



Diversidad de aves en la red de caminos inca (acceso al sector Wiñaywayna) del Santuario Histórico de Machupicchu

Diversity of birds in the Inca trail network (access to the Wiñaywayna sector) of the Historic Sanctuary of Machu Picchu

Alex Ayte-Turpo ^{1,2*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas, EP. Biología. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.

²Departamento Académico de Ciencias Básicas. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.

*Autor de correspondencia: alexdrag120334@gmail.com

Recibido: 01/04/2023 Aceptado: 01/06/2023 Publicado: 25/07/2023

Resumen: El Santuario Histórico de Machupicchu (SHM), posee una gran riqueza de especies florísticas y faunísticas, entre las cuales las aves son de gran importancia por la variabilidad existente entre sus ecosistemas de bosque montano y bosque altimontano pluvial, los cuales corresponden a Winaywayna. Este sector es de gran importancia de conservación, dado a que la mayor parte de diversidad del SHM ha sido registrada ahí; de los cuales las aves son de importancia por sus interacciones biológicas con la fauna presente en dicho lugar donde se registró la presencia de 243 individuos distribuidos en 42 especies y 24 familias, de las cuales las más abundantes son *Zonotrichia capensis* y *Anisognathus igniventris* y; *Zonotrichia capensis*, *Pheugopedius eisenmanni* y *Penelope montagnii* son las más frecuentes. La diversidad es baja, pero la probabilidad de encontrar más especies es elevada, la riqueza indica un menor número de individuos en comparación a las especies y existe poca similitud entre registro de especies en las diversas zonas de acceso hacia Wiñaywayna.

Palabras clave: abundancia; aves; diversidad; frecuencia; riqueza

Abstract: The Historic Sanctuary of Machupicchu (SHM), has a great richness of flora and fauna species, among which birds are of great importance due to the existing variability between its ecosystems of montane forest and altimontane rainforest, which correspond to Winaywayna. This sector is of great conservation importance, given that most of the diversity of the SHM has been recorded there; of which birds are of great importance due to their biological interactions with the fauna present in this place where the following report records the presence of 243 individuals distributed in 42 species and 24 families, of which the most abundant are *Zonotrichia capensis* and *Anisognathus igniventris* and *Anisognathus igniventris*; *Zonotrichia capensis*, *Pheugopedius eisenmanni* and *Penelope montagnii* are the most frequent. Diversity is low, but its growth potential is high, the probability of finding more species is high, the richness indicates a lower number of individuals compared to species and there is little similarity between species recorded in different access zones to Wiñaywayna.

Keywords: abundance; birds; diversity; frequency; richness



1. Introducción

En el Perú se ha registrado un total de 1,879 especies de aves, lo que lo posiciona como uno de los países con mayor diversidad ornitológica a nivel mundial (SACC, 2024). El Santuario Histórico de Machupicchu (SHM) es un espacio emblemático en este contexto, albergando 443 especies de aves, lo que representa el 23,9% de la avifauna total del país (MINAN-SERNANP, 2014). Además, 16 de estas especies están catalogadas como amenazadas, lo que subraya la relevancia biológica de esta área protegida.

A pesar de estos valiosos registros, obtenidos principalmente a través de avistamientos realizados por el personal del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) y la Dirección Desconcertada de Cultura (DDC), no se ha llevado a cabo una evaluación técnica de la diversidad de aves en esta zona. Asimismo, hasta la fecha no se ha desarrollado un estudio específico centrado en el sector de Wiñaywayna ni en sus rutas de acceso, a pesar de que este sector se reconoce por su alta diversidad y su importancia biológica dentro del SHM.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar de manera técnica y sistemática la diversidad de la ornitofauna en los tramos de acceso al sector Wiñaywayna, contribuyendo así al conocimiento y conservación de la biodiversidad en una de las áreas más ricas y valiosas del Santuario Histórico de Machupicchu.

2. Materiales y métodos

El sector de Wiñaywayna se encuentra dentro del SHM, el cual es punto de intersección de las diversas rutas turísticas para acceso a la ciudadela inca de Machu Picchu, la cual está considerada como uno de los lugares con mayor diversidad dentro de esta Área Natural Protegida. Su rango altitudinal varía entre los 2152 hasta los 3677 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 16,97 °C y 2012,10 mm de precipitación anual promedio (Senamhi, 2018); donde se alberga las zonas de vida denominadas bosque muy húmedo montano subtropical y bosque húmedo montano bajo subtropical (ONERN, 1976) y reconociendo zonas de acceso como son: Chachabamba, Chaquicocha, Choquesuysuy, Intipata, Intipunku, Kantupata, Ciudadela Inca (Llacta inca), Montaña Machupicchu, Phuyopatamarca, Torrepata y Wiñaywayna.

