo climático de Audubon, que se centra únicamente en la zona de distribución invernal, pronostica una pérdida del 56 por ciento de la zona de distribución actual para 2080 (Audubon, 2019).

Con lo mencionado anteriormente, es necesario analizar la información recopilada a lo largo del tiempo con el fin de establecer si las variables climáticas como temperatura y precipitación aportan a los cambios poblacionales de las especies de aves playeras residentes, por ello resulta conveniente formularse la pregunta: ¿Las poblaciones de aves playeras residentes, es decir, su aumento o disminución de abundancia tiene una relación estrecha con los factores ambientales de precipitación y temperatura?

JUSTIFICACIÓN

Las aves playeras dependen de hábitats en buen estado para cumplir con sus ciclos de vida, ya sean empleados como áreas de reproducción o no reproducción (Senner et al., 2017). En Ecuador las piscinas artificiales de Ecuasal proporcionan un hábitat idóneo en el que interactúan y afloran comunidades bióticas de microorganismos que sirven de alimento para las aves playeras (Agreda, 2012).

Estas piscinas se han convertido en un hábitat crítico para tres especies de aves playeras residentes que se reproducen en este sitio, tales como *Himantopus mexicanus*, *Haematopus palliatus* y *Anarhynchus nivosus*, este último se encuentra casi amenazado a nivel mundial y vulnerable en Ecuador, aunque aparentemente las otras dos especies no han mostrado disminuciones significativas en sus poblaciones, no hay evidencia científica que compruebe que sus poblaciones continúan estables. Las piscinas de Ecuasal es un sitio de parada clave para las aves migratorias, ya que se ubica en la punta más sobresaliente de la costa ecuatoriana y forma parte de la ruta migratoria del Pacífico la cual es utilizada por muchas especies de aves que migran entre sus áreas de reproducción a sus sitios de invernada realizando paradas estratégicas en diversos humedales a lo largo de la costa de América (Senner *et al.*, 2017). Cabe mencionar, que el estudio realizado por Rosero (2024) evidenció que este sitio es un refugio para especies vulnerables a los cambios de las condiciones climáticas, un resultado en particular del 2023 fue que el calentamiento de las aguas superficiales de la costa ecuatoriana provocaron que el alimento para ciertas especies de aves marinas escasee y por consecuencia muchos individuos murieron, sin embargo, en ese periodo, se reportaron 146 individuos de *Sternula lorata*, especie que se encuentra catalogada como rara en las piscinas de Ecuasal

Por otro lado, las aves playeras son consideradas bioindicadores de la salud de los ecosistemas debido a su vulnerabilidad a los cambios, por ello conocer las tendencias poblacionales de las especies es una de las principales herramientas de conservación (Johnston-González et al., 2008; Carmona & Hernández-Alvarez, 2017), porque refleja la calidad y estado de salud del hábitat, sin embargo, una limitante en la evaluación de las tendencias poblacionales de las aves playeras es la falta o ausencia de datos de abundancia estandarizados a largo plazo en sitios de reproducción, migración e invernada (Warnock et al., 2021).

En este sentido, el presente estudio contribuirá a profundizar en el conocimiento sobre como las aves playeras residentes son vulnerables o se han adaptado a los cambios de las variables climáticas específicamente precipitación y temperatura, vinculándose especialmente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 y 15, ya que aborda la conservación de los humedales y la protección de especies migratorias (Naciones Unidas, 2023) y a su vez, se vincula con el ODS 13 porque el enfoque de la investigación proporciona información valiosa sobre la adaptación y/o vulnerabilidad de las aves frente al cambio climático.

Es importante mencionar que los resultados de este estudio proporcionan información valiosa que pueden influir en el desarrollo de estrategias de conservación de humedales artificiales y naturales o la creación de políticas que conserven los humedales críticos identificados en el Plan de acción para la conservación de las aves playeras migratorias en Ecuador, especialmente en las zonas donde se ha evidenciado la

reproducción de las especies objeto de estudio con el fin de garantizar la supervivencia de *A. nivosus* especie catalogada Casi Amenazada a nivel global.

Adicionalmente, el estudio aporta al conocimiento científico mediante la aplicación de los modelos estadísticos proporciona una base para replicar esta metodología en futuras investigaciones con datos a largo plazo tanto para hábitats artificiales y naturales con características climáticas similares, lo que permitirá comparar cuál es la respuesta de las especies a las condiciones climáticas en ambientes controlados como las salineras o en su hábitat natural. A su vez, los resultados obtenidos pueden convertirse en herramientas de sensibilización a las comunidades locales destacando la importancia del humedal artificial y las aves playeras, siendo las comunidades quienes obtenga un beneficio directo de la conservación y les permita generar ingresos mediante el desarrollo del ecoturismo.

Finalmente, es importante realzar que este estudio ha sido posible gracias a la colaboración interinstitucional que mantiene la Universidad Estatal Península de Santa Elena y la Fundación Ecuatoriana para la Conservación e Investigación de las Aves y sus hábitats “Aves y Conservación” quien mediante el Programa “Conservando Áreas Prioritarias para las Aves Acuáticas Migratorias” ha implementado un subprograma de monitoreo a largo plazo desde 2012 hasta la actualidad y este estudio analizó la información recopilada entre 2019 – 2023 sobre las aves playeras residentes en las piscinas de Ecuasal.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la abundancia de las especies residentes de aves playeras (*Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus* y *Anarhynchus nivosus*) y su relación con dos factores ambientales mediante el análisis de la base de datos de cinco años de monitoreo definiendo la influencia de los factores ambientales, interacciones y tendencias poblacionales para el manejo de las especies.

Objetivos Específicos

- Analizar la abundancia mensual de las tres especies en estudio en base a una data de cinco años.
- Determinar la tendencia poblacional anual de las tres especies objeto de estudio con el fin de conocer su estado actual.
- Establecer la influencia de factores ambientales (precipitación y temperatura) en la abundancia de las tres especies en estudio mediante modelos lineales generalizados mixtos.

HIPÓTESIS

Las tendencias poblaciones de las tres especies de estudio están estables y sus fluctuaciones están asociadas a factores ambientales como la temperatura y precipitación.

MARCO TEÓRICO

Factores ambientales

Los factores ambientales son aquellos elementos que se encuentran en constante relación con los factores bióticos los cuales pueden ser físico climático tales como temperatura, luz, humedad, presión atmosférica, precipitación, entre otros (Bravo, 2020).

Efectos del cambio climático sobre las poblaciones de aves playeras

Las poblaciones de vida silvestre están disminuyendo drásticamente debido al calentamiento global (Warren *et al.*, 2018). En particular, las aves playeras están expuestas a numerosos riesgos relacionados con la aceleración de los cambios ambientales (Andres *et al.* 2012; Galbraith *et al.* 2014).

Un estudio realizado en la Bahía de Monterey indico que la temperatura fue la variable climática que afectó la supervivencia anual de los chorlitos nevados residentes, siendo la temperatura extra baja la que provocó un efecto negativo en la supervivencia de la especie (Page *et al.*, 2023).

Generalidades de las aves playeras

Las aves playeras pertenecen al orden Charadriiformes en el que se encuentran los chorlos, ostreros, playeros y falaropos (MAATE & Aves y Conservación-BirdLife, 2021), estos organismos prefieren áreas abiertas como pastizales, playas, tundras y planos lodosos como sitios de reproducción y alimentación (Senner *et al.*, 2017)

Las poblaciones de aves playeras se encuentran muy amenazadas en las Américas (Senner *et al.*, 2017; Rosenberg *et al.*, 2019), se considera que sus disminuciones son producto de la fragmentación y pérdida de hábitats costeros causado principalmente por las actividades humanas (Saiz-M *et al.*, 2024).

Humedales importantes para las aves playeras

Las aves playeras a lo largo de todo su ciclo de vida necesitan de diversos humedales o hábitats costeros que se extienden desde Alaska hasta Chile, los cuales les brindan sustento y refugio, tales como: marismas, zonas intermareales, playas arenosas y rocosas, entre otros (Saiz-M *et al.*, 2024). Cabe mencionar que la calidad de los hábitats en los cuales se albergan las aves playeras son importantes para la conservación y recuperación de sus poblaciones (Saiz-M *et al.*, 2024).

Hábitats artificiales

Los sistemas de producción creados por el ser humano tales como las piscinas o estanques de camarones, salineras y arrozales se han convertido en humedales artificiales ya que ofrecen hábitats alternativos de alimentación y anidación para las aves playeras (Gates, 2024).