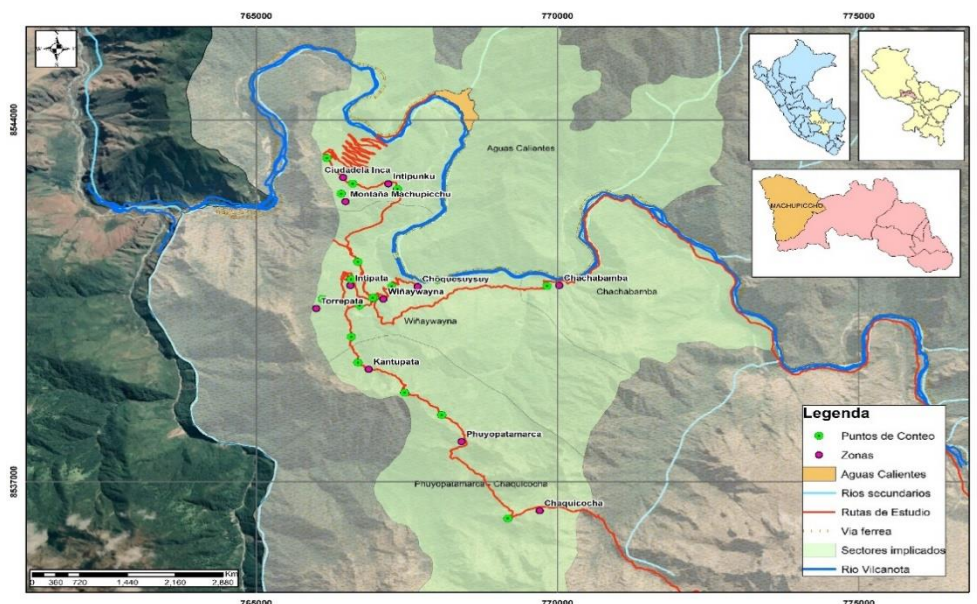


Figura 1. Mapa de ubicación de puntos de conteo y zonas de estudio pertenecientes al sector Wiñaywayna

2.1. Metodología

Se estimó evaluar 62 puntos de conteo de aves en todo el sector mediante a partir del cálculo de tamaño muestral propuesto por Bolaños (2012) a un tamaño poblacional delimitado por 135 cuadrantes de 0,25km²; una precisión del 5%, un nivel de confianza del 99% más una probabilidad de fracaso del 0,1. Adicionalmente se incluyeron 10 puntos más de muestreo donde se encontraron especies las cuales no fueron encontradas en los puntos evaluados, pero son importantes para la variabilidad de especies; realizado entre los años 2018 y

2019 a tempranas horas de la mañana mediante un patrullaje rutinario en compañía de personal guardaparque.

Censos de puntos

Se estableció una serie de puntos de muestreo de la avifauna mediante el registro y conteo de especies observadas y/o escuchadas en un tiempo y área determinada (para la investigación es un punto fijo) en un subconjunto de unidades del área de distribución de la especie (Martella et. al, 2012). Se consideró una distancia mínima de 100 m lineales entre punto y punto de conteo; y el estar camuflado y en silencio. El tiempo mínimo dedicado para cada punto de conteo fue de 10 minutos, siendo un tiempo prudente y significativo. (CATIE, 2011).

Análisis de datos

Se realizó la base data en Microsoft Excel 2019, donde la abundancia y frecuencia fueron graficados en dicho programa, de igual forma se usó el programa Past 4.03, donde se analizó estos parámetros y se determinó los índices de diversidad alfa y beta, así como la riqueza de especies.

3. Resultados

3.1. Abundancia de especies

Se observa que para el acceso al sector Wiñaywayna se registran a *Zonotrichia capensis* en casi todas las zonas de estudios y *Anisognathus igniventris* en gran mayoría en la zona Phuyopatamarca son las más abundantes con 26 registros en cada uno, seguido de *Pheugopedius eisenmanni* con 16 individuos; y existe 15 especies diferentes con un solo individuo reportado (entre las más destacadas se encuentra *Strix. Sp* del cual no se pudo determinar su especie).

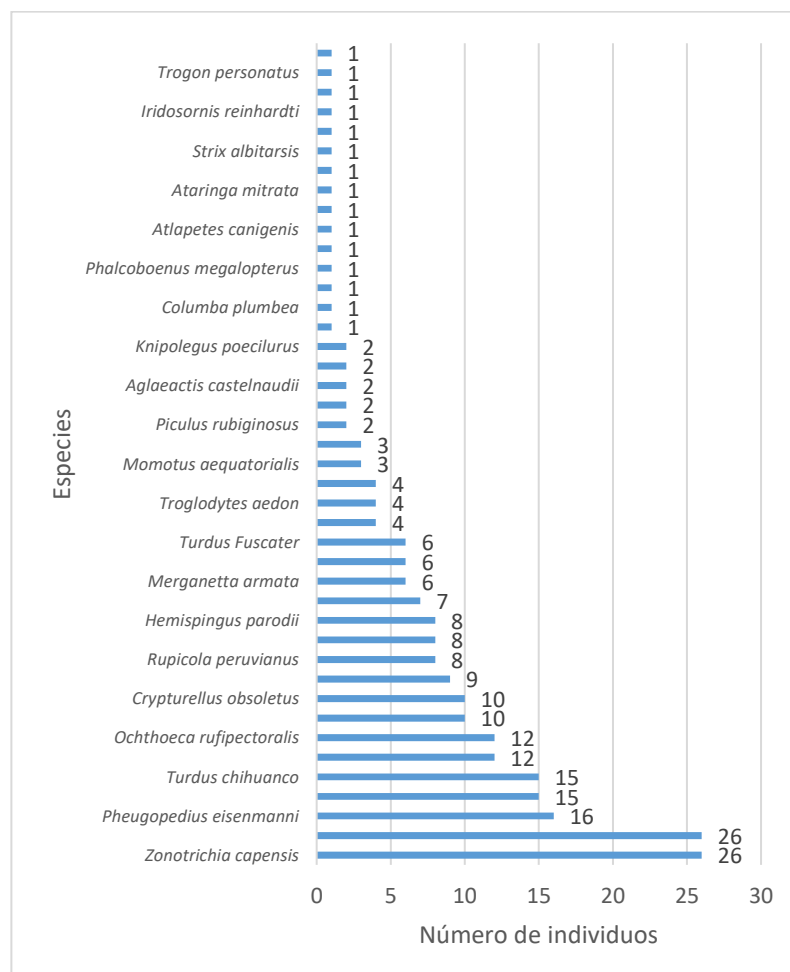


Figura 2. Abundancia de especies de aves en el sector Wiñaywayna

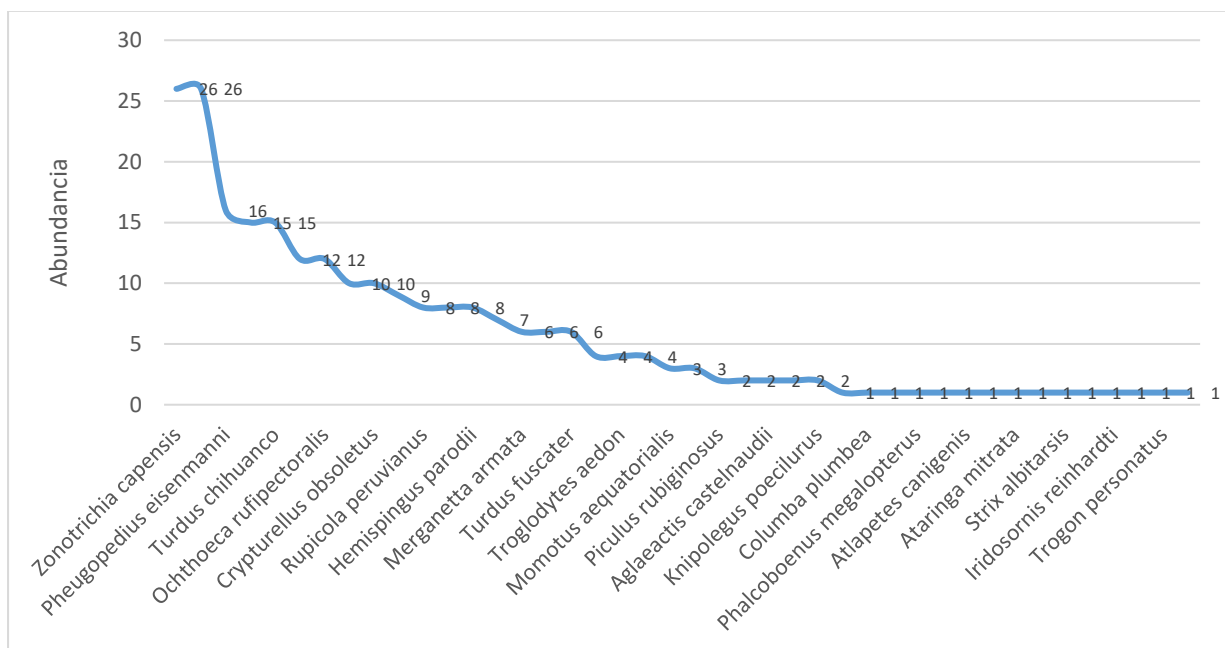


Figura 3. Curva de abundancia de especies de aves del sector Wiñaywayna

3.2. Abundancia de familias

Se determina que la familia más abundante es Thraupidae con 50 individuos registrados, seguido de Emberizidae con 26 registros, y las de menor abundancia son Trogonidae, Ramphastidae, Psittacidae, Passerellidae, Falconidae, Columbidae y Cardinalidae con 1 solo individuo.