Piscinas de Ecuasal

Las piscinas de Ecuasal poseen 1500 ha de estanques de evaporadores y cristalizadores de los cuales se produce sal marina, estos sitios pertenecen a la empresa Ecuatoriana de Sal y Productos Químicos C.A (Agreda, 2012). En este espacio se han registrado 135 especies de aves, de las cuales 92 son acuáticas y 43 son terrestres (Ágreda, 2012). Ecuasal fue declarado Primer Sitio de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP) de importancia regional por albergar más de 100.000 aves acuáticas y el 3.5% de la población biogeográfica del *Phalaropus tricolor* (Agreda, 2012).

Las aves playeras que se han encontrado en Ecuasal se dividen en dos grupos principales, uno de ellos conformado por 23 especies migratorias que provienen principalmente desde Norteamérica y las especies residentes, las cuales se albergan en Ecuasal durante todo el año e inclusive se reproducen en los diques del humedal. Entre las especies de aves playeras residentes se encuentran tres, tales como: Cigüeñuela cuellinegra (*Himantopus mexicanus*), Ostrero americano (*Haematopus palliatus*) y Chorlo nevado (*Anarhynchus nivosus*).

Cigüeñuela cuellinegra (*Himantopus mexicanus*) – Muller, 1776

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Charadriiformes

Familia: Recurvirostridae

Género: *Himantopus*

Especie: *Himantopus mexicanus*



Autor: Doug Greenberg (2008)

Descripción

Ave playera grande de 71 cm de envergadura y un peso de 136–220 g. Los individuos adultos poseen color negro en la parte superior de la cabeza, la nuca, la espalda y las alas, mientras que cerca del ojo y el resto de plumaje es de color blanco, posee un pico negro y patas largas de color rojo. Los jóvenes tienen un patrón similar al de los adultos, pero las plumas negras son más palidas (Robinson *et al.*, 2020).

Ostrero americano (*Haematopus palliatus*) – Temminck, 1820

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Charadriiformes

Familia: Haematopodidae

Género: *Haematopus*

Especie: *Haematopus palliatus*



Autor: Jessica Kirste (2019)

Descripción

Ave playera grande que mide entre 40–44 cm de largo y pesa entre 400–700 g. El plumaje en los adultos es de color negro en el dorso y cabeza y de color blanco en el pecho y vientre. El pico es largo, recto de color rojo y las patas largas son de color rosa pálido. En el ojo posee un iris de color amarillo brillante. Los juveniles tienen distintos grados de color naranja a gris en el pico y plumas de la espalda pálidas (Working Group *et al.*, 2020).

Chorlo nevado (*Anarhynchus nivosus*) – Cassin, 1858

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Charadriiformes

Familia: Charadriidae

Género: *Anarhynchus*

Especie: *Anarhynchus nivosus*



Autor: Luke Seitz (2013)

Descripción

Ave playera pequeña de 15-17 cm de largo con un peso de 34-58 g. En plumaje adulto tiene las partes superiores de color marrón claro y las patas de color gris oscuro a negro. En época reproductiva, el macho se distingue de la hembra por tener un color negro en la coronilla y las manchas del cuello, mientras que la hembra es de color marrón. Posee un collar blanco en la nuca y una banda pectoral restringida a manchas laterales. Cabe mencionar que los individuos jóvenes se distinguen por la ausencia de mancha en la frente (Page et al., 2023).

Nomenclatura

El Chorlo níveo o chorlo nevado se colocó durante mucho tiempo en el género *Charadrius* sin embargo el 27 de julio del 2024 el Comité de Clasificación Sudamericana (SACC por sus siglas en inglés) y la Sociedad Americana de Ornitología (AOS) Séptima Edición lo colocaron en el género *Anarhynchus* basándose en análisis genéticos que demuestran que el género *Charadrius*, tal como se define tradicionalmente, es parafilético, con las avefrías *Vanellus* incrustadas dentro de lo que normalmente denominamos "*Charadrius*" (Barth *et al.*, 2013; Cerny y Natale, 2022). Los resultados, indican que *Charadrius* se limita a un pequeño grupo de chorlitejos, entre los que se incluyen Chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), Chorlo silbador (*Charadrius melodus*), Chorlo semipalmeado (*Charadrius semipalmatus*), entre otros, mientras que el Chorlo níveo se transfiere al género *Anarhynchus*, junto con Chorlitejo Piquituerto (*Anarhynchus frontalis*), Chorlo de Wilson (*Anarhynchus wilsonia*), Chorlitejo Mongol (*Anarhynchus leschenaultii*), entre otros (Barth *et al.*, 2013; Cerny y Natale, 2022; Clements *et al.*, 2023).

El género *Anarhynchus* se describió originalmente para el distintivo Chorlitejo Piquituerto y se consideró un género monotípico durante mucho tiempo, pero en realidad se descubrió que Chorlitejo Piquituerto formaba parte de este diverso clado de chorlitejos, siendo *Anarhynchus* el nombre genérico más antiguo disponible para este grupo recientemente reconocido (Barth *et al.*, 2013; Cerny y Natale, 2022; Clements *et al.*, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio

El estudio se desarrolló en la planta de producción salinera “Mar Bravo” localizada en las coordenadas 02°13’ latitud Sur y 80°58’ longitud Oeste, al sureste del cantón Salinas (2 km), provincia de Santa Elena (Agreda, 2012). Este humedal artificial tiene una extensión total de 350 ha que están divididas en 14 piscinas evaporadoras, 14 piscinas cristalizadoras, un decantador y un canal de aguas lluvias (Figura 1)

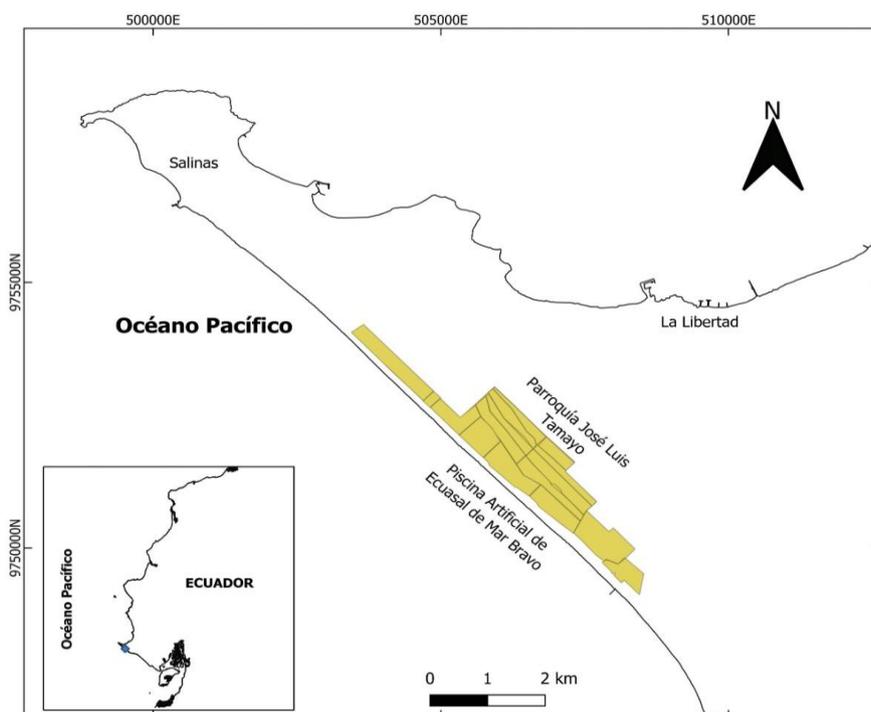


Figura 1. Piscinas Artificiales de Ecuasal. Fuente: Autor (2024)

Diseño de la investigación

El presente estudio analizó información recopilada entre 2019 a 2023, con 12 censos sistemáticos al año completando un total de 60 monitoreos de aves playeras cuya información fue levantada por el equipo técnico de Aves y Conservación quienes

realizaron recorridos por toda el área de las piscinas de Ecuasal y contabilizaron los individuos por observación directa, mientras que los datos de temperatura promedio, mínima, máxima y precipitación mensual fueron recolectados de la estación meteorológica por el personal técnico de la Empresa Ecuatoriana de Sal y Productos Químicos “Ecuasal”. Los datos fueron analizados mediante programas estadísticos, con un enfoque cuantitativo, el cual analiza datos numéricos (Sánchez-Flores, 2019).