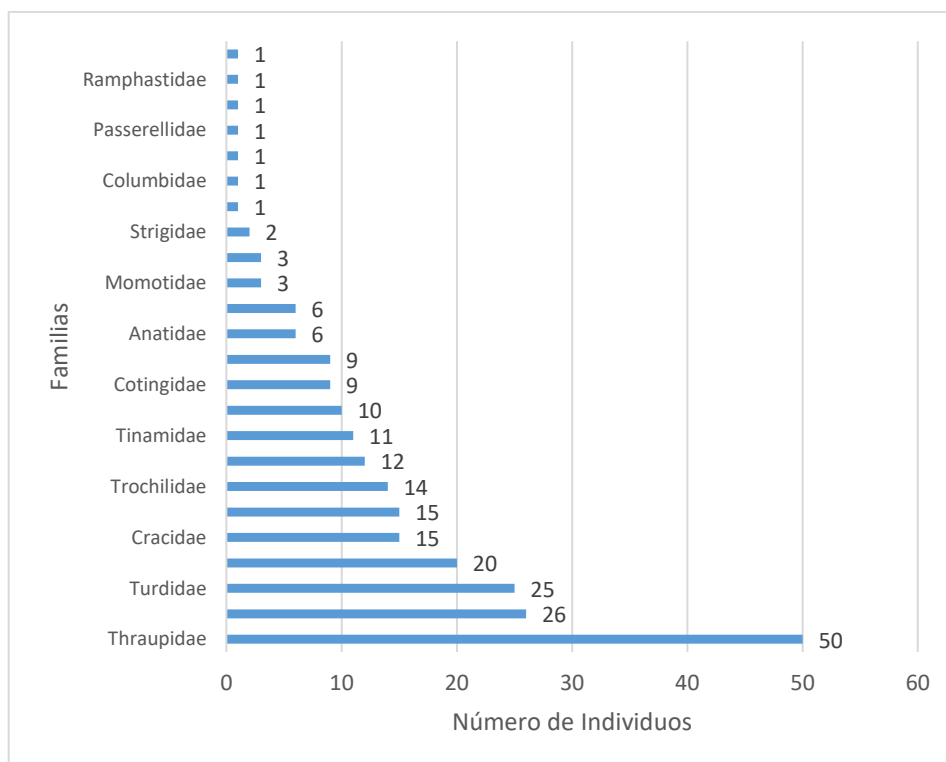


Figura 4. Familias de aves en el sector Wiñaywayna

La zona de Phuyopatamarca y Chachabamba posee mayor cantidad de individuos en comparación a especies registradas, considerándose estas como puntos de mayor incidencia de aves; la media general de especies registradas en todas las demás zonas de estudio es baja, por lo cual no se percibe si la comunidad de aves es homogénea en relación a la cantidad de sus integrantes.

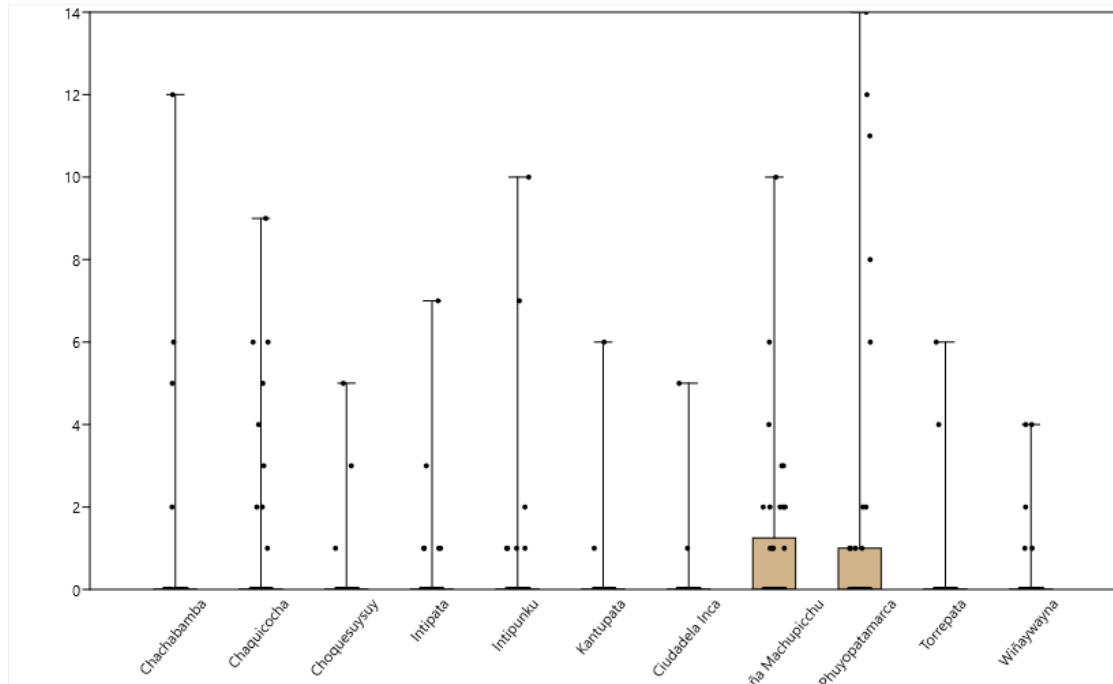


Figura 5. Media y estimado de error por zonas de estudio

3.3. Frecuencia

De las 11 zonas de estudio las cuales integran el acceso al sector de Wiñaywayna, se evidencia que la zona de montaña Machupicchu es la de mayor frecuencia de aves con 21% del total evaluado con 14 especies diferentes y las de menor frecuencia Kantupata, Ciudadela inca y Torrepatata con un 3% y 2 especies diferentes.

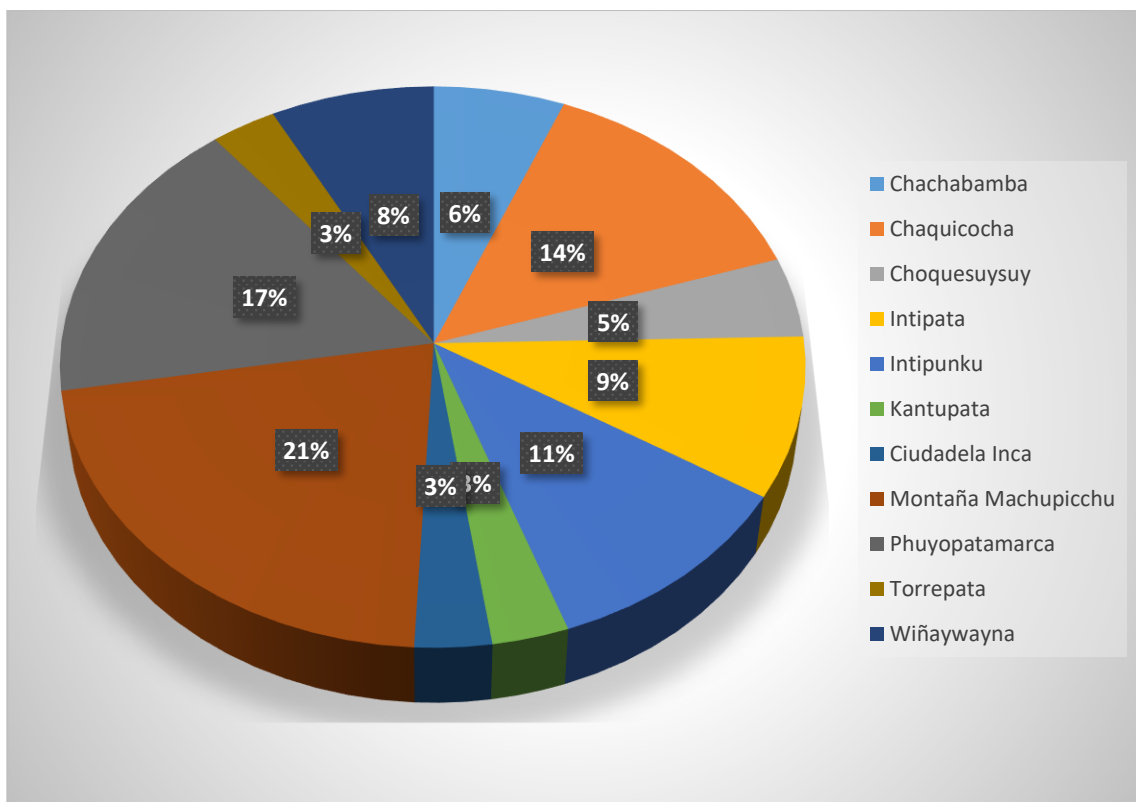


Figura 6. Frecuencia de especies porcentual por zonas de estudio

Se evidencia que las especies con más frecuencias en las diferentes zonas de acceso al sector Wiñaywayna son *Zonotrichia capensis*, *Pheugopedius eisenmanni* y *Penelope montagnii* con 5 registros; y la mayoría de las demás especies se ubican en una sola zona de acceso a dicho sector.