Enfoque, tipo, modo y alcance de la investigación

La presente investigación tiene enfoque cuantitativo con un diseño metodológico de tipo descriptivo ya que recopila datos de abundancia de aves playeras residentes con el fin de entender como los factores abióticos afectan a sus poblaciones.

El estudio es de tipo no experimental porque no se controló las variables ambientales o los individuos presentes en los monitoreos realizados, por lo tanto, es del tipo descriptivo y correlacional ya que se recopiló información verídica, además, el alcance es longitudinal cuyos datos corresponden a un periodo de cinco años.

Recolección de datos

Los datos poblacionales fueron obtenidos del Programa de Investigación y Monitoreo a largo plazo (2019-2023) en las piscinas de Ecuasal liderado por la Fundación Ecuatoriana para la Conservación de las Aves y sus Hábitats “Aves y Conservación”.

En número de individuos y la identificación de aves playeras fueron registrados empleando la técnica de observación directa con la ayuda de un telescopio (20x) y binoculares (10×50) mediante puntos o estaciones de conteo (Volpato et al., 2009) y de

acuerdo con el protocolo estandarizado por Aves y Conservación. Los conteos fueron realizados entre las 07h30 y las 13h00 con el uso de un vehículo que se movilizó a lo largo de los diques transitables a una velocidad no mayor a 30km/h.

Los individuos se contaron individualmente, sin embargo, cuando la bandada era <300 individuos y se estimaron en bandadas que excedían este número, utilizando el método de "bloques" (Howes y Bakewell, 1989; Podesta & Barona, 2021). Cada conteo se realizó a una distancia no mayor a 200 m de las aves, y la duración del período de observación dependió del número de aves playeras en la unidad de muestreo.

Cabe mencionar, que con la finalidad de evitar el recuento de los individuos se establecieron referencias visuales cuando los individuos se desplazaron mientras se efectuaba el conteo y se identificó el número de individuos desplazados y dirección del desplazamiento. Por otro lado, la mayoría de los conteos fue realizado en condiciones climáticas favorables, sin embargo, en días lluviosos, el esfuerzo de monitoreo fue mayor debido a que la mayor parte del área fue monitoreada a pie con un aumentó en el número de observadores, pasando de 2 personas por mes a cuatro o cinco personas en un conteo en días lluviosos.

Los datos de temperatura promedio, mínima, máxima y precipitación mensual fueron recolectados de la estación meteorológica por el personal técnico de la Empresa Ecuatoriana de Sal y Productos Químicos "Ecuasal" que son medidos diariamente.

Procesamiento y análisis de la información

Los modelos lineales generalizados mixtos (GLMM por sus siglas en inglés), han sido utilizados para analizar datos de conteos que incluyen variaciones entre individuos (Bolker et al., 2009; Muñoz, 2022). A su vez, este tipo de estudios de aves se caracteriza por contener muchos ceros y es poco probable que se ajusten a una distribución normal, además garantiza la heterogeneidad de los datos al modelar la variación en los conteos de aves entre los años de muestreo (Muñoz, 2022).

Por lo anterior expuesto, existen diversos autores que sugieren que se recurra a los GLMM, puesto que representa una herramienta estadística de gran utilidad y en los últimos años han sido ampliamente utilizados en estudios de aves y conteos (Serrano et al., 2001; Tryjanowski et al., 2015; Puan et al., 2019; Muñoz, 2022)

Los análisis se realizarán en RStudio (R Core Team, 2024) utilizando el lenguaje de programación R versión 4.0.2 (© The R Foundation for Statistical Computing 2024). Se utilizaron modelos lineales generalizados mixtos (GLMM; Zuur et al., 2009) para evaluar la variación mensual de la abundancia de cada especie, las tendencias poblacionales en la abundancia a largo plazo y la asociación de la abundancia de aves con variables ambientales.

Se utilizó el paquete 'glmmTMB' para ejecutar los modelos (Magnusson et al., 2017), mientras que, la selección del modelo se realizó utilizando el Criterio de información de Akaike (AIC), Delta AIC y el peso de Akaike (Akaike, 1974). Finalmente, todos los gráficos fueron generados utilizando el paquete "ggplot2" (Wickham, 2016).

Se realizaron tres modelos para cada especie. El primer modelo analizó los individuos por día del año basándose en el mes de toma de datos para evaluar la variación mensual a lo largo del estudio. En el segundo modelo se incluyó el año para cuantificar las tendencias anuales a largo plazo. En el tercer modelo se incluyeron los parámetros ambientales (temperatura y precipitación) para explicar su influencia en la variación de la tendencia poblacional de las aves playeras de Ecuasal (Tabla 1).

Tabla 1. Estructura de los modelos lineales generalizados mixtos

Estructura del modelo	Relación prevista
$\sim s(\text{sdías}) + \text{aleatorio}(\text{año}) + (1 \text{evap})$	La abundancia de aves varía de un mes a otro durante todo el año.
$\sim \text{año} + s(\text{sdías}) + \text{aleatorio}(\text{año}) + (1 \text{evap})$	La abundancia de aves tuvo una tendencia temporal a largo plazo
$\sim \text{año} + \text{temperatura} + \text{precipitación} + \text{aleatorio}(\text{año}) + (1 \text{evap})$	La abundancia de aves varía según la variable de temperatura y precipitación

Se realizaron pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smimov en el Programa Statgraphics Centurion 19 y al comprobar la no normalidad de los datos se realizaron correlaciones de todas las variables (temperatura promedio, temperatura mínima, temperatura máxima, precipitación promedio, año y mes con relación a la abundancia de las tres especies en estudio mediante un análisis de correlación de Kruskal-Wallis (Barona, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de aves playeras en estudio

Se realizaron 60 conteos mensuales efectuados por dos personas una vez al mes y se logró contabilizar un total de 38139 individuos de aves playeras residentes entre 2019 – 2023, es decir, un promedio de 7628 ind/año. La especie con mayor abundancia fue *Himantopus mexicanus* con 36986 ind, mientras que *Haematopus palliatus* registró 607 individuos y *Anarhynchus nivosus* se contabilizó 546 individuos en total (Figura 2).

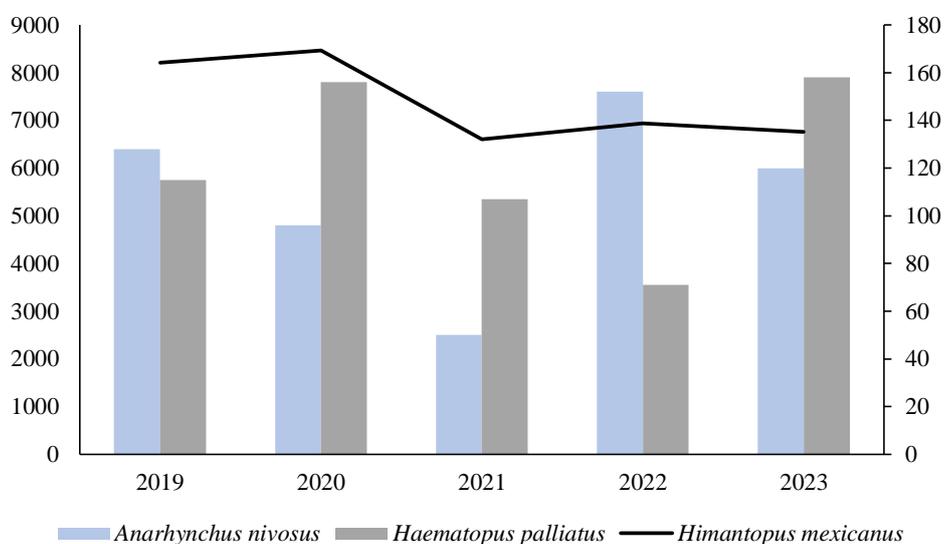


Figura 2. Abundancia total de las especies de aves playeras residentes entre 2019 - 2023

Abundancia mensual de las aves playeras en estudio

La variación mensual de la abundancia de las especies en estudio mostró diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Anarynchus nivosus (KW=25,89; $p<0.05$) la abundancia alta de individuos ocurrió en noviembre con 25 individuos, en *Haematopus palliatus* (KW=75,29; $p<0.05$) los picos altos se evidenciaron en julio con un promedio de 16 individuos, aunque la población parece ser estable en todos los meses, y en el caso de *Himantopus mexicanus* (KW=80,60; $p<0.05$) con un promedio de 780 ind en febrero, aunque el conteo alto fue en marzo de 2020 con 1077 individuos (Figura 3).