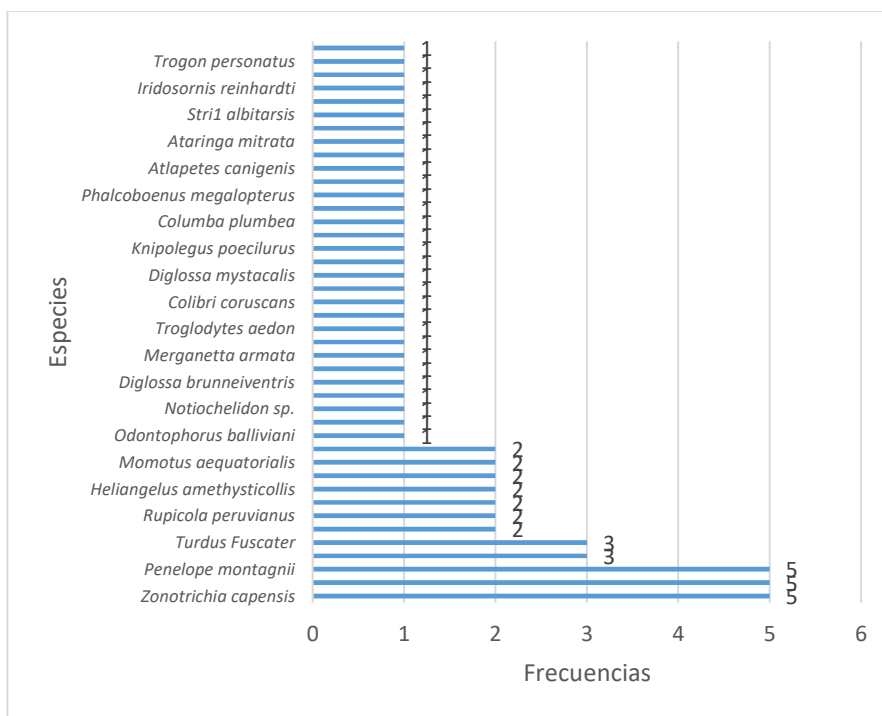


Figura 7. Frecuencia de especies en las zonas de acceso al sector Wiñaywayna

Se evidencia que un 20% de las especies más abundantes reportadas representan el 25% de especies frecuentes en las diversas zonas de acceso hacia el sector de Wiñaywayna; mientras que el 20% de las especies con menor cantidad de registros representa menos de un 5% de las frecuencias encontradas para todas las zonas.

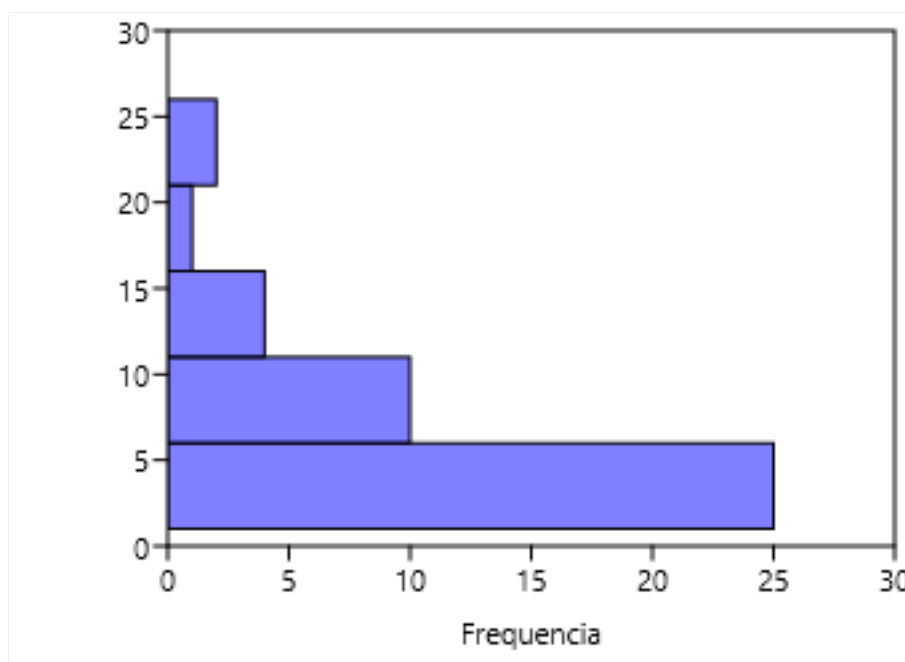


Figura 8. Frecuencia porcentual total en perceptibles

3.4. Diversidad alfa

En el índice Fisher Alpha para aves de zonas de acceso al sector Wiñaywayna, la de mayor diversidad es Montaña Machupicchu con un valor de 7.66 y el de menor diversidad Torrepatá con 0.75 (siendo un valor de diversidad bajo); y según el índice de Chao 1 el que posee mayor estimación de diversidad también es montaña Machupicchu con un valor de 15 (elevado); y los de menor estimación son: Kantupata, Ciudadela Inca y Torrepatá (con estimación de diversidad alta); esto probable por la incidencia humana o por ser sectores con elevada vegetación y poca luminosidad.

Tabla 1. Índices de diversidad alfa

| | Fisher alpha | Chao 1 |
|----------------|--------------|--------|
| Chachabamba | 1.34 | 4 |
| Chaquicocha | 3.73 | 9 |
| Choquesuysuy | 1.58 | 3 |
| Intipata | 3.98 | 12 |
| Intipunku | 3.43 | 10 |
| Kantupata | 0.94 | 2 |
| Ciudadela Inca | 1.05 | 2 |

La riqueza de especies para las zonas de acceso evidencia que el número de especies es alto en relación con el número de individuos registrados, lo que indica que hay pocos individuos para la cantidad de especímenes registrados.

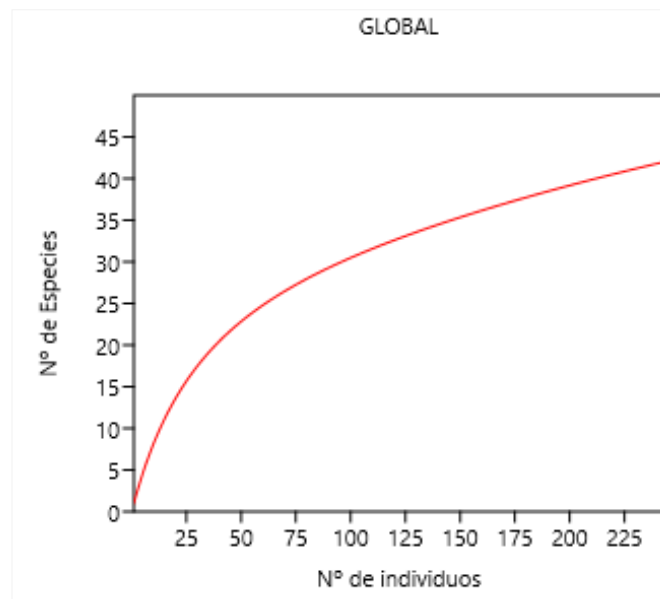


Figura 9. Riqueza de especies

3.5. Índice de diversidad beta

Según el índice de Jaccard, se nota que entre las diversas zonas de acceso hacia el sector Wiñaywayna la similitud es poca, por debajo del 50%, siendo los más similares la relación entre Phuyopatamarca y Chaquicocha; y Choquesuysuy con Chachabamba.

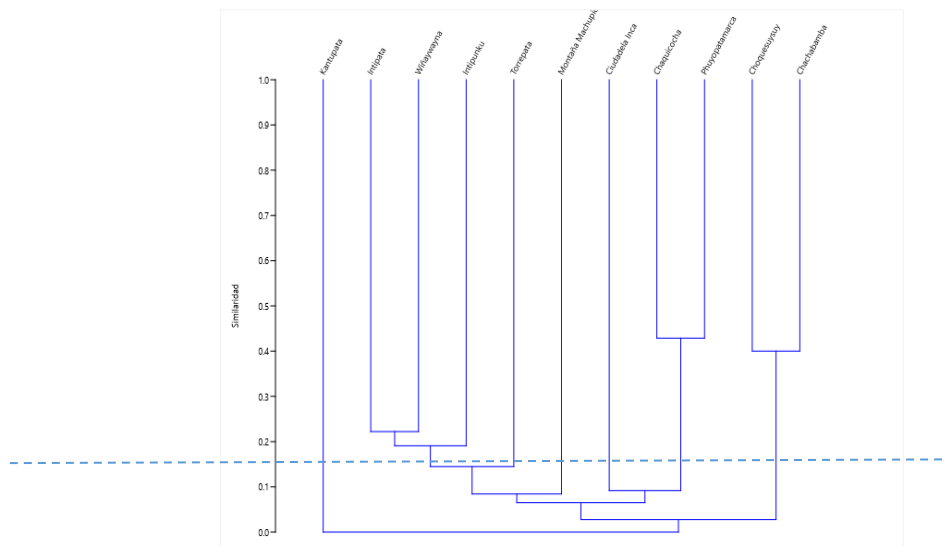


Figura 10. Índice de Jaccard

4. Discusiones

Las rutas de acceso al sector Wiñaywayna poseen 42 especies, el cual representa el 9.48% de los reportes según el Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu (MINAN-SERNANP, 2014), donde se considera para toda el ANP 443 especies ornitológicas, donde existen 2 especies las cuales no se pudieron identificar a nivel de especie: *Strix* sp. y *Notiochelidon* sp. En relación a los bosques montanos de Cusco donde se reportaron 671 especies (Jara, et. al, 2016), el registro actualmente evaluado representa el 6.25%; y en relación al total de aves del Perú con 1879 especies registradas (SACC, 2024), la zona evaluada representa un 2.24%, convirtiéndose en una zona importante para el avistamiento de aves a nivel regional.

La baja diversidad de aves registrada probablemente se deba a la intensa actividad antrópica en la zona estudiada, un factor que suele ahuyentar a estas especies. Sin embargo, el hecho de que las aves registradas representen el 9.48% (443 especies ornitológicas) de todo el SHM (MINAN-SERNANP, 2014); sugiere una alta diversidad potencial en áreas libres de intervención humana. Esto se refuerza con el índice Chao 1, que estima una mayor diversidad posible.