Las abundancias de las tres especies varían durante el año para *H. mexicanus* los picos fueron marzo y noviembre, similar a lo reportado por Agreda (2012) quien registro picos altos en julio 2007 e indicó que esto puede adelantarse a marzo, ya que este pico máximo está relacionado con el evento reproductivo de la especie, lo que se corroboró con los 578 individuos contabilizados en marzo de 2011 en las piscinas de Ecuasal (Echeverría, 2012) y lo reportado actualmente en este estudio.

Con respecto a *A. nivosus* el pico alto en marzo y noviembre coincide con 53 ind reportados en noviembre 2011 y 113 ind registrados en marzo 2012 en las piscinas de Ecuasal (Borbor, 2015) y en el caso de *H. palliatus* se han reportado 3 individuos en diciembre 2009 y mayo 2010 (Vera, 2010), siendo este estudio el que reporta un promedio de 16 ind en julio.

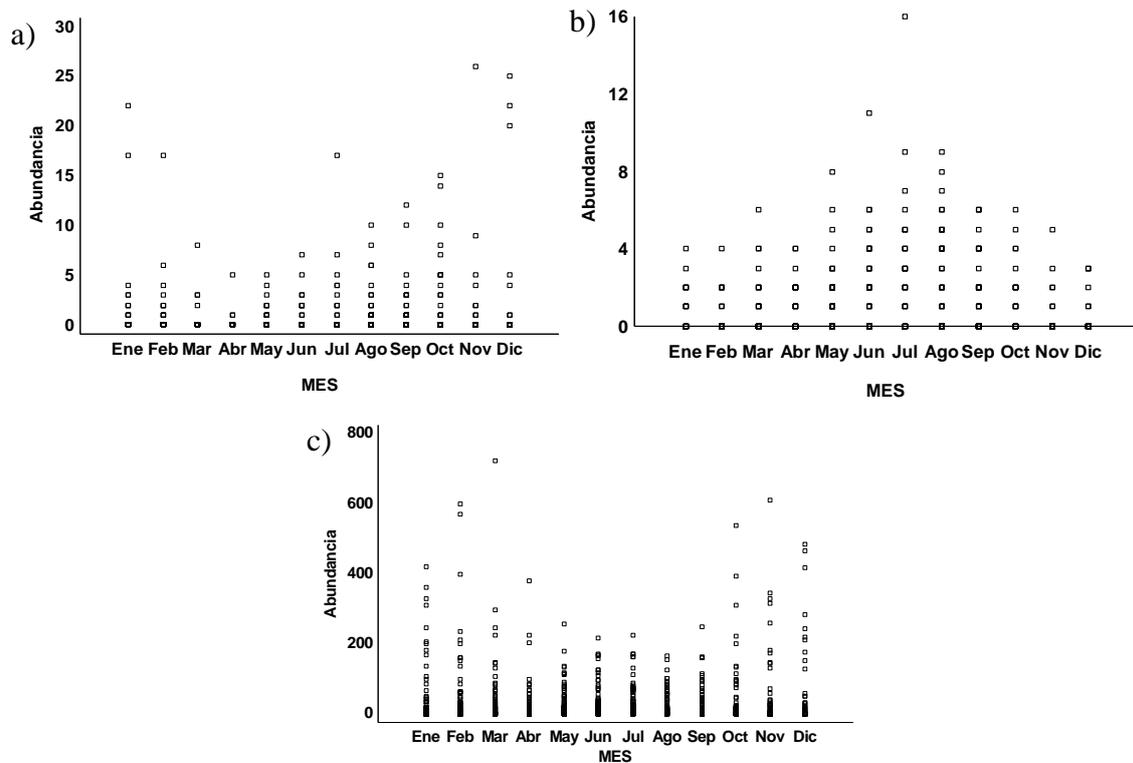


Figura 3. Abundancia mensual de a) *Anarhynchus nivosus* b) *Haematopus palliatus* y c) *Himantopus mexicanus* entre 2019 - 2023

Tendencia poblacional anual de las tres especies en estudio

Se evidenció una tendencia negativa en los individuos de *Himantopus mexicanus* ($r=-3.44$; $p<0.05$) y *Haematopus palliatus* ($r=3.34$; $p<0.05$), es decir, en el transcurso del tiempo el número de individuos ha disminuido, mientras que en el caso de *Anarhynchus nivosus* existió una tendencia positiva ($r=4.80$; $p<0.05$) con relación a los años entre 2019 – 2023, es decir, se evidenció un aumento en la abundancia de esta especie.

Un estudio reportó en las piscinas de Ecuasal de Mar Bravo 15869 ind de *Himantopus mexicanus*, 85 ind de *Haematopus palliatus* y 44 ind de *Anarhynchus nivosus* entre julio 2017 - abril 2018 (Del Pezo, 2018), mientras que en el presente estudio se observó que las abundancias fluctuaron para cada especie, en el caso del *H. mexicanus*

las abundancias altas fueron 8464 ind en 2020, por otro lado se reportó 158 ind de *H. palliatus* en 2023 y 152 ind de *A. nivosus* en 2022.

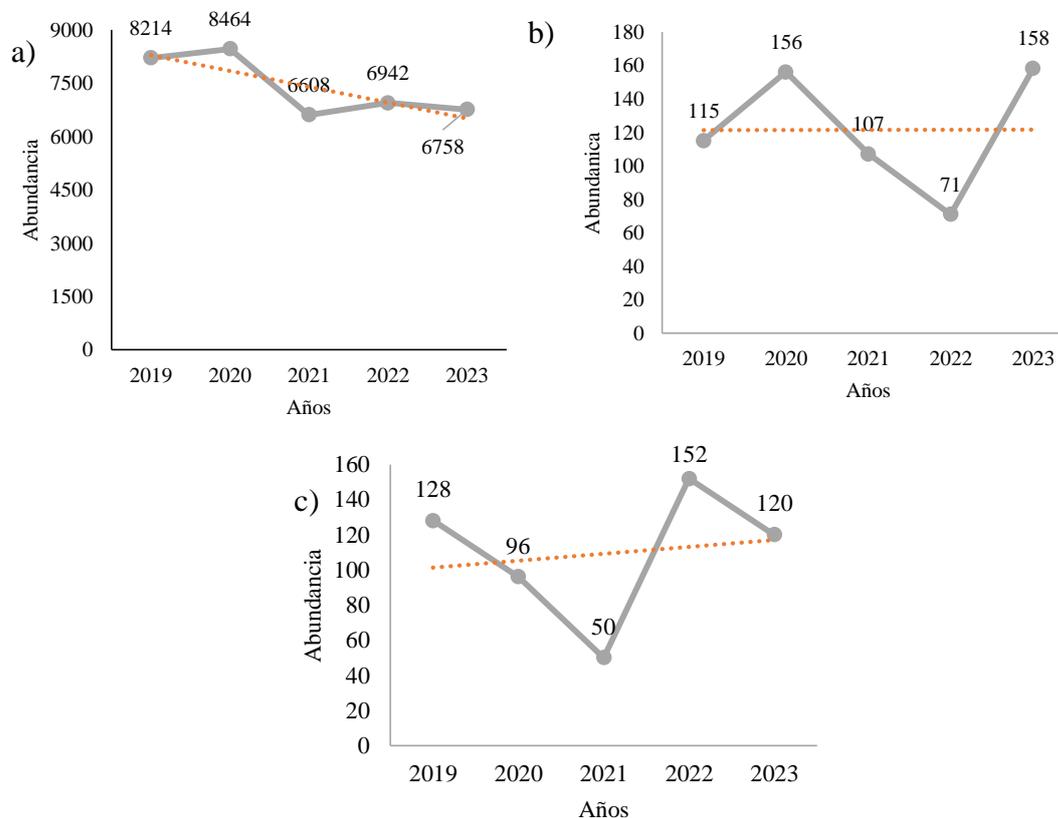


Figura 4. Abundancia anual de las especies residentes: a) *Himantopus mexicanus*, b) *Haematopus palliatus* y c) *Anarhynchus nivosus*

Variación de la temperatura y precipitación anual

La temperatura ambiental promedio fue 24.68 ± 0.1 a lo largo del periodo de estudio y la variación promedio anual mostró diferencias significativas ($KW=172$; $p<0.05$) con tendencia a la baja entre 2019 a 2022 promedio elevado en 2023 (Figura 5).

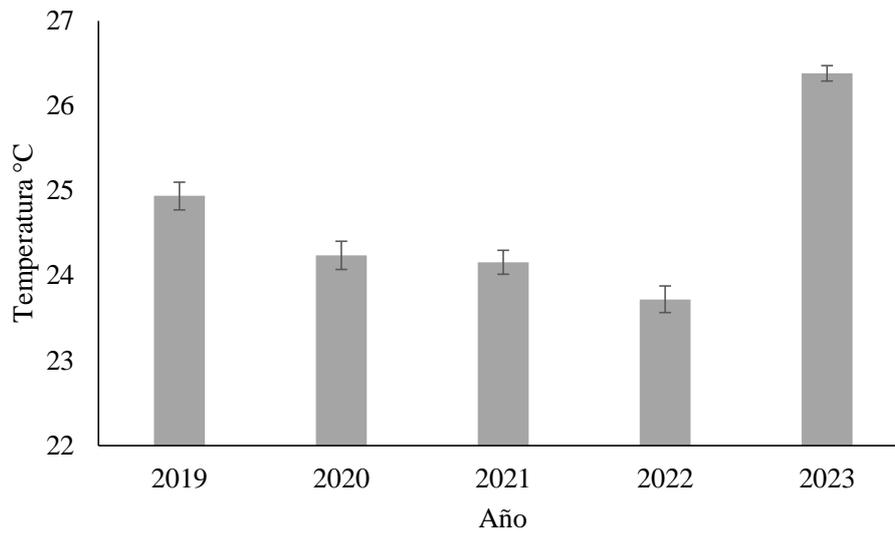


Figura 5. Variación anual de la temperatura ambiental entre 2019 – 2023 en las piscinas de Ecuasal

Las precipitaciones promediaron 2,54 mm/año, mostrando diferencias significativas (KW=105; $p < 0.05$), siendo la menor 0,28 mm en 2020 y la mayor precipitación fue 7,58 mm durante 2023 (Figura 6).

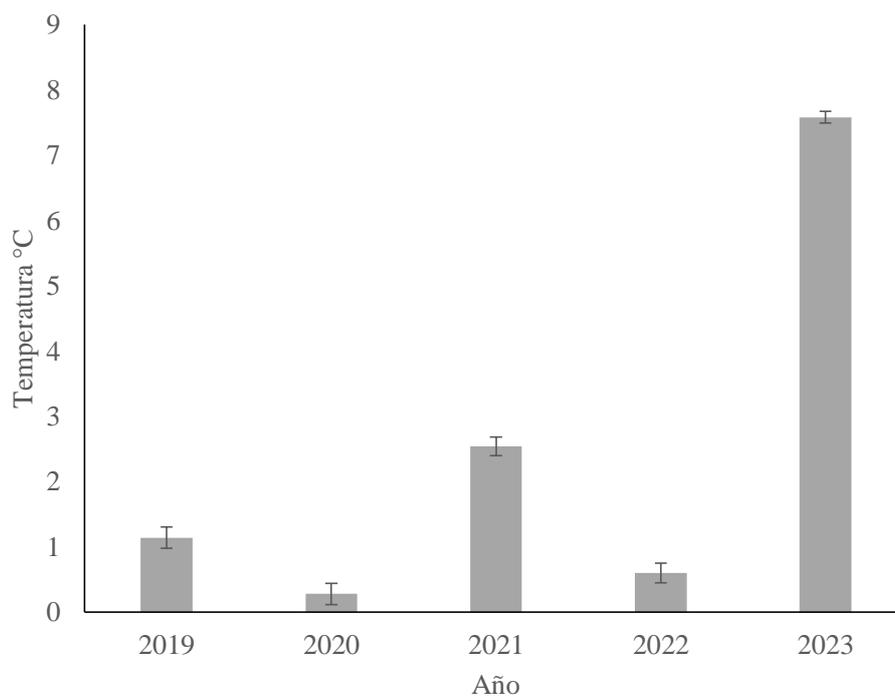


Figura 6. Variación anual de precipitación acumulada anual (mm/m²) entre 2019 – 2023 en las piscinas de Ecuasal

Correlación entre aves playeras y variables ambientales

Los modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) seleccionados fueron los mejores modelos, de acuerdo con los valores AIC resultando aquellos que relacionaron la abundancia de las especies con los parametros de temperatura promedio, mínima, máxima y precipitación promedio diaria, es decir, los parametros del día del monitoreo (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los modelos lineales generalizados mixtos de la abundancia de las tres especies aves playeras de las piscinas artificiales de Ecuasal de Mar Bravo. AIC: Criterio de información de Akaike. día=días de monitoroe; eva= numero de evaporadores; Temp.prom=Temperatura promedio mensual; Temp.min=Temperatura minima promedio; Temp.max=Temperatura maxima promedio.

Modelo	Estructura del modelo	Abundancia AIC
A	~ día + (1 año) + (1 eva)	3026.15
B	~ Año + día + (1 año) + (1 eva)	3028.07
C	~ Año + Temp.prom + Pre.prom + Temp.min + Temp.max + (1 año) + (1 eva)	3001.55

Los resultados de los modelos lineales generalizados mixtos mostraron que la abundancia de *Himantopus mexicanus* no tuvo ningún efecto con las variables ambientales. Por el contrario, *Haematopus palliatus* mostró un efecto negativo con la precipitación promedio mensual ($z=-2.276$; $p<0.05$) y la temperatura promedio mensual ($z=-2.733$; $p<0.05$) y *Anarhynchus nivosus* mostró un efecto ligeramente significativa pero positivo con la precipitación promedio mensual ($z=3.111$; $p<0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Variables predictoras del modelo lineal generalizado mixto (GLMM) para la abundancia de las tres especies de aves playeras de las piscinas artificiales de Ecuasal de Mar Bravo. El valor z indica el valor del coeficiente midiendo la bondad de ajuste de la línea de tendencia. Los valores con uno (*), dos (**), y tres asteriscos (***) y un punto (.) denotan las variables que resultaron significativas, es decir, que el valor de p es estadísticamente significativo.

VARIABLES PREDICTORAS	ESTIMADOR	ERROR ESTÁNDAR	Z	VALOR P
<i>Himantopus mexicanus</i>				
Temperatura promedio mensual	0.103	0.006	17.187	2.160
Temperatura máxima	0.010	0.020	0.529	0.597
Temperatura mínima	0.096	0.023	4.195	2.739
Precipitación mensual	-0.001	0.001	-1.082	0.297
<i>Anarynchus nivosus</i>				
Temperatura promedio mensual	2,517	3.964	-0,635	0,525
Temperatura máxima	-0.146	0.158	-0.922	0,356
Temperatura mínima	-0.006	0.179	-0,038	0,969
Precipitación mensual	0.035	0.011	3.111	0,001**
<i>Haematopus palliatus</i>				
Temperatura promedio mensual	-0.509	0.186	-2.733	0.006**
Temperatura máxima	-0.719	0.120	-5.990	2.109
Temperatura mínima	1.377	0,197	6,970	3.171
Precipitación mensual	-0.030	0.013	-2.276	0.022*

Los gráficos de la tendencia poblacional de *Anarhynchus nivosus* comprobaron una correlación positiva con la precipitación, cuando fue mayor a 20 mm la abundancia de la especie fue mayor, por otro lado, no se evidenció una correlación con la temperatura (Gráfico 7).

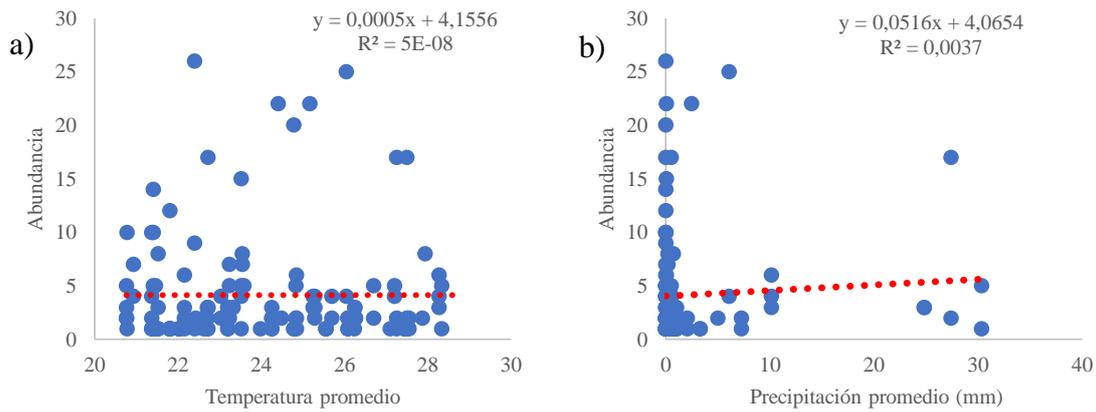


Figura 7. Relación de la abundancia de *Anarhynchus nivosus* en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación

La tendencia poblacional de *Haematopus palliatus* mostró una correlación negativa con la precipitación y temperatura, es decir, cuando la precipitación fue mayor a 20 mm la abundancia de la especie fue menor, resultado similar con temperaturas mayores a 26°C (Gráfico 8).

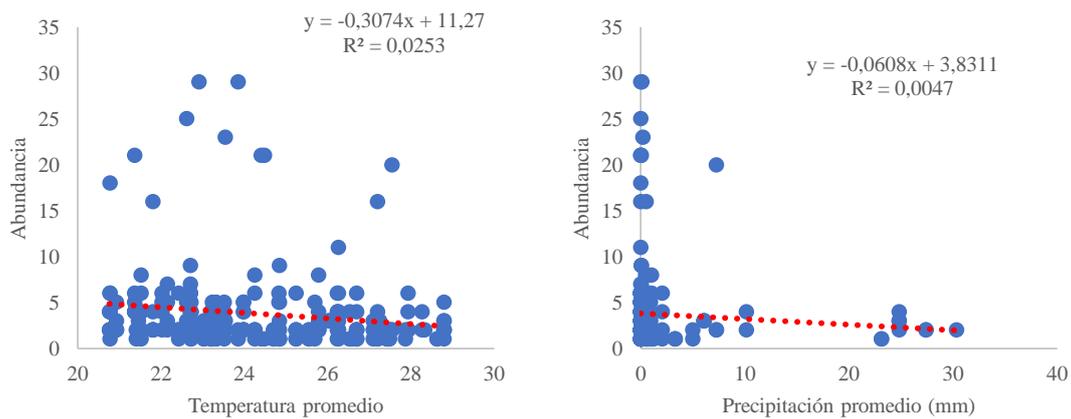


Figura 8. Relación de la abundancia de *Haematopus palliatus* en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación

Por otro lado, la tendencia poblacional de *Himantopus mexicanus* no mostró una correlación con la precipitación y temperatura (Gráfico 9).

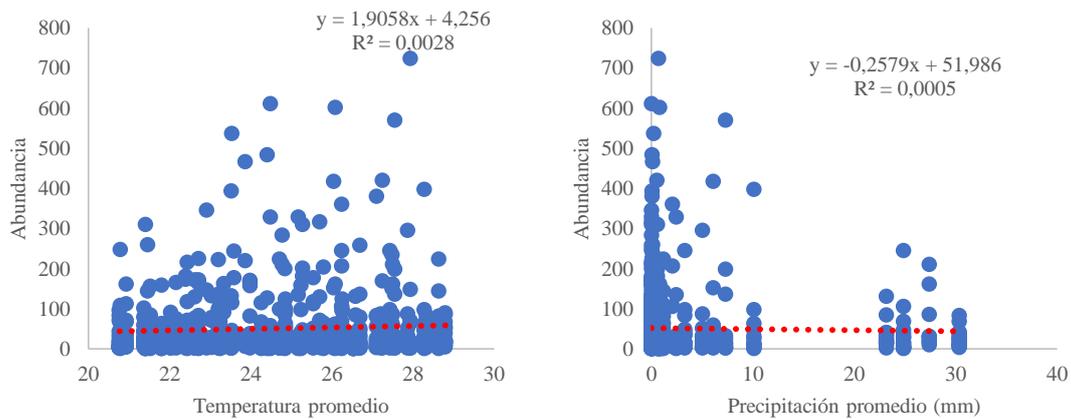


Figura 9 Relación de la abundancia de *Himantopus mexicanus* en relación a los factores ambientales a) temperatura y b) precipitación

Variación estacional y abundancia de las aves playeras

En cuanto a la variación estacional sobre la abundancia de *Anarynychus nivosus*, estadísticamente no se detectaron diferencias significativas (W:2111; $p > 0.05$), sin embargo el gráfico muestra más abundancia en la época lluviosa (Figura 8). Por el contrario, un estudio realizado entre enero – diciembre 2011 mostró que en la época seca se lleva a cabo el periodo reproductivo de la especie en las piscinas de Ecuasal (Borbor, 2015)

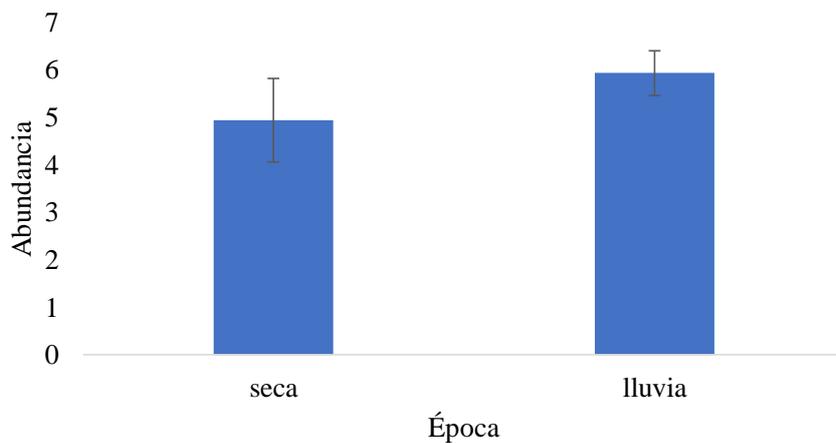


Figura 10. Variación estacional de la abundancia de *Anarhynchus nivosus* en las piscinas de Ecuasal

La variación estacional con respecto a la abundancia de *Haematopus palliatus* evidenció diferencias significativas (KW=7.300; $p < 0.05$), con la mayor abundancia durante la temporada de lluvias (Figura 11).

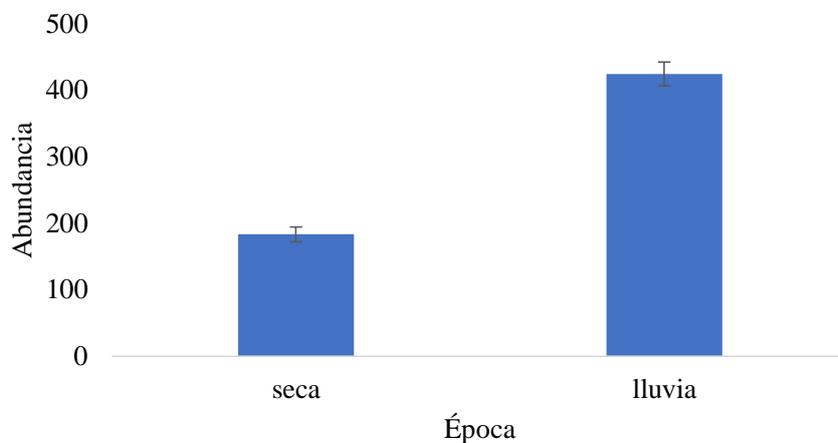


Figura 11. Variación estacional de la abundancia de *Haematopus palliatus* en las piscinas de Ecuasal

Con respecto a la variación estacional de *Himantopus mexicanus*, no se detectaron diferencias significativas (W:5900; $p > 0.05$), aunque en la época seca se observó la mayor abundancia (Figura 12).

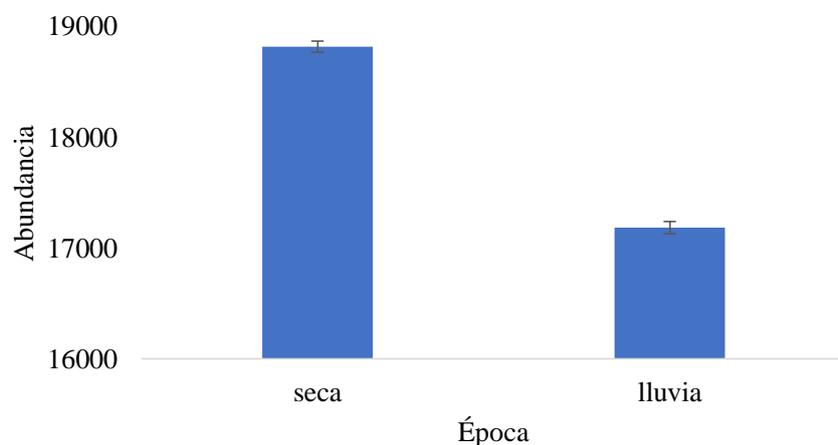


Figura 12. Variación estacional de la abundancia de *Himantopus mexicanus* en las piscinas de Ecuasal

CONCLUSIONES

- La temperatura y la precipitación influyen significativamente en la abundancia de *Haematopus palliatus* y *Anarhynchus nivosus*. Para *H. palliatus*, las condiciones más secas y frías favorecieron su presencia, mientras que *A. nivosus* mostró una tendencia positiva con mayores precipitaciones. *Himantopus mexicanus* no presentó correlación significativa con estos factores, lo que podría sugerir una mayor capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales.
- *H. mexicanus* es la especie más abundante, con picos poblacionales durante la época seca debido a su periodo reproductivo. En contraste, *H. palliatus* y *A. nivosus* que alcanzan mayores abundancias en la época lluviosa, lo que podría estar relacionado con la disponibilidad de recursos alimenticios o condiciones de hábitat específicas.
- Estos resultados subrayan la necesidad de considerar los patrones estacionales y las condiciones climáticas en la planificación de estrategias de manejo en humedales importantes para aves playeras. En particular, se recomienda priorizar acciones que mitiguen el impacto de las precipitaciones extremas y aumentos de temperatura, así como la protección de hábitats críticos durante los periodos reproductivos.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar estudios enfocados en el éxito de anidación de las aves playeras residentes y su asociación con los factores ambientales con la finalidad de comprobar si existen cambios en comparación con los estudios realizados entre 2010 y 2015 en el sitio.
- Es importante que se investiguen si la eclosión de los huevos e incluso la puesta de nidos y huevos pueden resultar diferente a lo reportado en 2010 – 2012 y es importante asociar las variables de temperatura y precipitación en estos próximos estudios, ya que existen estudios específicamente en el Chorlo nevado en otros humedales que indican que esta especie ha adelantado la puesta de nido en respuesta a los cambios de temperaturas y precipitación.
- Es importante realizar una investigación sobre el Ostrero americano, ya que no existe información científica relevante sobre la abundancia de la especie a lo largo de los años y sobre el éxito de anidación dentro de las piscinas de Ecuasal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ágreda, A. E. (2012). Plan de Conservación de las Piscinas Artificiales de Ecuasal periodo 2012 – 2014 y Estudio de Capacidad de Carga Turística (pp. 108). Aves & Conservación/BirdLife en Ecuador y Ecuatoriana de Sal y Productos Químicos C.A.

Ágreda, A. E. (2021). Plan de Acción para la Conservación de Aves Playeras Migratorias en Ecuador. Informe Técnico Completo. Aves y Conservación / BirdLife en Ecuador, Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. Salinas, Ecuador. Pp. 184.

Aharon-Rotman, Y., Soloviev, M., Minton, C., Tomkovich, P., Hassell, C., & Klaassen, M. (2015). Loss of periodicity in breeding success of waders links to changes in lemming cycles in Arctic ecosystems. *Oikos*, 124(7), 861-870.

Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, Ieee, 19(6), pp. 716–723.

Andres, B.A.; Gratto-Trevor, C.; Hicklin, P.; Mizrahi, D.; Morrison, R.I.G.; Smith, P.A. (2012). Status of the Semipalmated Sandpiper. *Waterbirds* 35(1): 146-148.

Audubon. (2019). The Climate report. Climate Threatened: Snowy plover. Disponible en: <https://climate2014.audubon.org/birds/snoplo5/snowy-plover>

Audubon. (2024). Black-necked Stilt and American Oystercatcher. Disponible en: <https://www.audubon.org/bird-guide>

Barth, J., Matschiner, B., and Robertson, B. (2013). Phylogenetic position and subspecies divergence of the endangered New Zealand Dotterel (*Charadrius obscurus*). PLoS One 8(10):e78068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078068>

BirdLife International. (2016). *Himantopus mexicanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: <https://www.iucnredlist.org/species/22727969/155440465>

BirdLife International. (2019). *Haematopus palliatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22693644A93416407. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22693644A93416407.en>.

BirdLife International. (2020). *Anarhynchus nivosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: <https://www.iucnredlist.org/species/22725033/181360276>

BirdLife International. (2022) State of the World's Birds 2022: Insights and solutions for the biodiversity crisis. Cambridge, UK: BirdLife International

Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H. y White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a

practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(3), pp. 127–135. doi:10.1016/j.tree.2008.10.008

Bravo Espinoza, D. D. (2020). Factor Ecológico Y Su Incidencia En Los Piqueros Patas Rojas (*Sula sula*) De La Isla De La Plata (Bachelor's Thesis, Jipijapa-Unesum).

Brlík, V., Pakanen, VM., Jaakkonen, T. *et al.* La fluctuación de la supervivencia está relacionada con la variación de la precipitación durante la escala de una ave playera migratoria. *Sci Rep* **12**, 19830 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24141-5>

Canham, R., Flemming, S. A., Hope, D. D., & Drever, M. C. (2021). Sandpipers go with the flow: Correlations between estuarine conditions and shorebird abundance at an important stopover on the Pacific Flyway. *Ecology and Evolution*, 11(6), 2828-2841.

Carmona, R., & Hernández-Alvarez, A. (2017). Plan de manejo y conservación para la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, como hábitat crítico para el Pejerrey (*Leuresthes sardina*), el Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*) y otras aves playeras.

Černý, D., and R. Natale (2022). Comprehensive taxon sampling and vetted fossils help clarify the time tree of shorebirds (Aves, Charadriiformes). *Molecular*

<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2022.107620>

Clements, J. F., P. C. Rasmussen, T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, T. A. Fredericks, J. A. Gerbracht, D. Lepage, S. M. Billerman, B. L. Sullivan, and C. L. Wood (2023). The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2023. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
<https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/introduction/updateindex/december-2023/2023b-citation-and-downloads/>

Colwell, M. A. (2010). Shorebird ecology, conservation, and management. Univ of California Press.

Echeverría Martínez, G. E. (2012). Estado actual de la población nidificante de Cigüeñuela cuellinegra *Himantopus h. mexicanus linnaeus*, 1758, en las lagunas de Ecuasal–Salinas, durante los meses de marzo a septiembre del 2011 (Tesis de Grado).

Freile, J. F., T. Santander G., G. Jiménez-Uzcátegui, L. Carrasco, D. F. Cisneros-Heredia, E. A. Guevara, M. Sánchez-Nivicela y B. A. Tinoco. (2019). Lista roja de las aves del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Galbraith, H., Jones, R., Park, R., Clough, J., Herrod-Julius, S., Harrington, B., & Page, G. (2002). Global climate change and sea level rise: potential losses of intertidal habitat for shorebirds. *Waterbirds*, 25(2), 173-183.

Galbraith, H., DesRochers, D. W., Brown, S., & Reed, J. M. (2014). Predicting vulnerabilities of North American shorebirds to climate change. *PLoS One*, 9(9), e108899.

Halupka, L., Czyż, B., & Macias Dominguez, C. M. (2020). The effect of climate change on laying dates, clutch size and productivity of Eurasian Coots *Fulica atra*. *International Journal of Biometeorology*, 64(11), 1857-1863.

Howes, J., Bakewell, D., (1989). *Shorebird Studies Manual*. Asian Wetland Bureau Publication No. 55, Kuala Lumpur, p. 362.

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. In: Change, H.-O., Portner, " D.C., Roberts, M., Tignor, E.S., Poloczanska, K., Mintenbeck, A., Alegría, M., Craig, S., Langsdorf, S., Loschke, " V., Moller, " A., Okem, B. (Eds.), Rama. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 3056. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.

Johnston-González, R., Herrera, V. P., & Castillo, L. F. (2008). El censo neotropical de aves acuáticas y el conocimiento de aves playeras neotropicales en Colombia. *Ornitol Neotrop*, 19, 1-8.

Jourdan, C., Fort, J., Pinaud, D., Delaporte, P., Gernigon, J., Guenneteau, S., Jomat, L., Lelong, V., Lemesle, C., Robin, F., Rousseau, P & Bocher, P. (2021). Highly diversified habitats and resources influence habitat selection in wintering shorebirds. *Journal of Ornithology*, 162(3), 823-838.

Koleček, J., Reif, J., Šálek, M., Hanzelka, J., Sottas, C., & Kubelka, V. (2021). Global population trends in shorebirds: migratory behaviour makes species at risk. *The Science of Nature*, 108(2), 9.

Kubelka, V., Šálek, M., Tomkovich, P., Végvári, Z., Freckleton, R. P., & Székely, T. (2018). Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science*, 362(6415), 680-683.

Kwon, E., English, W. B., Weiser, E. L., Franks, S. E., Hodkinson, D. J., Lank, D. B., & Sandercock, B. K. (2018). Delayed egg-laying and shortened incubation duration of Arctic-breeding shorebirds coincide with climate cooling. *Ecology and Evolution*, 8(2), 1339-1351.

Kwon, E., Weiser, E. L., Lanctot, R. B., Brown, S. C., Gates, H. R., Gilchrist, G., ... & Sandercock, B. K. (2019). Geographic variation in the intensity of warming

and phenological mismatch between Arctic shorebirds and invertebrates. *Ecological Monographs*, 89(4), e01383.

Magnusson, A., Skaug, H., Nielsen, A., Berg, C., Kristensen, K., Maechler, M., Bentham, K., Sadat, N., Bolker, B & Brooks, M. M. (2017). Package 'glmmTMB'. R Package Version 0.2.0, 25.

Morrison, R.I.G.; Mizrahi, D.S.; Ross, R.K.; Ottema, O.H.; de Pracontal, N.; Narine, A. (2012). Dramatic Declines of Semipalmated Sandpipers on their Major Wintering Areas in the Guianas, Northern South America. *Waterbirds* 35(1): 120-134.

Page, G. W., L. E. Stenzel, J. S. Warriner, J. C. Warriner, and P. W. Paton (2023). Snowy Plover (*Anarhynchus nivosus*), version 1.1. In *Birds of the World* (A. F. Poole, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.snoplo5.01.1>

Podestá, J., & Barona, D. (2021). Abundancia de aves playeras (Charadriiformes: Scolopacidae) y su relación con la temperatura del agua en un humedal de Perú (2013-2019). *Revista de Biología Tropical*, 69(4), 1322-1332.

Puan, C. L., Yeong, K. L., Ong, K. W., Ahmad Fauzi, M. I., Yahya, M. S. y Khoo, S. S. (2019). Influence of landscape matrix on urban bird abundance: evidence from Malaysian citizen science data. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, Elsevier, 12(3), pp. 369–375. doi:10.1016/J.JAPB.2019.03.008

R Core Team. (2024). A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. <https://www.r-project.org/>.

Robinson, JA, JM Reed, JP Skorupa y LW Oring (2020). Black-necked Stilt(*Himantopus mexicanus*), versión 1.0. En Birds of the World (AF Poole y FB Gill, editores). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE. UU. <https://doi.org/10.2173/bow.bknsti.01>

Rosenberg, K.V., Dokter, A.M., Blancher, P.J., Sauer, J.R., Smith, A.C., Smith, P.A., Stanton, J.C., Panjabi, A., Helft, L., Parr, M., Marra, P. (2019). Decline of the North American avifauna. *Sci.* (80) 366, 120–124.

Rosero Chóez, J. M. (2024). Variación temporal de las poblaciones de aves marinas en las piscinas salineras de Ecuasal, en Mar Bravo, Salinas, Ecuador, entre junio 2022–mayo 2024. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad.

Santos, C. D., Catry, T., Dias, M. P., & Granadeiro, J. P. (2023). Global changes in coastal wetlands of importance for non-breeding shorebirds. *Science of the Total Environment*, 858, 159707.

Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 13(1), 102-122.

Schlesinger, M. D., J. D. Corser, K. A. Perkins, and E. L. White. (2011). Vulnerability of at-risk species to climate change in New York. New York Natural Heritage Program, Albany, NY.

Serrano, D., Tella, J. L., Forero, M. G. y Donazar, J. A. (2001). Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial lesser kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *Journal of Animal Ecology*, John Wiley & Sons, Ltd, 70(4), pp. 568–578. doi:10.1046/J.1365-2656.2001.00512.X

Sneddon, L. A., and G. Hammerson. (2014). Climate Change Vulnerability Assessments of Selected Species in the North Atlantic LCC Region. NatureServe, Arlington, VA.

Tryjanowski, P., Sparks, T. H., Biaduń, W., Brauze, T., Hetmański, T., Martyka, R., Skórka, P., Indykiewicz, P., Myczko, Ł., Kunysz, P., Kawa, P., Czyz, S., Czechowski, P., Polakowski, M., Zduniak, P., Jerzak, L., Janiszewski, T., Goławski, A., Dudu, L., Wysocki, D. (2015). Winter Bird Assemblages in Rural and Urban Environments: A National Survey. *PLOS ONE*, Public Library of Science, 10(6), p. e0130299. doi:10.1371/journal.pone.0130299

Van de Pol, M., Vindenes, Y., Sæther, B. E., Engen, S., Ens, B. J., Oosterbeek, K., & Tinbergen, J. M. (2010). Effects of climate change and variability on population dynamics in a long-lived shorebird. *Ecology*, 91(4), 1192-1204.

Vera, V. (2010). Análisis del estado poblacional de aves acuáticas, playeras migratorias y residentes en las piscinas artificiales de Ecuasal, Mar Bravo y Pacoa en la provincia de Santa Elena–Ecuador, noviembre 2009–mayo 2010. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad.

Volpato, G. H., Lopes, E. V., Mendonça, L. B., Boçon, R., Bisheimer, M. V., Serafini, P. P., & Anjos, L. dos. (2009). The use of the point count method for bird survey in the Atlantic forest. *Zoologia (Curitiba, Brazil)*, 26(1), 74– 78. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100012>

Warnock, N., Takekawa, J. Y., & Bishop, M. A. (2004). Migration and stopover strategies of individual Dunlin along the Pacific coast of North America. *Canadian Journal of Zoology*, 82(11), 1687-1697.

Warnock, N., Jennings, S., Kelly, J.P., Emiko Condeso, T., Lumpkin, D. (2021). Declining wintering shorebird populations at a temperate estuary in California: a 30-year perspective. *Condor* 123.

Wauchope, H. S., Shaw, J. D., Varpe, Ø., Lappo, E. G., Boertmann, D., Lanctot, R. B., & Fuller, R. A. (2017). Rapid climate-driven loss of breeding habitat for Arctic migratory birds. *Global Change Biology*, 23(3), 1085-1094.

Wickham, H., & Wickham, H. (2016). Data analysis (pp. 189-201). Springer International Publishing.

Whitman, A., A. Cutko, P. De Maynadier, S. Walker, B. Vickery, S. Stockwell, and R. Houston. 2013. Climate change and biodiversity in Maine: vulnerability of habitats and priority species. Report SEI-2013-03. Manomet Center for Conservation Sciences (in collaboration with Maine Beginning with Habitat Climate Change Working Group), Brunswick, ME.

Working Group, A. O., E. Nol, and R. C. Humphrey (2020). American Oystercatcher (*Haematopus palliatus*), version 1.0. In Birds of the World (A. F. Poole, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.ameoys.01>

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009). GLMM and GAMM. 323–341.

ANEXOS



Foto 1. Técnico de Aves y Conservación realizando monitoreo mensual de aves acuáticas en las piscinas de Ecuasal



Foto 1. Realización del monitoreo de aves acuáticas en las piscinas de Ecuasal.

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “Abundancia de tres especies de aves playeras en las piscinas artificiales de Ecuasal en relación con factores ambientales” presentado por el estudiante, Danixa Giovanna Del Pezo Dominguez fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 3%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

(ANEXO CAPTURA DEL PORCENTAJE)

TUTOR

PhD. José Cáceres



Del Pezo_25_01_16

6%
Textos sospechosos



3% Similitudes

0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

6% Idiomas no reconocidos (ignorado)

4% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Del Pezo_25_01_16.txt
ID del documento: ab70fc7ad400b3e656e992a58c10997b2eb606fb
Tamaño del documento original: 30,76 kB
Autores: []

Depositante: JOSÉ FRANCISCO CÁCERES ANDRADE
Fecha de depósito: 16/1/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 16/1/2025

Número de palabras: 4666
Número de caracteres: 30.922

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11677/1/UPSE-TBI-2024-0052.pdf 2 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (61 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	revistas.usfq.edu.ec https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/reo/article/download/2206/4265/33565	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	Trabajo titulación Tigrero Gustavo - Estudio comparativo de la composic... #7a7565 El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	repositorio.upse.edu.ec Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: ... https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8862	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8862/1/UPSE-TBM-2022-0030.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuente ignorada Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	tesis_DelPezo_20_12_24.docx tesis_DelPezo_20_12_24 #9f99d2 El documento proviene de mi grupo	75%		Palabras idénticas: 75% (3499 palabras)