Según Jara, et. al (2016). La similitud de composición de aves en los bosques montanos de Cusco es inferior al 50%. Sin embargo, a pesar de estos valores bajos, la ornitofauna de Machupicchu muestra mayor semejanza con la de Manu y Marcapata y cierta similitud con la de Choquequirao; Esto se recalca con la investigación actual donde vemos valores bajos de similitud en el sector Wiñaywayna, pero eso indica a su vez un recambio elevado de especies.

Conclusiones

Se registra 42 especies distribuidos en 11 zonas de acceso hacia el sector Wiñaywayna, donde las especies más abundantes son *Zonotrichia capensis* y *Anisognathus igniventris* con 26 registros las cuales se ubican mayoritariamente en las zonas de Phuyopatamarca y Montaña Machupicchu; y; en cuanto a familia, se registran 24 de las cuales Thraupidae es la de mayor abundancia con 50 individuos; las especies más frecuentes son *Zonotrichia capensis*, *Pheugopedius eisenmanni* y *Penelope montagnii* con 5 incidencias; donde la mayoría de dichas frecuencias se da en la zona de Montaña Machupicchu; y la diversidad alfa es media, yendo a la normalidad, pero hay una estimación de diversidad alta (dicho estimado se presume según el análisis del índice de CHAO el cual hace referencia a sectores sin actividad antrópica); y, en la riqueza el número de individuos es menor en comparación a las especies y hay poca similitud entre las zonas estudiadas.

Agradecimientos

Al Santuario Histórico de Machupicchu (SERNANP) por las facilidades para el ingreso al sector de Wiñaywayna y poder realizar la investigación, a los Sños. Blgos. Israel Aragon, Blgo. Vicente Huallpa, Felipe Pinares y Carlos Chaparro en la identificación y guía de campo para el registro de las especies determinadas.

Financiamiento

El presente trabajo no tuvo financiamiento alguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de ninguna índole durante el desarrollo del estudio y su publicación.

Contribución de autores

Ayte-Turpo: conceptualización, análisis formal, metodología, investigación, curación de datos, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

Referencias bibliográficas

- Bolaños, E. (2012). Estadística para el desarrollo tecnológico: Muestra y muestreo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Tizayuca, México.
- CATIE. (2011). Manual de técnicas para la identificación de aves silvestres.
http://gamma.catie.ac.cr/pma/es/publicaciones/manual_de_identificacion_aves_silvestres.pdf

Jara, N., Aguilar, O., Ayma, L., Vargas, K., Mejía, K., Olivera, D. S., & Ochoa, J. A. (2016). Diversidad de aves de los bosques montanos en el departamento del Cusco. *Cantua*, 15, 12-46.

Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1).

MINAM-SERNANP. (2014). Plan maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015–2019. Cusco, Perú.

ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa. Lima, Perú.

SACC. (2024). Species lists of birds for South American countries and territories. Louisiana, United States.

SENAMHI. (2018). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

5. Anexos

Tabla 2. Composición de ornitofauna por zonas de acceso al sector Wiñaywayna

| Especie | Chachabamba | Chaquicocha | Choquesuysuy | Intipata | Intipunku | Kantupata | Ciudadela Inca | Montaña Machupicchu | Phuyopatamarca | Torrepatá | Wiñaywayna |
|--------------------------------------|-------------|-------------|--------------|----------|-----------|-----------|----------------|---------------------|----------------|-----------|------------|
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 5 | 3 | 6 | 0 | 0 |
| <i>Anisognathus igniventris</i> | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 6 | 0 |
| <i>Pheugopedius eisenmanni</i> | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Penelope montagnii</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 |
| <i>Turdus chihuano</i> | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| <i>Odontophorus balliviani</i> | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 |
| <i>Notiochelidon sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Crypturellus obsoletus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Diglossa brunneiventris</i> | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rupicola peruvianus</i> | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lepidocolaptes lacrymiger</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| <i>Hemispingus parodii</i> | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Heliangetus amethysticollis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Merganetta armata</i> | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Micropygia schomburgkii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Turdus fuscater</i> | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Tangara vassorii</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Troglodytes aedon</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Myadestes ralloides</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Momotus aequatorialis</i> | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Colibri coruscans</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Piculus rubiginosus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Diglossa mystacalis</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Aglaeactis castelnaudii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coeligena inca</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Knipolegus poecilurus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Piranga rubra</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Columba plumbea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Pipreola intermedia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Phalacrocorax megalopterus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Pseudocolaptes boissonneautii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Atlapetes camigenis</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Colaptes rivoli</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ataranga mitrata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Andigena hypoglauca</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Strix albitarsis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Strix sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Iridosornis reinhardti</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nothocercus nigrocapillus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Trogon personatus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Empidonax alnorum</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |