

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**DIVERSIDAD DE LA FAUNA ORNITOLÓGICA EN DOS ÉPOCAS
ESTACIONALES (LLUVIAS-SECAS) EN EL BOSQUE PUKAMOQO,
PROVINCIA CUSCO, REGION CUSCO – 2023**

PRESENTADO POR:

Br. GINA VICTORIA ANAMPA MENA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE BIÓLOGO**

ASESOR:

Dr. ERICK YÁBAR LANDA

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor ERICK YABAR LANDA.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: DIVERSIDAD DE LA FAUNA
ORNITOLOGÍA EN DOS ÉPOCAS ESTACIONALES (LLUVIAS -
SECAS) EN EL BOSQUE PUKAMOQO, PROVINCIA CUSCO,
REGION CUSCO - 2023

Presentado por: GINA VICTORIA ANAMPA MENA DNI N° 74499491 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de BIÓLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 29 de SEPTIEMBRE de 2025

ERICK YABAR LANDA
Firma

Post firma ERICK YABAR LANDA

Nro. de DNI 23954648

ORCID del Asesor 0000-0003-2389-4417

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:502629087

Gina Victoria Anampa Mena

Fauna ornitológica en Pukamoqo Cusco

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:502629087

Fecha de entrega

23 sep 2025, 4:03 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

23 sep 2025, 4:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS Gina 23 setiembre 2025.pdf

Tamaño del archivo

2.8 MB

107 páginas

21.309 palabras

110.575 caracteres

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
121 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios nuestro padre

Creador de los cielos y de la tierra.

(Genesis 1:1)

*A mi mamá Norma Mena Huayta doy gracias a Dios
por su vida, por el amor y apoyo constante en toda
circunstancia, y por ser la fuente de inspiración
para la conclusión de la tesis.*

Gina Victoria Anampa Mena

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por el regalo de la vida, por otorgarnos un propósito eterno en este mundo y por brindarme continuamente la oportunidad de crecer como persona y guiarme en cada paso de mi camino.

A mi familia, por ser mi pilar fundamental y mi mayor fuente de fortaleza. Gracias por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mí.

Al Dr. Erick Yabar Landa, mi más sincero agradecimiento por su constante asesoramiento, su paciencia, comprensión y guía en la realización de esta tesis.

Al Dr. José Luis Venero Gonzales, le expreso mi gratitud por su apoyo incondicional a lo largo de mi desarrollo profesional, y al MCs. Blgo. Sulpicio Flores Chalco, por su valiosa ayuda durante la elaboración de este trabajo.

Reconozco profundamente al Dr. Olintho Aguilar Condemayta por su dedicación y el tiempo que, a pesar de sus múltiples responsabilidades, destinó para apoyarme.

Mi agradecimiento a la Blga. Marcela Moreno Herrera, por compartir sus conocimientos y su confianza plena en mi desarrollo laboral, y al Blgo. Israel Aragón Romero, por creer en mi potencial profesional y ofrecerme sus valiosas enseñanzas.

Al Blgo. Oliver Hans Farfán Salazar, mi aprecio por sus oportunos consejos y su persistencia, que me motivaron a culminar esta tesis.

De igual manera, agradezco profundamente al Blgo. Rodrigo Chevarría Del Pino y a su esposa, quienes, con gran generosidad, me permitieron asistir gratuitamente a la Academia Pardo, brindándome la oportunidad de alcanzar mi ingreso a la UNSAAC.

También agradezco a la MCs. Blga. Violeta Eugenia Zamalloa Acurio y a la Blga. María Isabel Aparicio Soto, ofreciéndome apoyo y aliento para concluir este trabajo académico.

Finalmente, a mis amigas y amigos por estar presentes en mis momentos difíciles y por su valioso respaldo en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	V
JUSTIFICACIÓN.....	VI
OBJETIVOS.....	VII
OBJETIVO GENERAL.....	VII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	VII
HIPÓTESIS.....	VIII

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 BASES TEÓRICAS	1
1.1.1 Biodiversidad	1
1.1.2 Diversidad alfa.....	5
1.1.3 Diversidad beta.....	5
1.1.4 Aves	5
1.2 ANTECEDENTES.....	8
1.2.1 Internacionales.....	8
1.2.2 Nacionales.....	8
1.2.3 Locales.....	9

CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN	12
2.1.1 Ubicación política.....	12
2.1.2 Ubicación geográfica.....	12
2.1.3 Área.....	14
2.1.4 Accesibilidad.....	14
2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
2.2.1 Cobertura vegetal.....	16
2.2.2 Geomorfología.....	17
2.2.3 Geología	17
2.2.4 Ecología.....	18
2.2.5 Clima.....	19

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.....	21
3.1.1 Material biológico	21
3.1.2 Material de campo.....	21
3.1.3 Material de gabinete.....	21
3.2 MÉTODOS.....	22
3.2.1 Determinar las especies de fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo.....	22
3.2.2 Estimar la diversidad alfa de aves en el bosque Pukamoqo.....	25

3.2.3 Comparar los valores obtenidos de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.....	26
3.2.4 Determinar la disimilitud entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.....	27
3.2.5 Determinar las especies indicadoras y abundantes de cada época (lluvias y secas) en el bosque Pukamoqo.....	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS.....	30
4.1.1 Determinación de las especies de fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo.....	30
4.1.2 Estimación de la riqueza de aves en el bosque Pukamoqo.....	35
4.1.2.1 Cálculo de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de lluvias	35
4.1.2.2 Cálculo de diversidad alfa por zona total en época de lluvias.....	37
4.1.2.3 Cálculo de diversidad alfa total en época de lluvias	37
4.1.2.4 Cálculo de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de secas	37
4.1.2.5 Cálculo de diversidad alfa por zona total en época de secas.....	40
4.1.2.6 Cálculo de diversidad alfa total en época de secas	40
4.1.3 Comparación de los valores obtenidos de los índices de diversidad entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.....	42
4.1.3.1 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_0	42
4.1.3.2 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_1	45

4.1.3.3 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_2	48
4.1.4 Determinación de la disimilitud entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.....	51
4.1.5 Determinación de las especies indicadoras y abundantes de cada época (lluvias y secas) en el bosque Pukamoqo.....	55
DISCUSIÓN.....	58
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de Área de Estudio del bosque Pukamoqo.....	13
Figura 2. Mapa de Ubicación de Accesibilidad del bosque Pukamoqo	15
Figura 3. Climograma de Walter-Lieth	20
Figura 4. Mapa metodológico para el respectivo monitoreo	24
Figura 5. Comparación de los Números de Hill entre épocas	41
Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_0 ...	44
Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_1 ...	47
Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_2 ...	50
Figura 9. Grafica de densidad para la significancia (p-valor).....	51
Figura 10. Grafica de Análisis de Escalamiento Multidimensional entre épocas para la prueba ANOSIM.....	52
Figura 11. Curva de rango abundancia para la época de lluvias.....	56
Figura 12. Curva de rango abundancia para la época de secas	57
Figura 13. Nidos observados en el área de estudio.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de los sectores del ámbito de estudio	12
Tabla 2. Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica UNSAAC: 2010-2023.....	19
Tabla 3. Fechas de evaluación en el área de estudio para la época de lluvias	23
Tabla 4. Fechas de evaluación en el área de estudio para la época de secas.....	23
Tabla 5. Número total de familias y especies por orden, presentes en el bosque Pukamoqo en época de lluvias y secas.....	31
Tabla 6. Resultados de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de lluvias.....	36
Tabla 7. Resultados de diversidad alfa por zona total en época de lluvias.....	37
Tabla 8. Resultados de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de secas	39
Tabla 9. Resultados de diversidad alfa por zona total en época de secas.....	40
Tabla 10. Estadísticos descriptivos para q_0	42
Tabla 11. Resultados de la prueba de t Student para comparar q_0 entre época de lluvias y secas..	43
Tabla 12. Estadísticos descriptivos para q_1	45
Tabla 13. Resultados de la prueba de t Student para comparar q_1 entre época de lluvias y secas..	46
Tabla 14. Estadísticos descriptivos para q_2	48
Tabla 15. Resultados de la prueba de t Student para comparar q_2 entre época de lluvias y secas..	49
Tabla 16. Especies que contribuyen a la disimilitud entre épocas	53
Tabla 17. Índice de Jaccard	54
Tabla 18. Especies indicadoras de cada época	55

RESUMEN

En el departamento del Cusco se han realizado estudios que diferencian la diversidad de aves entre la época de lluvias y secas. En la provincia de Cusco, una de las pocas áreas forestadas con dominancia de Queuña es el bosque Pukamoqo. A pesar de su importancia no se han realizado trabajos comparando la diversidad ornitológica entre épocas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad de la fauna ornitológica de dicho bosque. Para ello, se elaboró un listado de especies utilizando el método de “conteo por puntos”. Posteriormente, se calcularon los Números de Hill y se compararon ambas épocas mediante pruebas estadísticas: t Student, ANOSIM, SIMPER e índice de Jaccard. Asimismo, se precisó las especies indicadoras y abundantes en cada época mediante análisis ISA y curvas de acumulación. Como resultado se registraron 70 especies de aves en total (LL=56; S=53; Migratorias=5; Endémicas=6). La prueba de ANOSIM (R: 0.3049, $p=0.002$) y el índice de Jaccard (44%) muestran una disimilitud entre lluvias y secas, aunque no hay una diferencia significativa en la diversidad ($t_{q_0} = 0.40$, $p= 0.69$; $t_{q_1} = 0.76$, $p = 0.46$; $t_{q_2} = 0.94$, $p = 0.36$). El análisis ISA, reporta una especie indicadora para lluvias (*Catharus ustulatus*) y 3 para secas (*Columbia livia*, *Cranioleuca albicapilla*, *Colaptes rupicola*). Este estudio mostro que existe igualdad en la diversidad alfa entre épocas, más no en cuanto a la composición de especies, aportando información clave para establecer una línea base para proponer proyectos de conservación en la zona.

Palabras clave: *Diversidad, Fauna ornitológica, Estacionalidad, Pukamoqo*

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica se define como la variabilidad de seres vivos, ecosistemas y complejos ecológicos que la conforman (Convention on Biological Diversity, 1992). La biodiversidad se organiza en los niveles genético, ecológico y específico (Crisci et al., 1996). A nivel mundial se encuentra más de 11 000 especies de aves (BirdLife International, 2022) siendo un componente fundamental en la biodiversidad ya que son extraordinarios indicadores del ecosistema, porque dan certeza de un ambiente saludable, intervienen en la polinización, el control biológico y la dispersión de semillas (SERNANP, 2016). La biodiversidad del Perú constituye un patrimonio de gran valor y adquiere una eminente importancia económica. El Perú se encuentra dentro de los diez países más megadiversos (CONAM, 2001). Esta mega diversidad se debe a una variedad de ambientes con características geográficas y climáticas atribuidas en gran parte a la cordillera de los Andes (Aragon & Chuspe, 2018). El Perú presenta 84 zonas de vida y 17 zonas de transición; 8 provincias biogeográficas y 3 cuencas hidrográficas principales, el cual comprende 12 201 lagos y lagunas; 1 007 ríos, así como 3 044 glaciares (INEI, 2014). Los Andes, debido a la altitud, es considerado un factor influyente en el clima y en la aridez de la costa peruana. La cordillera genera una variedad climática que contribuye a la diversidad biológica y ecológica del Perú. En los andes, por encima de los 3000 metros se presenta un clima frío (Becerra & Velez, 2014). Considerando la clasificación climática de Rivas-Martínez (1999), el departamento de Cusco está considerado dentro del macroclima tropical, con los bioclimas pluvial, pluviestacional, xérico y desértico. Este clima pluvio-estacional marca la diferencia entre una temporada seca y una temporada de lluvias. La época seca se caracteriza también, porque presenta las temperaturas más bajas (Aragon & Chuspe, 2018).

Esta estacionalidad influye en los rangos de distribución de las aves y su dinámica poblacional. En Perú se conocen aproximadamente 1,892 especies de aves; de los cuales 1535 son residentes, 117 endémicos, 3 introducidos, 33 hipotéticos (Plenge, 2023). El resto constituye aves migratorias con 138 especies y 66 especies de aves divagantes (Plenge, 2023). Los lugares de procedencia de las diferentes aves migratorias son de Norteamérica (boreal) o de Suramérica (austral), estas aves vienen en calidad de visitantes estacionales no reproductivos (Senner & Angulo, 2014). Dicha migración se da por factores de alimentación, ya que en invierno la comida empieza a escasear (Ocampo, 2010). Por ejemplo, la especie *Catharus ustulatus* viene en los meses de noviembre a febrero (Venero, 2015), buscando frutos de arbustos y árboles e insectos (Evans y Yong, 2000).

Otro ejemplo lo conforma la especie *Pseudocolopteryx acutipennis*, su presencia es desde finales de noviembre hasta marzo, cuando los cultivos están fructificando (Venero, 2015).

La zona andina del departamento Cusco presenta ecosistemas que mantienen una determinada diversidad ornitológica y son el refugio para aves residentes y migratorias, ya sea para época de lluvias o secas. Algunos trabajos han reportado dicha diversidad. En el 2002 se registró 68 especies de aves en bosques de Queuña en la cordillera del Vilcanota, (Servat et al. 2002). En el 2012, en la provincia de Paruro se registraron 59 especies de aves en otro bosque de Queuña, donde se indica que la temporada influye en la abundancia de algunas especies (Cabrera & Cruz, 2012). En el humedal Lucre-Huacarpay se registraron 140 especies de aves, siendo 23 migratorias y dos endémicas (Venero, 2015). A nivel de la provincia de Cusco, en el año 2007 se registró 14 familias de aves (Pumacchua, 2007; MPC, 2013), las cuales son percibidas en todas las microcuencas de la Provincia. En el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán se realizó una guía de aves y se determinó un total de 91 especies; de estas, 6 especies son migratorias y 6 especies son endémicas (Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco [DDC], 2017). En el 2019 se investigó la relación que existe entre las aves y la diversidad arbórea en San Jerónimo para la temporada de lluvias y secas. Este trabajo indica que la diversidad de aves se debe a la mayor diversidad de vegetación (Guevara, 2019). Estos estudios muestran un registro de la diversidad de aves y diferencian entre época de lluvias y secas, además se distingue a las aves migratorias de las residentes. Los estudios descritos anteriormente reportaron los índices de Shannon y Simpson como un valor representativo de diversidad; sin embargo, estos índices son cuestionables porque uno representa la incertidumbre (Jost, 2006) y el otro es la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a una especie (Smith & Smith, 2007).

Según Jost (2006), “la medida que conserva las propiedades intuitivas esperadas del concepto de diversidad es un índice de diversidad verdadero” (Moreno et al., 2011; Jost, 2006). Este concepto de diversidad verdadera implica la riqueza y abundancia relativa (Smith, 2007); algo que el índice de Shannon y Simpson no reflejan. Por lo tanto, recomienda el uso de los números de Hill para representar la diversidad de manera apropiada (Moreno et al., 2011). Teniendo en consideración, dichas recomendaciones, este trabajo aplica los números de Hill para el estudio de la diversidad.

El bosque Pukamoqo, también conocido como bosque de q’euña “La Paz” (Rodríguez et al., 2018), es una de las pocas áreas forestadas con dominancia de Queuña en la provincia de Cusco. A pesar de la importancia de este bosque, no se han realizado trabajos orientados a determinar su diversidad y las diferencias entre las épocas de secas y lluvias. Tampoco se realizaron pruebas para determinar especies indicadoras para cada temporada. Por consiguiente, este trabajo busca responder a la pregunta de ¿Existe alguna diferencia en la diversidad de aves entre las épocas de lluvias y secas para el bosque de Pukamoqo? La hipótesis a esta interrogante es que, si existe una diferencia en la diversidad de aves entre ambas épocas, debido a la migración que aumenta el número de especies en la época de lluvias.

Para esta finalidad, los objetivos son determinar las especies de fauna ornitológica, comparar su diversidad y mencionar las especies indicadoras para cada época en el bosque Pukamoqo. Este estudio cobra importancia, no solo por la necesidad de comprender el funcionamiento de este ecosistema, sino porque servirá como un instrumento de gestión para realizar planes de manejo adecuados que permitan la conservación, el uso sostenible de los recursos y mantener los servicios ecosistémicos. Adicionalmente, la mayoría de los bosques andinos de la región Cusco están siendo afectadas por diversas actividades antrópicas incompatibles con la conservación. En el bosque de Pukamoqo, las principales causas de pérdida de biodiversidad es el incremento demográfico, la tala y la contaminación. De igual forma, una potencial amenaza es la quema de bosques, que en la época de secas se han vuelto intencionadas e incontrolables. Finalmente, la conservación de este bosque es de suma importancia para la provincia de Cusco.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente existen pocos estudios relacionados a la diversidad ornitológica en el bosque Pukamoqo. Adicionalmente los estudios realizados evalúan todo el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán y cogen de manera superficial la zona de Pukamoqo, sin considerar la dinámica de especies de dicho lugar.

El bosque Pukamoqo viene sufriendo consecuencias de la presión antrópica, el incremento demográfico y la contaminación de residuos sólidos, lo que genera un impacto negativo en la diversidad de aves del bosque Pukamoqo. El desconocimiento de la diversidad de fauna existente en el Bosque Pukamoqo, nos impide generar estrategias de conservación.

Por estas razones se plantea la siguiente interrogante:

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a) PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la diversidad de la fauna ornitológica en dos épocas del año en el bosque Pukamoqo?

b) PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cuál es la composición ornitológica del bosque Pukamoqo?
- ¿Cuál es la diferencia en la fauna ornitológica del bosque Pukamoqo entre la temporada de lluvias y la de secas?
- ¿Qué especies indicadoras y abundantes se encontrarán en la época de lluvias y en la época de secas en el bosque Pukamoqo?

JUSTIFICACIÓN

El bosque Pukamoqo ubicado en la Provincia de Cusco, es una de las pocas áreas forestadas y de conservación de bosques en la Ciudad del Cusco que funciona como pulmón verde para los habitantes, el cual favorece a la existencia de fauna ornitológica como áreas de refugio y anidación. Estos ecosistemas a nivel general están sometidos a fuerte presión antrópica para incrementar áreas urbanas, campos de cultivo y zonas ganaderas que son una potencial amenaza para este y otros bosques. En el peor de los casos se generan incendios de manera irracional e intencionada para los fines mencionados anteriormente.

Finalmente, el conocimiento de la diversidad de aves del bosque nos proporciona datos valiosos para la toma de decisiones y realizar planes de manejo adecuados orientados a la conservación para un uso sostenible de este ecosistema y sus recursos biológicos que debido a la actividad antrópica corren el riesgo de perderse.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la diversidad de la fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo, provincia Cusco, región Cusco – 2023.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las especies de fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo
2. Estimar la diversidad alfa de aves en el bosque Pukamoqo
3. Comparar los valores obtenidos de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.
4. Determinar la disimilitud entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.
5. Determinar las especies indicadoras y abundantes de cada época (lluvias y secas) en el bosque Pukamoqo.

HIPÓTESIS

La fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo es diversa, con un mayor número de especies de aves en la época de lluvias que en la época de secas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1 BASES TEÓRICAS

1.1.1 Biodiversidad

La aparición de dos publicaciones contribuyó principalmente a la importante detonación del concepto de biodiversidad en 1980. Por un lado, Lovejoy en 1980 abordó una serie de cuestiones medioambientales globales donde redactó un informe sobre Biodiversidad, el cual alude al número de especies existentes. En contraste, Nourse y McManus en 1980 prepararon un capítulo para el undécimo informe anual del Consejo de Calidad Ambiental, donde abarcan dos conceptos vinculados entre sí: diversidad ecológica y diversidad genética, donde equiparan a la diversidad ecológica con la riqueza de especies y la diversidad genética con la variación genética dentro de las especies. La preocupación por preservar la biodiversidad se ha convertido en “un modelo de lo que tenemos y de lo que perdemos, donde el mundo cambiará irreversiblemente”, por lo tanto; podría aniquilar las bases de la existencia humana. (Núñez et al., 2003)

El término diversidad biológica se utiliza en una variedad de contextos, pero sus orígenes se encuentran en el término abreviado “biodiversidad” acuñado por Walter R. en 1985 en la primera reunión de planificación del Comité Nacional de Biodiversidad. En 1992, el concepto de biodiversidad se convirtió en un importante tema de debate en la Cumbre de la Tierra, ocupando un lugar central en las discusiones cuando se confrontan cuestiones de ciencia, política e intereses mundiales, y es ahí donde aparece la Convención de la Diversidad Biológica (1992), el cual declara que la biodiversidad es la variedad de individuos vivos de cualquier fuente, englobando los sistemas biológicos terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, como también los complejos ecológicos que les conciernen. Uno de los aportes más influyentes al entendimiento del concepto proviene del biólogo Edward O. Wilson, considerado el “padre de la biodiversidad”, donde plantea que la diversidad biológica es la totalidad de la variación heredada presente en los organismos de una región determinada, que puede ir desde un ecosistema específico hasta todo el planeta. Según él, esta diversidad se manifiesta y estudia en tres niveles fundamentales: los ecosistemas, las especies y los genes (Wilson, 1992).

La biodiversidad es un concepto complejo, ya que comprende toda una estructura biológica, desde genes hasta las comunidades y sus factores bióticos, abióticos, ciclo de nutrientes, flujo de energía, cadenas alimenticias, como también las escalas de espacio y tiempo. No obstante, los diversos componentes y sus diferentes conceptos generan desorientación, dificultando su explicación en el ámbito educativo. La disminución de la biodiversidad manifiesta uno de los enigmas mundiales más relevantes, por eso el Convenio sobre la Diversidad Biológica aporta en crear un entorno político, donde considera que la biodiversidad es una cuestión clave para el medio ambiente como para el desarrollo mundial. Sin embargo, el Convenio transmite un mensaje de que la existencia y el futuro de la diversidad biológica dependen de los procesos tanto biológicos como socioculturales (Núñez et al., 2003).

Es por ello que, diferentes autores denominan a la biodiversidad como:

Morrone (1999), indica que el término biodiversidad significa que es la “variedad y variabilidad de los organismos vivos y también de los complejos ecológicos que lo forman”.

Costa (1999), indica que la diversidad biológica es “una gigantesca pluralidad de seres vivos y microorganismos. También considera las diferencias que existen entre seres de la misma especie”.

Toledo (1994), dice que biodiversidad es la “medición de la riqueza de los organismos vivos en un espacio, tiempo determinado y la geografía política”.

Halfpeter y Escurra (1992), dicen que la “diversidad biológica viene del proceso evolutivo que se afirma en la realidad de diferentes métodos de ser para la vida. Se afirma en todos los niveles jerárquicos, de las moléculas a los ecosistemas”.

Wilson (1992), menciona que la biodiversidad es la “variabilidad que forma la base hereditaria en los niveles de organización de una especie o población existente en un ecosistema”.

La Real Academia Española, menciona que la biodiversidad viene a ser la “variabilidad de especies tanto animales y vegetales en un ecosistema”.

McNeely (1990), define a la biodiversidad como un “concepto global que involucra la cantidad, frecuencia de ecosistemas, las especies y los genes”.

Solbrig (1994), define a la “biodiversidad como una característica innata de la naturaleza”.

May (1995), dice que la “biodiversidad se expresa en los distintos grados que la definen, desde la diversidad genética con poblaciones locales de especies o entre poblaciones geográficamente distintas de una misma especie y hasta todas agrupadas en comunidades o ecosistemas”.

Margalef (1997), indica que la biodiversidad es una “agrupación de genomas de los seres vivos que existen en el planeta tierra”.

Jeffries (1997) y Solís (1998), indican que la “biodiversidad resulta de procesos evolutivos, patrones ecológicos vinculados al biogénesis y mantenimiento de la diversidad biológica”.

Loa (1998), dice que la “biodiversidad proporciona servicios ecológicos: por medio de los cuales las personas obtienen varios beneficios”.

Lovejoy (1980), dice que la “diversidad biológica es la riqueza de especies presentes”.

Norse y McManus (1980), definen al término “biodiversidad de manera global en el cual incluye la diversidad genética y diversidad ecológica, que es el número de especies en un bioma”.

Groombridge (1992), dice que la “diversidad biológica es el número, diversidad y variabilidad de los seres existentes”.

Neyra y Durand (1998), dicen que la “biodiversidad viene a ser la variabilidad de la vida; el cual comprende ecosistemas terrestres, acuáticos, complejos ecológicos y sus interrelaciones entre ellos”.

La Convención sobre la Diversidad Biológica (1992), dice que la “biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos otros ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; Abarca la diversidad dentro de las especies, entre especies y ecosistemas”.

Heywood y Watson (1995), dicen que la “biodiversidad es el grado o extensión de la diferencia entre entidades biológicas dentro de una población particular. Es la diversidad de toda vida, no una entidad o recurso, sino una característica o atributo de la naturaleza”.

Dirzo (1990), dice que la “biodiversidad resulta del producto evolutivo, la biogeografía, y la ecología. Por ende, viene a ser la riqueza de los seres vivos en el ecosistema”.

Espinosa y Cordero (1995), indican que la “biodiversidad viene a ser la composición tanto de la riqueza de especie, abundancia, variabilidad genética, distribución geográfica y funciones ecológicas de los seres vivos”.

Perú es el cuarto país con mayor biodiversidad del mundo, tanto en términos de especies, recursos genéticos y ecosistemas los cuales son muy productivos con un extraordinario potencial para desarrollar trabajos sustentables; por esta razón el Perú ubica un estatus sobresaliente en el mercado mundial. La economía del país, tanto en la agricultura, pesca, ganadería y silvicultura, al igual que la producción industrial, necesita al menos un 22% de la biodiversidad, que es una fuente sustancial de alimentos y de autosuficiencia local. En términos de cantidad, el valor de las exportaciones peruanas asociadas con la biodiversidad es de aproximadamente 9 mil millones de dólares. El Perú cuenta con más de 40 productos de biodiversidad con una tarifa de crecimiento promedio anual superior al 10%, presentes en diversos mercados de Estados Unidos, Asia y Europa (MINAM, 2010).

Aunque las acciones del uso directo de los recursos de la biodiversidad y las actividades económicas oficiales están sujetas a un control cada vez más efectivo del estado, todavía se tiene problemas con los impactos que ocasionan sobre la biodiversidad y los ecosistemas. Siendo el primordial peligro la alteración en el uso de la tierra como resultado del incremento de la agricultura generalizada. Otras amenazas a la biodiversidad es la quema de bosques, tala y minería ilegal que influyen desfavorablemente a los ecosistemas. También la sustracción ilegal de flora y de fauna silvestre, causa importantes pérdidas económicas a los gobiernos y limita el potencial productivo. El uso generalizado de productos químicos agrícolas es un efecto negativo en la biodiversidad y en la salud de las personas. Así mismo un peligro a la biodiversidad es la introducción de especies foráneas, el cual afecta a la biodiversidad y a las actividades económicas productivas. (MINAM, 2014).

La importancia de la biodiversidad tiene un valor fundamental ya que es el soporte del funcionamiento de los ecosistemas. A su vez, los procesos y servicios proporcionados por ecosistemas saludables forman la base del bienestar humano, como también nos brindan agua, ropa, medicina, materia prima, sustento, refugio contra el frío y la lluvia, recreación, regulación de los gases de efecto invernadero y atractivo paisajístico (Oberhuber et al., 2015).

1.1.2 Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad característica a la que se considera semejante. La gran parte de los métodos utilizados para estimar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades. Los métodos utilizados se dividen en dos amplios grupos: métodos basados en la expresión numérica de especies presentes y métodos basados en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001).

1.1.3 Diversidad beta

Es la variación en la composición de especies entre diferentes ecosistemas (Whittaker, 1960). La medición está basada en proporciones o diferencias, las cuales son coeficientes de similitud, disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos o cuantitativos (Moreno, 2001).

1.1.4 Aves

Se considera al *Archaeopteryx* como el ave más primitiva, el cual estuvo presente en el Jurásico tardío hace 150 millones de años. El *Archaeopteryx* compartía una combinación de peculiaridades de aves y reptiles, los rasgos reptilianos comprendían dientes, garras en las alas, cola con abundantes vértebras independientes. Más adelante, en el Cretácico temprano (hace 125 millones de años), surgieron aves más avanzadas como *Confuciusornis*, que ya tenían pico en lugar de dientes. Con el tiempo, las aves con pico reemplazaron a las aves dentadas, las cuales desaparecieron junto con los dinosaurios al final del Cretácico. Por ello, se considera que las aves evolucionaron a partir de reptiles (Sterling et al., 2019).

Las aves son animales vertebrados, ovíparos, tienen respiración pulmonar, su sangre de temperatura constante, presentan pico córneo, cuerpo revestido de plumas, con dos patas y dos alas que lo usan para volar, cuando están en estado embrionario, tiene amnios y alantoides (Real Academia Española, 2001). Las aves presentan rasgos como una estructura ósea compacta y ligera que está constituido por huesos huecos. Así mismo un sistema respiratorio con diversos sacos aéreos, el cual les facilita la asimilación de oxígeno, estas características que desarrollaron les posibilita el vuelo. No obstante, el rasgo más notorio son las plumas (estructuras queratinosas compuestas por raquis, barbas y cálamo que están insertadas a la piel del ave), estos rasgos son exclusivos de la clase aves. También presentan picos córneos de diferentes estructuras, el tipo de pico dependerá de su conducta alimentaria (Maruri et al., 2013).

Casi la totalidad de las especies de aves se describieron en los siglos XVIII y XIX, por esta razón la taxonomía en las aves es ampliamente conocida. Las aves se localizan en todos los continentes de la tierra, presentando una diversidad impresionante. Ciertas aves evolucionaron para subsistir en temperaturas extremas como en zonas polares que son extremadamente frías y en zonas más cálidas. Por otro lado, algunas aves presentan plumajes llamativos para cautivar a sus parejas y otras aves presentan plumaje con un camuflaje único. Este grupo taxonómico tienden a ser rastreados mejor que cualquier otro taxón porque son más fáciles de ver, determinar y contar. Las aves son visibles, muy activas durante el día y, a menudo, aparecen en cantidades relativamente fáciles de contar. Por esta razón, son el grupo taxonómico más observado (BirdLife International, 2022).

Las aves desempeñan funciones primordiales en los ecosistemas, ya que son polinizadoras, dispersoras, depredadoras, carroñeras. Debido a su naturaleza móvil, actúan como puentes entre ecosistemas distantes, distribuyendo nutrientes y ayudando la dispersión de otros organismos. De igual modo las aves son significativas para la cultura humana dado que, estamos conectados con ellos de muchas maneras a través del espacio y tiempo, por ejemplo; forman parte del arte, literatura, religión, la danza y música. Así mismo, la observación de aves es un pasatiempo que se está volviendo popular, uniendo a las personas de todos los países en la búsqueda de la conservación y ganando importancia económica (BirdLife International, 2022).

Las aves son indicadores de la calidad ambiental porque tienen diversos grados de sensibilidad a alteraciones como la desintegración y alteración del hábitat. Como también, las aves proporcionan funciones importantes ecosistémicas, por ejemplo, las aves dispersan semillas, disminuyen en gran medida las poblaciones de insectos (MIMAN, 2015).

Se viene evidenciando que el relacionarse con las aves tiene un efecto positivo para nuestra salud mental y tranquilidad. Además, en un trabajo de investigación en el Reino Unido encontraron que el número de individuos de aves se relacionaba positivamente con tasas más bajas de depresión, ansiedad y estrés en el hombre, como también en el caso del coronavirus, la mayoría de las personas dijeron que encontraban la vida más placentera cuando veían y escuchaban el canto de los pájaros. A pesar de demostrar que las aves tienen un impacto positivo, según la Lista Roja de la UICN señalan que la población de aves está sufriendo un declive, y este declive no solo es en especies raras o amenazadas; si no también en especies frecuentes, lo cual afecta al funcionamiento correcto del ecosistema y abastecimiento de servicios ecosistémicos (BirdLife International, 2022).

Perú presenta una gran diversidad de aves. Tanto biólogos como ornitólogos han dedicado mucho interés a la riqueza y esplendor de las especies que se localizan en las llanuras costeras, valles, en los altos andes, en la cuenca del Amazonas. Así mismo, no todas las aves del Perú son residentes, ya que hay muchas especies de aves que migran al Perú como visitantes. Debido a esto Perú se caracteriza por una riqueza excepcionalmente grande de especies de aves, lo que refleja la enorme diversidad de zonas de vida (Senner & Angulo, 2014).

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Internacionales

Martínez et al., (2013) en Colombia, investigaron la diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové en las diferentes épocas del año (lluvia y seca). Utilizaron la metodología de puntos fijos de conteo durante 10 minutos y captura con redes de niebla. Determinaron 101 especies de aves, 6633 individuos y 11 migratorias. En cuanto a la riqueza de especies y abundancia en las diferentes épocas del año no se mostraron diferencias significativas ($p=0.68$). Concluyen que el área de estudio presenta una alta diversidad de aves y presenta un valor ecológico.

Ramírez (2013) en México, realizó un estudio sobre diversidad de aves en época de lluvias y secas. Utilizó el método de puntos por conteo y captura con redes. Registraron 129 especies de aves, de las cuales 90 residentes y 31 migratorias. Determinó que no hay una diferencia significativa en los valores de diversidad entre la época de lluvias y secas saliendo todos sus resultados $p>0.05$. Concluye que la zona de estudio debe considerarse como un área de conservación de aves.

Espinosa et al., (2020) en México, evaluaron la diversidad y composición de aves en el Parque Nacional Lagunas de Montebello en dos épocas (lluvias - secas). La metodología utilizada fue puntos de conteo en los meses de febrero a julio del 2017. Registraron 123 especies de aves, estimando su diversidad con Números de Hill ($q_0=123$; $q_1=41.67$; $q_2=24.79$). Presentan una diferencia significativa en ambas épocas ($p=0.01$, $p=0.005$ y $p=0.01$). Concluyen que la temporada de lluvias tiene mayor diversidad que en la temporada de secas.

1.2.2 Nacionales

Iannacone et al., (2010) en Lima, realizaron un estudio sobre la diversidad de aves en Pantanos de Villa en dos periodos (lluvias-secas). Utilizaron la metodología de detección visual. Reportaron 58 especies de aves, distribuidas en 26 familias y 12 órdenes. Determinaron que no hay una diferencia significativa entre los periodos ($p=0.27$).

Salvador (2019) en Lima, investiga la distribución espacio temporal de la ornitofauna en el distrito Cajatambo. Emplea el método de transectos. Registro un total de 102 especies de aves, distribuidas en 12 órdenes y 27 familias. La variación temporal de las aves fue expresada en la composición de

las especies entre la época de lluvias (*Colibri coruscans*) y secas (*Zonotrichia capensis*, *Phrygilus plebejus* y *Sicalis uropygialis*), dichas especies tiene mayor variación de abundancia relativa en cada época. En cuanto a la diversidad alfa entre las temporadas de lluvias y secas no se mostró diferencias significativas ($p\text{-valor}=0.59$, $p\text{-valor}=0.62$, $p\text{-valor}=0.27$). De igual manera no se obtuvo una diferencia significativa en la comparación de abundancias relativas ($p\text{-valor}=0.276$).

Zuñiga (2019) en Junín, evalúa el estado situacional de la avifauna en el Santuario Histórico de Chachamarca, donde distingue dos temporadas de lluvias y secas. Utiliza el método de transectos lineales. Registrando 43 especies de aves, distribuidas en 12 órdenes y 21 familias. Así mismo registra el mayor número de familias para la temporada de lluvias. En dicha evaluación no hay una diferencia significativa entre ambas temporadas. Concluye que el área de estudio presenta una alta diversidad de aves.

1.2.3 Locales

Servat et al., (2002) realizaron un trabajo sobre flora y fauna en bosques altoandinos de Queuñas en la cordillera del Vilcanota: Sacsamonte, Yanacocha, Pumahuanca y Queuñamonte, con la finalidad de aportar mayor conocimiento sobre los bosques de Queuña. Utilizaron la metodología de puntos fijos de conteo y playback, anotando los datos del hábitat y sustrato. Registraron 68 especies de aves, distribuidas en 24 familias, siendo las familias Trochilidae, Furnariidae, Tyrannidae y Fringillidae las más abundantes.

Cabrera & Cruz (2012) en Paruro, realizaron un estudio donde evaluaron la comunidad de aves en un bosque de Queuña en temporadas de lluvias y secas. Utilizaron la metodología de observación directa. Registraron 59 especies de aves, siendo la especie *Mecocerculus leucophrys* un nuevo registro para la provincia de Paruro, 5 especies endémicas (*Asthenes ottonis*, *Cranioleuca albicapilla*, *Poospiza caesar*, *Oreonympha nobilis* y *Aglaeactis castelnaudii*) y 19 especies asociadas a los bosques de Queuña. Además, el resultado de su índice de Simpson es 0.956 para las dos épocas y una similitud del 81%. Así mismo, indican que la temporada influye en la abundancia de algunas especies como *Xenodacnis parina*, *Turdus chiguanco*, *Polioxolmis rufipennis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Metallura tyrianthina* y *Patagioenas maculosa* son más abundantes en temporada de lluvias mientras que las especies *Aglaeactis cupripennis*, *Bolborhynchus orbygnesi*, *Zenaida auriculata*, *Metriopelia melanoptera* y *Phalcoboenus megalopterus* son más abundantes en

temporadas de secas. Concluyendo que el estudio tiene una diversidad alta y no existe diferencia significativa entre ambas épocas.

Municipalidad Provincial del Cusco (2013) realizaron una evaluación en las microcuencas de la Provincia de Cusco, donde registraron 14 especies de aves, destacando la familia Trochilidae y en considerable cantidad se perciben las especies: *Zonotrichia capensis*, *Troglodytes aedon*, *Turdus chiguanco*, *Zenaida auriculata*, *Spinus magellanicus*.

Venero (2015) en el Humedal Lucre-Huacarpay, reportó 140 especies de aves, entre las cuales: 70 son residentes, 23 son migratorias, 24 son ocasionales y 18 son temporales, con dos especies endémicas del sur del Perú: *Asthenes ottonis* y *Oreonympha nobilis*.

Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (2017) en el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán, realizaron una guía de aves con la finalidad de saber nuestra riqueza natural y entender el valor de la naturaleza. Donde registraron un total de 91 especies de aves; de las cuales 6 especies migratorias (*Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Phalaropus tricolor*, *Catharus ustulatus*, *Tyrannus savana*, *Muscisaxicola maculirostris*) y 6 especies endémicas (*Aglaeactis castelnaudii*, *Oreonympha nobilis*, *Asthenes ottonis*, *Asthenes virgata*, *Cranioleuca albicapilla*, *Poospiza caesar*), donde cada especie tiene un registro fotográfico, una breve descripción y el estado de conservación en la que se encuentran.

Carrasco (2018) llevó a cabo un estudio sobre la ornitofauna en áreas forestadas con queuña dentro del Parque Arqueológico de Saqsaywaman, específicamente en Pukamoqo, Wayllarqocha, Tambomachay y Llaullipata-Cruzmoqo. Para ello, empleó métodos de observación directa y captura. Registró un total de 28 especies de aves, destacando la familia Thraupidae como la más diversa. En cuanto a la distribución por sitio, Pukamoqo y Wayllarqocha presentaron 21 especies, Tambomachay 26 especies, y Llaullipata-Cruzmoqo 22 especies. Los valores obtenidos del índice inverso de Simpson fueron de 0.885, 0.901, 0.928 y 0.881, respectivamente, evidenciando distintos niveles de diversidad en cada zona forestada.

Cárdenas & Hurtado (2019) en el Humedal Lucre-Huacarpay, investigaron sobre la variación de la riqueza y abundancia en aves durante el periodo de El Niño, con el objetivo de analizar la variación espacial y temporal. Utilizaron la metodología de transectos observando cada quincena de cada mes en los 6 espejos de agua que integran el Humedal Lucre-Huacarpay. Registraron 84 especies de aves, de las cuales 63 residentes, 4 temporales, 5 ocasionales, 12 migratorias y 5 especies con mayor abundancia las cuales fueron *Zonotrichia capensis*, *Chroicocephalus serranus*, *Fulica ardesiaca*, *Catamenia analis* y *Gallinula galeata*. Determinaron que no existe una diferencia significativa en la época de lluvias y secas en cuanto a su diversidad, riqueza y abundancia. (p-valor=0.061, p-valor=0.657, p-valor=0.981). Concluyendo de los 6 espejos de agua el de Waskar presenta mayor riqueza.

Guevara (2019) en San Jerónimo, estudio la relación que existe entre las aves y la diversidad arbórea. La toma de muestras se realizó en 10 meses en dos épocas (lluvias y secas). Utilizaron la metodología de observación directa y redes de neblinas para la fauna ornitológica. Registraron 15 especies de aves para la temporada de lluvias y 14 especies para la temporada de secas, siendo la especie *Zonotrichia capensis* la más abundante para ambas épocas. Concluyen que la diversidad de aves si respondieron a la mayor diversidad de vegetación y la época de lluvias tiene mayor riqueza de aves.

Davalos (2022) en Calca, realizó un estudio sobre riqueza de aves en la cuenca del rio Charán, aplicando la metodología de transectos lineales y observación directa, determinando 36 especies de aves, distribuidas en 16 familias, de las cuales las familias con mayor diversidad son Apodiformes, Passeriformes y Columbiformes, siendo las especies más abundantes *Zonotrichia capensis* y *Zenaida auriculata*. Concluye que la zona estudiada presenta una alta diversidad.

Jara (2023) en Cusco, analizó el efecto de la perturbación en la diversidad ornitológica en la laguna de Huaypo en la temporada de lluvias y secas, con el objetivo de conocer la influencia de la perturbación en la diversidad de aves. Utilizo el método conteos totales. Registro 56 especies de aves, distribuidas en 12 órdenes y 23 familias, siendo 53 especies para la época de lluvias y 37 para la época de secas. Determino que, si hay una diferencia estadística significativa entre la diversidad en las épocas de lluvias y secas, más no en los años de evaluación.

CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

2.1.1 Ubicación política

- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : Cusco
- Ámbito : Pukamoqo

2.1.2 Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica geográficamente dentro del Parque Arqueológico de Sacsayhuamán, el cual oscila entre los 3462 msnm a 3570 msnm.

Tabla 1.

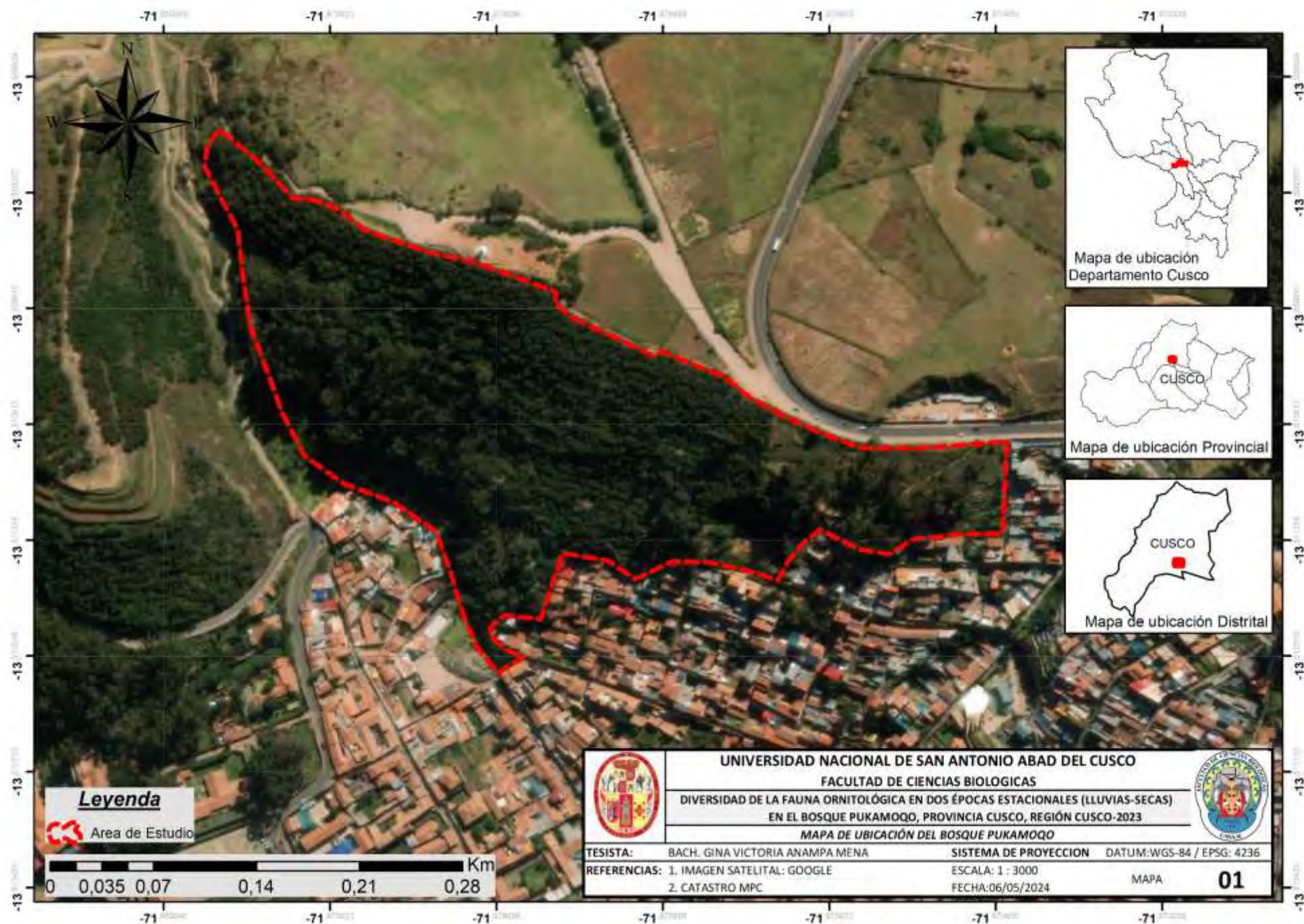
Ubicación geográfica de los sectores del ámbito de estudio.

	ZONA A	ZONA B	ZONA C
PUNTO 1	ZONA 19 L 177479.75 O 8504492.33 S	ZONA 19 L 177472.78 O 8504558.03 S	ZONA 19 L 177823.45 O 8504404.26 S
PUNTO 2	ZONA 19 L 177533.97 O 8504444.04 S	ZONA 19 L 177621.29 O 8504498.7 S	ZONA 19 L 177888.52 O 8504390.99 S
PUNTO 3		ZONA 19 L 177745.97 O 8504440.97 S	
PUNTO 4		ZONA 19 L 177631.95 O 8504360.03 S	
PUNTO 5		ZONA 19 L 177618.96 O 8504360.03 S	

Límites:

- NORTE: Con la cumbre del cerro Senqa.
- SUR: Con el Barrio de Sapantiana.
- ESTE: Con el Parque Arqueológico de Pumamarca - Distrito de San Sebastián.
- OESTE: Con el riachuelo de Saphi.

Figura 1. Mapa de Ubicación del Área de Estudio del bosque Pukamoqo



2.1.3 Área

El área de estudio abarca una extensión de 7.6 hectáreas. El punto más alto de la zona de estudio es de 3570 m y el punto más bajo del área de estudio es de 3462 m.

2.1.4 Accesibilidad

Existen dos vías de acceso al bosque Pukamoqo:

- En la actualidad hay una ruta muy conocida, que se encuentra en el mercado Rosaspata, por donde pasan dos agencias de transporte urbano E.T. Señor del Huerto y E.T. Cristo Blanco, el recorrido inicia en el mercado Rosaspata pasando por toda la Av. Circunvalación hasta llegar a la altura de Cristo Blanco (Parque Arqueológico de Sacsayhuamán), la ruta tiene una distancia de 3920 m con un promedio de 15 min.
- También se tiene una ruta pedestre donde se inicia en la Plaza de Armas de Cusco, entrando por la calle Triunfo, luego se pasa por la calle Hatun Rumiyoq, encontrándose más adelante la calle Choquechaca donde se debe caminar hasta el final de la calle hasta llegar a Sapantiana, la ruta tiene una distancia de 900 m con un promedio de 20 min.

Figura 2. Mapa de Ubicación de Accesibilidad del bosque Pukamoqo



2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 Cobertura vegetal

El ámbito de estudio presenta 3 zonas diferenciadas, las cuales son:

Zona de Eucalipto: Abarca un área de 17627.34 m² donde predominan los árboles de Eucaliptos que alcanzan una altura de aproximadamente 30 metros. En el sotobosque de esta formación arbórea se desarrolla una cobertura herbácea diversa, compuesta principalmente por especies de las familias Calceolariaceae, Poaceae y Asteraceae.

Zona de Queuña: Con una extensión de 38231.57 que está conformada principalmente por arbustos de Queuñas. Asimismo, en menor proporción, se registran especies pertenecientes a la familia Fabaceae, como el Mutuy y especies herbáceas de las familias Poaceae, Asteraceae e Iridaceae.

Zona deteriorada: Comprende un área de 15703.87 m² y presenta una cobertura vegetal reducida, con presencia dispersa de eucaliptos, pinos y arbustos de queuña. Sin embargo, factores como la alta afluencia de visitantes, el manejo inadecuado de residuos sólidos, la tala selectiva y el establecimiento de pequeñas parcelas agrícolas han generado un proceso de degradación ambiental progresiva en el sitio.

	
Zona de Eucalipto	Zona de Queuña
	
Zona Deteriorada	

2.2.2 Geomorfología

En el área de estudio se identifica las siguientes unidades geomorfológicas:

- Meseta del Sacsayhuamán: Localizada al norte de la ciudad del Cusco, a los 3600 y 3650 msnm, donde se halla el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán. Está limitada por las elevaciones de Ccorao, las cuales se encuentran disgregadas por la falla de Tambomachay y al sur limitado por la depresión del Cusco. Dicha meseta presenta afloramientos de rocas del Grupo Yuncaypata, donde predominan las calizas, areniscas, lutitas y lentes de yeso. (Ministerio de Cultura, 2020)
- Meseta De Tambillo: Localizada al norte de San Sebastián, a los 3500 y 3650 msnm. Constituido por afloramientos de calizas, areniscas, lutitas y brechas del Grupo Yuncaypata y la formación Pumamarca (Ministerio de Cultura, 2020).

2.2.3 Geología

En la Meseta de Sacsayhuamán aparecen rocas sedimentarias clásticas como lutitas, limolitas, areniscas y en mínima magnitud las rocas calcáreas como calizas, los cuales son pertenecientes al Grupo Yuncaypata de edad Cretácica medio-superior (Formaciones Paucarbamba y Calizas Yuncaypata). Sobre estas rocas se formaron sedimentos coluviales de edad cuaternaria reciente. Las calizas surgen como reducidos cuerpos aislados que destacan en los terrenos planos. Se trata de calizas grises oscuras, muy fracturadas (Cárdenas et al., 2009).

2.2.4 Ecología

Siguiendo el criterio ecológico de Tosi (1960), el área de estudio le corresponde estar en el Bosque Húmedo Montano (bh-M) que va desde los 3350-4200 m.s.n.m, con una vegetación característica de *Polylepis*, *Escallonia*, *Alnus*.

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, utiliza el sistema de zonas de vida de Holdridge, donde el área de estudio pertenece a Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS), que oscila entre los 3500-3900m.s.n.m (ONERN, 1976).

Considerando los pisos altitudinales, la zona de estudio correspondería al Piso Montano ya que esta entre los 3000-4000 metros (INRENA, 1994).

Según Aragon & Chuspe (2018), biogeográficamente se ubica en un bioma de Bosques Secos de Hoja Ancha Tropicales y Subtropicales, con una ecorregión de Valles Interandinos Peruano. La subregión pertenece a Subpuna (3700-3200 m), la cual se caracteriza por presentar un clima templado-frío, siendo la zona de transición entre la puna y los valles interandinos peruanos.

Teniendo en cuenta la clasificación de ecosistemas del MINAM (2019), el área de estudio se encuentra en la región natural andina y conforma un ecosistema Bosque relictos altoandino dominado por Queuña.

2.2.5 Clima

Considerando los datos reportados por la estación meteorológica de la UNSAAC, existe un periodo de lluvias que corresponden a los meses de octubre hasta abril y un periodo de secas desde mayo a setiembre (Figura 3).

Los meses de la época de lluvias presentan una temperatura que va de 6.7°C a 14.23°C en promedio y una precipitación acumulada de 275.14 mm, superando los 100mm entre los meses de diciembre a marzo. La humedad correspondiente para esta época es de 58.83%. Así mismo para la época de secas la temperatura promedio mínima y máxima es 3.81°C a 11.02°C respectivamente y una precipitación acumulada de 41.64 mm, con una humedad de 55.23%.

Según estas características, la provincia del Cusco presenta un bioclima tropical-pluviestacional (Rivas et al, 2003; Aragón & Chuspe, 2018).

Considerando la descripción de Pulgar Vidal (2014), el Cusco como ciudad se encuentra en el piso ecológico Quechua que se caracteriza por un clima templado a templado frío, dependiendo de la altitud y la época del año.

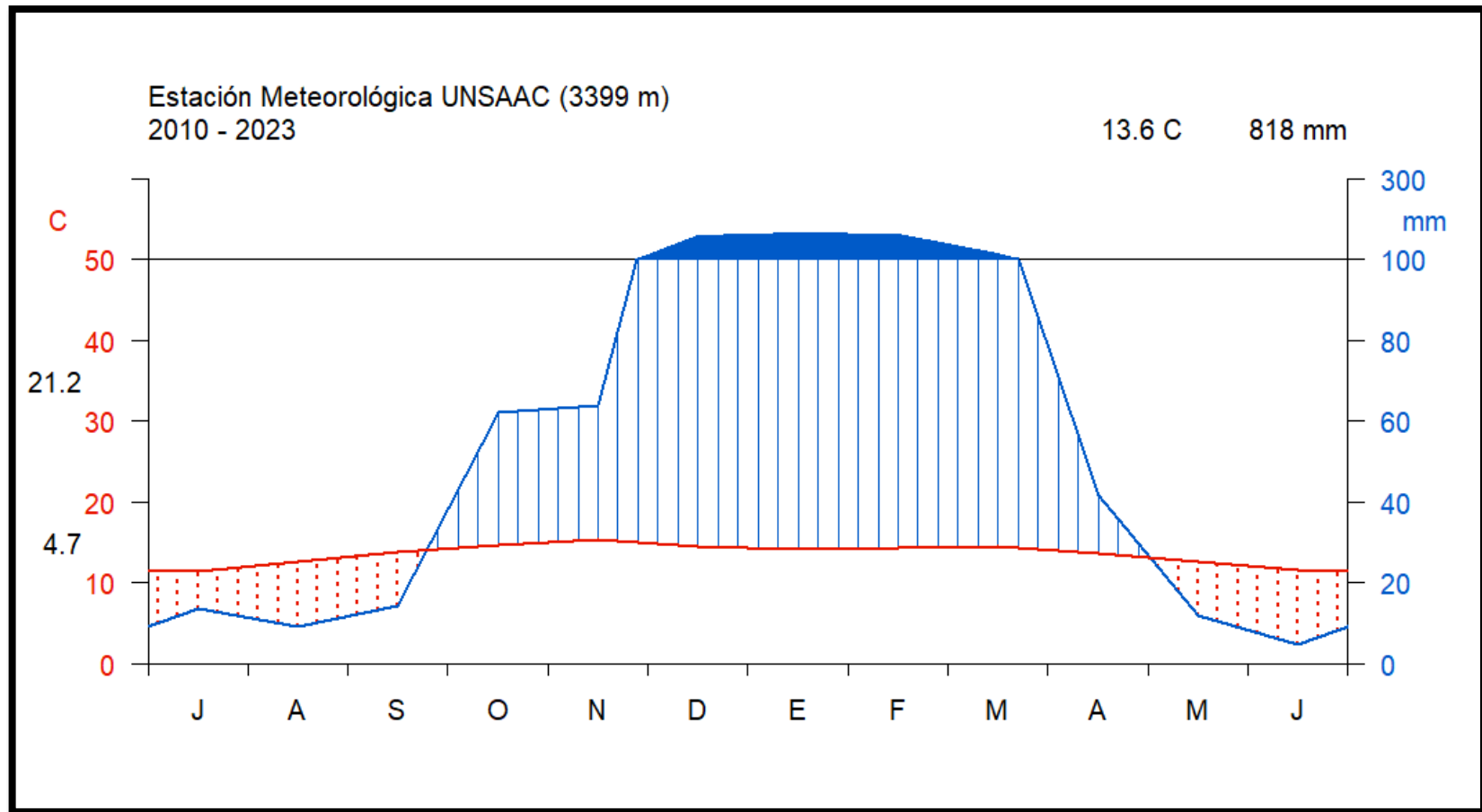
Tabla 2.

Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica UNSAAC: 2010-2023.

Meses	Precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima
ENERO	164,43	18,73	9.59
FEBRERO	160.09	19.37	9.33
MARZO	115.05	19,80	9.06
ABRIL	41,60	19.29	7,94
MAYO	11,94	18.54	6.51
JUNIO	4.62	18.43	4.72
JULIO	13.54	18.14	4,76
AGOSTO	9.13	19,82	5,50
SETIEMBRE	14.35	19,83	7.82
OCTUBRE	62,18	20.19	8,93
NOVIEMBRE	63,84	21.19	9.51
DICIEMBRE	156,78	19.62	9.41

Fuente: Estación meteorológica UNSAAC.

Figura 3. Climograma de Walter-Lieth



La gráfica muestra el climograma de Walter-Lieth, donde en el eje “x” se encuentran las iniciales de los meses para los años 2010 al 2023, por otro lado en el eje “y” de la izquierda se encuentra el rango de temperatura que esta de color rojo y en el eje “y” de la derecha se representa la precipitación que esta de color azul. El área que se encuentra con puntos rojos representa un periodo de sequía mientras que el área con líneas perpendiculares azules representa periodos húmedos y el área en azul representa periodos con precipitaciones mayores a 100 mm.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1 MATERIAL BIOLÓGICO

- Aves presentes en el bosque Pukamoqo

3.1.2 MATERIAL DE CAMPO

- Cámara fotográfica
- Binoculares
- GPS
- Brújula
- Altímetro
- Guías de campo: “Aves del Perú”
- Cuaderno de campo
- Hoja de conteo por puntos
- Lápiz
- Baterías

3.1.3 MATERIAL DE GABINETE

- Bibliografía recopilada
- Laptop Lenovo
- Guía: Aves del Perú
- Guía: Aves en el Humedal Lucre - Huacarpay
- Guía: Aves en el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán
- Microsoft Excel 2007
- Microsoft Word 2007
- Software R

3.2. MÉTODOS

3.2.1 Determinar las especies de fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo.

A. Puntos de conteo.

El procedimiento para determinar las aves fue a través de Observaciones Directas o de Muestreos Visuales Sistemáticos, con las opciones de “al acecho” y “al rececho” (Venero, 1984) mediante la metodología Puntos de Conteo.

Esta metodología investiga: (1) las variaciones anuales en puntos fijos de las poblaciones de aves, (2) las distintas composiciones particulares según el tipo de ambiente, y (3) los patrones de abundancia de cada especie (Ralph et al., 1996). La selección de este método se debe a que presenta particularidades que lo hace eficiente para todo tipo de terrenos y ambientes. Esto es apropiado para el área de estudio, porque presenta una fuerte pendiente y barrancos. También, los puntos de conteo son útiles para zonas de vegetación densa y tiene un fácil tratamiento estadístico. A diferencia de los transectos, el observador recorre líneas rectas, sin prestar atención a las características topográficas del terreno.

Para aplicar esta metodología se consideró los siguientes aspectos: horario de estimación, duración de cada suceso, coordenadas geográficas de los puntos, distancia mínima entre puntos, y otras particularidades de la metodología que evita duplicar el muestreo.

Teniendo en cuenta el concepto de la metodología a usar, se llevó a cabo evaluaciones quincenales en diferentes fechas dentro de la época de lluvias y secas (Tabla 3 y 4). Además, se realizó una caracterización del área de estudio, en la que se estableció 3 zonas que se diferencian por el tipo de cobertura vegetal (Eucalipto, Queuña y Deteriorada). Se seleccionaron al azar 9 puntos de conteo, considerando la fisiografía del terreno y una determinada distancia que implique los 25 m de radio del ámbito de influencia de cada punto de evaluación, con la finalidad de garantizar la independencia de muestreo (Ralph et al., 1996). En consecuencia, se establecieron dos puntos de conteo en la zona de Eucalipto y Deteriorada para cada una y cinco puntos de conteo en la zona de Queuña.

Para uniformizar el monitoreo se realizó evaluaciones a partir de las 7:00 de la mañana hasta terminar todos los puntos de conteo. En cada punto se tomó nota de todos los individuos vistos y oídos en un tiempo de 15 minutos (Figura 4).

Tabla 3.*Fechas de evaluación en el área de estudio para la época de lluvias*

Época	Día	Mes	Año
Lluvias	8	Enero	2023
	23	Enero	
	7	Febrero	
	22	Febrero	

Tabla 4.*Fechas de evaluación en el área de estudio para la época de secas*

Época	Día	Mes	Año
Secas	4	Junio	2023
	19	Junio	
	4	Julio	
	19	Julio	

Figura 4. Mapa metodológico para el respectivo monitoreo.



B. Determinación de especies

La determinación de especies se realizó in situ, en base a las observaciones con binoculares y comparaciones con la bibliografía especializada como las guías: “Aves del Perú” (Schulenberg et al., 2007), “Aves en el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán” (DDC, 2017) y “Aves en el Humedal Lucre – Huacarpay” (Venero, 2015).

Así mismo, para las especies que fueron difíciles de determinar, se recurrió al uso de cámaras fotográficas y binoculares para su posterior ratificación con los especialistas en ornitología.

Considerando que para la determinación de especies se contó con el apoyo de especialistas en la ornitología.

C. Registro de datos

Se registro los datos en una hoja de conteo por puntos (Anexo 2), donde se toma en cuenta la fecha, hora en que se inició y en la que se finalizó cada punto, zona, la especie y el número de individuos observados, como también la fecha, la hora en que se inició y en la que se finalizó cada punto.

3.2.2 Estimar la diversidad alfa de aves en el bosque Pukamoqo.

Para analizar los datos obtenidos en campo durante el muestreo se utilizó el programa Microsoft Excel y Software RStudio versión 4.1.2.

La diversidad alfa fue calculada usando Números de Hill o Número efectivo de especie.

A. Números de Hill o Número efectivo de especie

Los números de Hill (número efectivo de especies) hacen de un método que permite reflejar de manera sencilla este número efectivo de especies frente al parámetro “q”, el cual precisa la susceptibilidad del cálculo a la abundancia relativa de especies (Jost, 2018). Examinar estos tres números en conjunto permite estimar no sólo la riqueza, entendida como el número efectivo de especies, sino también la dominancia de los diferentes taxones (Córdoba et al., 2020). El primer número de Hill ($q = 0$) es la riqueza de especies y no considera la abundancia; el segundo ($q = 1$) es proporcional a la abundancia relativa (exponente de la entropía de Shannon); y el tercero ($q = 2$); da más peso a la dominancia (índice de Simpsom) (Jost & González, 2012; Chao et al., 2014).

Se utilizó los números efectivos, llamada qD (Jost, 2006) o N_a (Hill, 1973) a través de la ecuación:

Ecuación de números efectivos
${}^qD = \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$

Donde:

D= Diversidad

S= Riqueza

p_i = Abundancia relativa de especie i

q= Orden de la diversidad

*Para q=1 se usa la ecuación de $\exp(H')$; donde H' = índice de Shannon

3.2.3 Comparar los valores obtenidos de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.

Para comparar el efecto de las épocas del año sobre la diversidad de especies de aves se hizo una prueba de significancia utilizando los índices de q_0 , q_1 y q_2 , pero antes de comparar los datos es necesario realizar unas pruebas adicionales para ver si los datos cumplen con las asunciones de un test paramétrico.

Asunciones:

-Independencia de datos (no se sobreponen)

-Normalidad

-Homogeneidad de varianzas

Dependiendo del cumplimiento de los supuestos se usará la prueba paramétrica t de Student o Test-T para varianzas iguales, caso contrario se usará la t de Welch para varianzas desiguales. Si es que no se cumplieran los supuestos de normalidad se usara la prueba no paramétrica correspondiente.

Ecuación de T para varianzas iguales (t Student)	Ecuación de T para varianzas desiguales (Welch)
$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}}$

Fuente: (Douglas et al., 2012)

Donde:

$\bar{X}_1$ = es la media de la primera muestra.

$\bar{X}_2$ = es la media de la segunda muestra.

n_1 = es el número de observaciones en la primera muestra.

n_2 = es el número de observaciones en la segunda muestra.

S_p^2 = es la estimación conjunta de la varianza de la población

S_1^2 = es la desviación estándar de la muestra 1

S_2^2 = es la desviación estándar de la muestra 2

t = es el valor estadístico

Ecuación del tamaño del efecto
$Hedges'g = \frac{\bar{\bar{x}}_1 - \bar{\bar{x}}_2}{S_p}$

Fuente: (Ellis,2010)

Donde:

$\bar{X}_1$ = es la media de la primera muestra.

X_2 = es la media de la segunda muestra.

S_p = es la estimación conjunta de la varianza

3.2.4 Determinar la disimilitud entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.

Análisis de Similitud.

El análisis de similitud (ANOSIM), es una prueba estadística multivariada no paramétrica basada en rangos. Se utiliza para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la composición de las comunidades entre grupos. Donde el p-valor del test se obtiene por permutaciones (Clarke & Green, 1988; Oksanen et al., 2024). La hipótesis nula es que no hay diferencia en la composición de la comunidad de los grupos a comparar.

Estadístico R
$R = \frac{\bar{r}_b - \bar{r}_w}{\frac{1}{4}[n(n-1)]}$

Donde:

R= valor estadístico del análisis ANOSIM

n = es el número total de muestra bajo consideración.

r_b = rango medio de las diferencias entre grupos.

r_w = rango medio de las diferencias dentro de los grupos.

Análisis de similitud en porcentaje.

El análisis de similitud en porcentaje (SIMPER), aunque el nombre indica similitud, este análisis trabaja con la disimilitud. Es una función que determina el promedio de la contribución de las especies a la disimilitud entre los grupos evaluados, usando como insumo la abundancia y considerando la matriz de distancias de Bray Curtis (Clarke, 1993; Oksanen et al., 2024).

Ecuación SIMPER
$d_{ijk} = \frac{ x_{ij} - x_{ik} }{\sum_{i=1}^S (x_{ij} + x_{ik})}$

Donde:

d_{ijk} = es la distancia de la abundancia de la especie “i” entre el grupo “j” y “k”

x_{ij} = es la abundancia de la especie “i” en el grupo “j”

x_{ik} = es la abundancia de la especie “i” en el grupo “k”

S = es el número total de especies

Índice de Similitud de Jaccard.

Expresa el grado de semejanza en composición de especies en dos muestras, relacionando el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

Ecuación Jaccard
$I_j = \frac{c}{a + b - c}$

Donde:

a = número de especies presentes en la época de lluvias.

b = número de especies presentes en la época de secas.

c = número de especies presentes en ambas épocas.

3.2.5 Determinar las especies indicadoras y abundantes de cada época (lluvias y secas) en el bosque Pukamoqo.

Análisis de especies indicadoras

El análisis de especies indicadoras (ISA), es una función que considera la frecuencia y abundancia para determinar la pertenencia de una especie a un determinado grupo. Los valores de IV (valor de indicador) mayores a 0.05 implican un fuerte indicador (Dufrêne & Legendre, 1997).

Especificidad/ Abundancia relativa	Fidelidad/ Frecuencia relativa
$A_{ij} = \frac{\bar{x}_{ij}}{\sum_j \bar{x}_i}$	$B_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{.j}}$
Valor de indicador (De Cáceres et al., 2009)	
$IV_{ij} = \sqrt{A_{ij} * B_{ij}}$	

Donde:

X_{ij} = es la cubierta media de la especie “i” en el grupo “j”

$\sum_j x_{i\cdot}$ = es la suma de la cubierta media de la especie “i” en todos los grupos.

n_{ij} = es el número de transectos en el grupo “j” ocupado por la especie “i”

$n_{.j}$ = es el número total de transectos en el grupo “j”

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Determinación de las especies de fauna ornitológica en el bosque Pukamoqo.

Se determinaron 70 especies distribuidas en 12 órdenes y 21 familias, siendo el orden Passeriformes el más abundante con 9 familias y 44 especies presentes. Las familias con mayor número de especies fueron Tyrannidae y Thraupidae con 15 especies y 14 especies respectivamente (Tabla 4). Asimismo, a este listado se sumaron 6 especies de aves endémicas del Perú, las cuales son: *Oreonympha nobilis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Cranioleuca albicapilla*, *Asthenes ottonis*, *Asthenes virgata*, *Poospizopsis caesar*, como también se registró 5 especies de aves migratorias para el área de estudio, las cuales son: *Empidonomus aurantioatrocristatus*, *Elaenia parvirostris*, *Pseudocolopteryx acutipennis*, *Muscisaxicola maculirostris*, *Catharus ustulatus*.

Tabla 5.

Número total de familias y especies por orden, presentes en el Bosque Pukamoqo en época de lluvias y secas.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AR	LL	S
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz Cordillerana	0.001		X
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita Moteada	0.018	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	0.075	X	X
		<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	0.038	X	X
		<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma de Ala Moteada	0.020	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuclillo de Pico Oscuro	0.001	X	
		<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-Violeta de Vientre Azul	0.020	X	X
		<i>Oreonympha nobilis (E)</i>	Montañas Barbudo	0.001	X	
		<i>Elliotomyia chionogaster</i>	Colibrí Verde y Blanco	0.001	X	
		<i>Metallura tyrianthina</i>	Colibrí Tirio	0.012	X	X
		<i>Aglaeactis castelnaudii (E)</i>	Rayo-de-Sol Acanelado	0.001	X	X
		<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayo-de-Sol Brillante	0.001	X	X
		<i>Lesbia victorae</i>	Colibrí de Cola Larga Negra	0.004	X	X
		<i>Lesbia nuna</i>	Colibrí de Cola Larga Verde	0.004	X	X
		<i>Patagonas gigas</i>	Colibrí Gigante	0.006	X	X
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría Andina	0.000		X
	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota Andina	0.003	X	X

Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la Puna	0.002	X	
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	0.001	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de Pecho Negro	0.000	X	
		<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho de Garganta Blanca	0.000		X
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho americano	0.000	X	
		<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita Peruana	0.000		X
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero Andino	0.009	X	X
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	0.004	X	X
		<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado	0.001	X	X
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara mitratus</i>	Cotorra Mitrada	0.003		X
		<i>Cranioleuca albicapilla (E)</i>	Cola-Espina de Cresta Cremosa	0.022	X	X
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de Ala Crema	0.001		X
		<i>Geositta cunicularia</i>	Minero Común	0.003		X
		<i>Asthenes modesta</i>	Canastero Cordillerano	0.002	X	X
		<i>Asthenes ottonis(E)</i>	Canastero de Frente Rojiza	0.005	X	X
		<i>Asthenes virgata (E)</i>	Canastero de Junín	0.002	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	Mosquerito de Alisos	0.004	X	
		<i>Agriornis montanus</i>	Arriero de Pico Negro	0.001	X	
		<i>Cnemarchus rufipennis</i>	Ala-Rufa Canelo	0.001		X

		<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío de Cresta Blanca	0.000	X	
		<i>Elaenia parvirostris (M)</i>	Fío-Fío de Pico Chico	0.003	X	
		<i>Empidonomus aurantioatrocristatus (M)</i>	Mosquero-Pizarroso Coronado	0.000	X	
		<i>Lessonia oreas</i>	Negrito Andino	0.001	X	
		<i>Pseudocolopteryx acutipennis (M)</i>	Doradito Subtropical	0.000	X	
		<i>Anairetes flavirostris</i>	Torito de Pico Amarillo	0.010	X	X
		<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	Pitajo de Pecho Rufo	0.002	X	
		<i>Ochthoeca oenanthoides</i>	Pitajo de d'Orbigny	0.003	X	X
		<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de Ceja Blanca	0.005	X	X
		<i>Myiotheretes striaticollis</i>	Ala-Rufa de Garganta Rayada	0.001		X
		<i>Muscisaxicola maculirostris(M)</i>	Dormilona Chica	0.000		X
		<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de Nuca Rojiza	0.001		X
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Víreo de Ojo Rojo	0.003	X	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	0.032	X	X
		<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal Chiguanco	0.125	X	X
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Zorzal Grande	0.011	X	X
		<i>Catharus ustulatus (M)</i>	Zorzal de Swainson	0.002	X	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero Encapuchado	0.097	X	X
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de Collar Rufo	0.150	X	X
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus aureoventris</i>	Picogruoso de Dorso Negro	0.003	X	X

Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator aurantirostris</i>	Saltador de Pico Dorado	0.036	X	X
		<i>Diglossa bruneiventris</i>	Pinchaflor de Garganta Negra	0.035	X	X
		<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de Pecho Cenizo	0.009	X	X
		<i>Geospizopsis unicolor</i>	Fringilo Plomizo	0.001		X
		<i>Conirostrum cinereum</i>	Pico-de-Cono Cinéreo	0.092	X	X
		<i>Catamenia analis</i>	Semillero de Cola Bandeada	0.036	X	X
		<i>Catamenia inornata</i>	Semillero Simple	0.001	X	X
		<i>Poospizopsis caesar (E)</i>	Monterita de Pecho Castaño	0.005	X	X
		<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe de Lomo Brillante	0.001		X
		<i>Rauenia bonariensis</i>	Tangara Azul y Amarilla	0.023	X	X
		<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo Peruano	0.021	X	X
		<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de Pecho Negro	0.005	X	X
		<i>Rhopospina alaudina</i>	Fringilo de Cola Bandeada	0.004	X	
		<i>Xenodacnis parina</i>	Azulito Altoandino	0.001	X	
Total	12	21	70		56	53

Nota: Esta tabla muestra los resultados de las especies para la época de lluvia y secas. La abreviatura AR hace referencia a la abundancia relativa de cada especie, mientras que LL y S corresponden a las temporadas de lluvias y secas respectivamente. La letra X indica la presencia confirmada de la especie en la época evaluada. Asimismo, la letra E señala que la especie es una especie endémica y M significa la presencia de especies migratorias.

4.1.2 Estimación de la diversidad alfa de aves en el bosque Pukamoqo.

A. Época de Lluvias

4.1.2.1 Cálculo de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de lluvias.

El primer muestreo realizado en la fecha ocho de enero del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 14, para la zona de Queuña es de 16 y para la zona Deteriorada es de 12. El valor de q_0 total para el primer muestreo es de 24, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 12.53, para la zona de Queuña es de 9.75 y para zona Deteriorada es de 8.83. El valor de q_1 total para el primer muestreo es de 12.22 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 11.58, para la zona de Queuña es de 7.65 y para la zona Deteriorada es de 7.33. El valor de q_2 total para el primer muestreo es de 9.89 este valor es semejante al índice de Simpson.

El segundo muestreo realizado en la fecha veintitrés de enero del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 17, para la zona de Queuña es de 29 y para la zona Deteriorada es de 17. El valor de q_0 total para el segundo muestreo es de 33, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 10.12, para la zona de Queuña es de 17.24 y para zona Deteriorada es de 11.96. El valor de q_1 total para el segundo muestreo es de 16.83 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 7.79, para la zona de Queuña es de 12.11 y para la zona Deteriorada es de 9.06. El valor de q_2 total para el segundo muestreo es de 11.65 este valor es semejante al índice de Simpson.

El tercer muestreo realizado en la fecha siete de febrero del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 20, para la zona de Queuña es de 35 y para la zona Deteriorada es de 22. El valor de q_0 total para el tercer muestreo es de 52, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 14.15, para la zona de Queuña es de 20.29 y para zona Deteriorada es de 17.79. El valor de q_1 total para el tercer muestreo es de 28.44 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 11.28, para la zona de Queuña es de 13.09 y para la zona Deteriorada es de 14.84. El valor de q_2 total para el tercer muestreo es de 18.69 este valor es semejante al índice de Simpson.

El cuarto muestreo realizado en la fecha veintidós de febrero del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 17, para la zona de Queuña es de 26 y para la zona Deteriorada es de 18. El valor de q_0 total para el cuarto muestreo 4 es de 34, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 11.56, para la zona de Queuña es de 15.02 y para zona Deteriorada

es de 10.79. El valor de q_1 total para el cuarto muestreo es de 16.62 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 8.48, para la zona de Queuña es de 9.43 y para la zona Deteriorada es de 8.09. El valor de q_2 total para el cuarto muestreo es de 11.21 este valor es semejante al índice de Simpson. (Tabla 6).

Tabla 6.

Resultados de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de lluvias.

FECHA	ZONAS	q_0		q_1		q_2	
		Zona	Riqueza	Zona	Shannon	Zona	Simpson
Primer muestreo 8/01/2023	Eucalipto	14		12.53		11.58	
	Queuña	16	24	9.75	12.22	7.65	9.89
	Deteriorada	12		8.83		7.33	
Segundo muestreo 23/01/2023	Eucalipto	17		10.12		7.79	
	Queuña	29	33	17.24	16.83	12.11	11.65
	Deteriorada	17		11.96		9.06	
Tercer muestreo 7/02/2023	Eucalipto	20		14.15		11.28	
	Queuña	35	52	20.29	28.44	13.09	18.69
	Deteriorada	22		17.79		14.84	
Cuarto muestreo 22/02/2023	Eucalipto	17		11.56		8.48	
	Queuña	26	34	15.02	16.62	9.43	11.21
	Deteriorada	18		10.79		8.09	

Nota. Esta tabla muestra los resultados de la diversidad alfa considerando los Números de Hill (q_0 , q_1 , q_2) para la época de lluvias, diferenciada por zonas (Eucalipto, Queuña, Deteriorada) y fechas evaluadas. El orden q_0 es la riqueza de especies, q_1 es semejante a la entropía de Shannon y q_2 es semejante al índice de Simpson.

En q_0 en la fecha ocho de enero del 2023 se obtuvo una baja riqueza de 24 a diferencia de la fecha siete de febrero del 2023 se obtuvo una alta riqueza de 52. Mientras que en q_1 en la fecha ocho de enero del 2023 se obtuvo una cantidad baja 12.22 a diferencia de la fecha siete de febrero del 2023 donde se obtuvo una cantidad alta con 28.44. Finalmente, para q_2 en la fecha ocho de enero del 2023 se obtuvo una cantidad baja de 9.89 a diferencia de la fecha siete de febrero del 2023 donde se obtuvo una cantidad alta con 18.69 (Tabla 6).

4.1.2.2 Calculo de diversidad alfa por zona total en época de lluvias

En q_0 en la zona de Eucalipto se obtuvo una baja riqueza con 35 a diferencia de la zona de Queuña que se obtuvo una alta riqueza de 48. En cuanto a q_1 en la zona Eucalipto se obtuvo una cantidad baja con 17.65 a diferencia de la zona de Queuña que se obtuvo una cantidad alta de 19.17 y por último en q_2 en la zona de Queuña se obtuvo una cantidad baja con 11.31 a diferencia de la zona Deteriorada se obtuvo una cantidad alta con 13.09 (Tabla 7).

Tabla 7.

Resultados de diversidad alfa por zona total en época de lluvias

ZONAS	q_0	q_1	q_2
Eucalipto	35	17.65	12.12
Queuña	48	19.17	11.31
Deteriorada	36	19.09	13.09

Nota. Esta tabla muestra los resultados de la diversidad alfa considerando los Números de Hill (q_0 , q_1 , q_2) para la época de lluvias, diferenciada por zonas (Eucalipto, Queuña, Deteriorada). El orden q_0 es la riqueza de especies, q_1 es semejante a la entropía de Shannon y q_2 es semejante al índice de Simpson.

4.1.2.3 Cálculo de diversidad alfa total en época de lluvias

En la temporada de lluvias para q_0 se encontró una riqueza de 56, para q_1 se obtuvo 21.38 este valor es semejante a la entropía de Shannon y finalmente para q_2 se obtuvo 13.2 este valor es semejante al índice de Simpson.

B. Época de Secas

4.1.2.4 Cálculo de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de secas

El primer muestreo realizado en la fecha cuatro de junio del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 17, para la zona de Queuña es de 25 y para la zona Deteriorada es de 22. El valor de q_0 total para el primer muestreo es de 32, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 13.36, para la zona de Queuña es de 16.81 y para zona Deteriorada es de 15.19. El valor de q_1 total para el primer muestreo es de 19.24 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 11.16, para la zona de Queuña

es de 12.86 y para la zona Deteriorada es de 11.55. El valor de q_2 total para el primer muestreo es de 14.83 este valor es semejante al índice de Simpson.

El segundo muestreo realizado en la fecha diecinueve de junio del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 19, para la zona de Queuña es de 29 y para la zona Deteriorada es de 16. El valor de q_0 total para el segundo muestreo es de 37, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 14.36, para la zona de Queuña es de 15.31 y para zona Deteriorada es de 12.23. El valor de q_1 total para el segundo muestreo es de 18.24 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 11.64, para la zona de Queuña es de 10.23 y para la zona Deteriorada es de 9.98. El valor de q_2 total para el segundo muestreo es de 12.05 este valor es semejante al índice de Simpson.

El tercer muestreo realizado en la fecha cuatro de julio del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 16, para la zona de Queuña es de 26 y para la zona Deteriorada es de 22. El valor de q_0 total para el tercer muestreo es de 33, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 10.56, para la zona de Queuña es de 14.83 y para zona Deteriorada es de 18.08. El valor de q_1 total para el tercer muestreo es de 17.63 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 8.20, para la zona de Queuña es de 10.67 y para la zona Deteriorada es de 14.83. El valor de q_2 total para el tercer muestreo es de 12.25 este valor es semejante al índice de Simpson.

El cuarto muestreo realizado en la fecha diecinueve de julio del 2023 el valor de q_0 para la zona de Eucalipto es de 22, para la zona de Queuña es de 23 y para la zona Deteriorada es de 17. El valor de q_0 total para el cuarto muestreo es de 28, este valor indica la riqueza de especies. El valor de q_1 para la zona de Eucalipto es de 15.16, para la zona de Queuña es de 13.13 y para zona Deteriorada es de 11.98. El valor de q_1 total para el cuarto muestreo es de 16.31 este valor es semejante a la entropía de Shannon. El valor de q_2 para la zona de Eucalipto es de 11.20, para la zona de Queuña es de 8.93 y para la zona Deteriorada es de 9.41. El valor de q_2 total para el cuarto muestreo es de 11.68 este valor es semejante al índice de Simpson (Tabla 8).

Tabla 8.*Resultados de diversidad alfa por fecha de muestreo en época de secas.*

FECHA	ZONAS	q ₀		q ₁		q ₂	
		Zona	Riqueza	Zona	Shannon	Zona	Simpson
Primer muestreo 4/06/2023	Eucalipto	17		13.36		11.16	
	Queuña	25	32	16.81	19.24	12.86	14.83
	Deteriorada	22		15.19		11.55	
Segundo muestreo 19/06/2023	Eucalipto	19		14.36		11.64	
	Queuña	29	37	15.31	18.24	10.23	12.05
	Deteriorada	16		12.23		9.98	
Tercer muestreo 4/07/2023	Eucalipto	16		10.56		8.20	
	Queuña	26	33	14.83	17.63	10.67	12.25
	Deteriorada	22		18.08		14.83	
Cuarto muestreo 19/07/23	Eucalipto	22		15.16		11.20	
	Queuña	23	28	13.13	16.31	8.93	11.68
	Deteriorada	17		11.98		9.41	

Nota. Esta tabla muestra los resultados de la diversidad alfa considerando los Números de Hill (q₀, q₁, q₂) para la época de secas, diferenciada por zonas (Eucalipto, Queuña, Deteriorada) y fechas evaluadas. El orden q₀ es la riqueza de especies, q₁ es semejante a la entropía de Shannon y q₂ es semejante al índice de Simpson.

En q₀ en la fecha diecinueve de julio del 2023 se obtuvo una baja riqueza de 28 a diferencia de la fecha diecinueve de junio del 2023 se obtuvo una alta riqueza de 37. Mientras que en q₁ en la fecha diecinueve de julio del 2023 se obtuvo una cantidad baja 16.31 a diferencia de la fecha cuatro de junio del 2023 donde se obtuvo una cantidad alta con 19.24. Finalmente, para q₂ en la fecha diecinueve de julio del 2023 se obtuvo una cantidad baja de 11.68 a diferencia de la fecha cuatro de junio del 2023 donde se obtuvo una cantidad alta con 14.83 (Tabla 8).

4.1.2.5 Calculo de diversidad alfa por zona total en época de secas

En q_0 en la zona de Eucalipto se obtuvo una baja riqueza con 33 a diferencia de la zona de Queuña que se obtuvo una alta riqueza de 46. En cuanto a q_1 en la zona Eucalipto se obtuvo una cantidad baja con 17.59 a diferencia de la zona de Queuña que se obtuvo una cantidad alta de 21.02 y por último en q_2 en la zona de Queuña se obtuvo una cantidad baja con 11.57 a diferencia de la zona Deteriorada se obtuvo una cantidad alta con 14.75. (Tabla 9)

Tabla 9.

Resultados de diversidad alfa por zona total en época de secas.

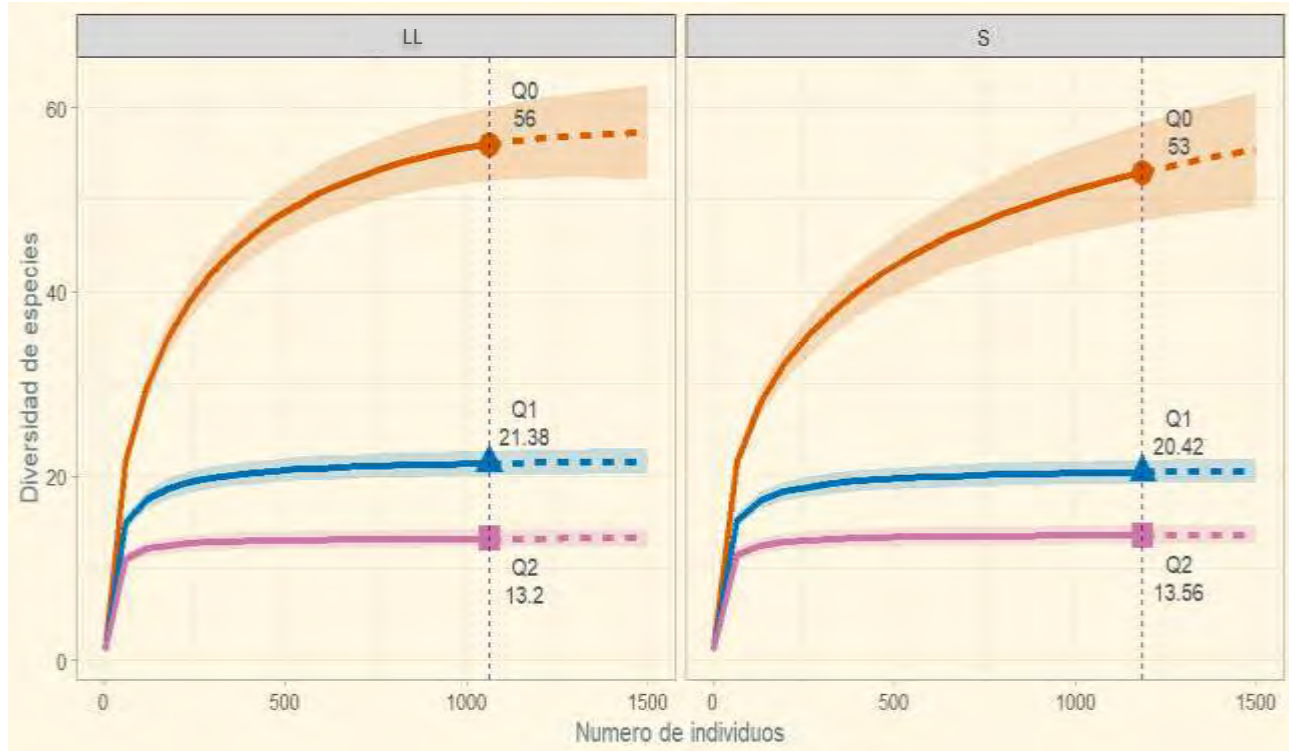
ZONAS	q_0	q_1	q_2
Eucalipto	33	17.59	12.67
Queuña	46	18.04	11.57
Deteriorada	37	21.02	14.75

Nota. Esta tabla muestra los resultados de la diversidad alfa considerando los Números de Hill (q_0, q_1, q_2) para la época de secas, diferenciada por zonas (Eucalipto, Queuña, Deteriorada). El orden q_0 es la riqueza de especies, q_1 es semejante a la entropía de Shannon y q_2 es semejante al índice de Simpson.

4.1.2.6 Calculo de diversidad alfa total en época de secas

En la temporada de secas para q_0 se encontró una riqueza de 53, para q_1 se obtuvo 20.42 este valor es semejante a la entropía de Shannon y finalmente para q_2 se obtuvo 13.56 este valor es semejante al índice de Simpson.

Figura 5.
Comparación de los Números de Hill entre épocas



La figura representa en el eje “X” el número de individuos y en el eje “Y” la diversidad de especies. Asimismo, la letra “LL” hace referencia a la temporada de lluvias, mientras que la letra “S” corresponde a la temporada de secas. El $q=0$ (color anaranjado) es la riqueza de especies, el $q=1$ (color azul) esta es proporcional a la abundancia y el $q=2$ (color lila) son las especies dominantes. Las áreas sombreadas correspondientes a cada índice, representan los intervalos de confianza del 95 %. La línea vertical entrecortada es la cantidad de individuos encontrados para cada época (Lluvias=1063; Secas=1186). La línea sólida es la rarefacción basada en el tamaño de muestra y la línea entrecortada es extrapolación de la diversidad de especies de aves basadas en los Números de Hill.

Comparando la diversidad entre la época de lluvias y secas en $q=0$ se puede observar en la época de lluvias un valor ligeramente alto, en cuanto a $q=1$ relacionada a la abundancia relativa, el comportamiento es similar; sin embargo, para $q=2$ relacionada a la dominancia el valor en la época de secas es ligeramente más alto.

4.1.3 Comparación de los valores obtenidos de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y época de secas en el Bosque Pukamoqo.

4.1.3.1 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_0 .

Los índices de q_0 corresponden a la riqueza. Se tiene 12 observaciones para cada época (lluvias-secas), las cuales, en promedio tuvieron el valor de 20.25 ± 6.69 y 21.17 ± 4.24 para la época de lluvias y secas respectivamente. El valor máximo para la época de lluvias es de 35 que pertenece a la zona de Queuña, evaluada el 07 de febrero y para la época de secas el valor máximo es de 29 perteneciente a la zona de Queuña, evaluada el 19 de junio. El valor mínimo para la época de lluvias es de 12 que pertenece a la zona Deteriorada, evaluada el 08 enero y para la época de secas es de 16 correspondiente a las zonas de Eucalipto y zona Deteriorada, evaluada el 19 de junio y 04 de julio respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10.

Estadísticos descriptivos para q_0

Temporada	N° Obs.	Máx	Mín	Mediana	Coefficiente de Variación	Promedio	Desviación estándar
Lluvias	12	35	12	17.5	33.03	20.25	6.69
Secas	12	29	16	22	20.03	21.17	4.24

Para aplicar el método correspondiente y comparar los índices se comprobó los supuestos de normalidad y homogeneidad. Realizando la prueba de Shapiro-Wilk para los valores de los índices de q_0 se obtuvo que estas siguen una distribución normal, tanto para la época de lluvias ($W\text{-stat}_{LL} = 0.89$; $p\text{-value} = 0.15$) y secas ($W\text{-stat}_S = 0.93$; $p\text{-value} = 0.37$). Seguidamente, realizando la prueba de F para los valores de los índices de q_0 se obtuvo existe varianzas homogéneas, tanto para la época de lluvias y secas ($F=2.49$; $p\text{-value} = 0.07$).

Debido a los supuestos se usó la prueba de T para varianzas iguales. La prueba t de dos muestras de Welch que prueba la diferencia de las medias de los índices de q_0 entre la época de lluvias y secas.

Tabla 11.

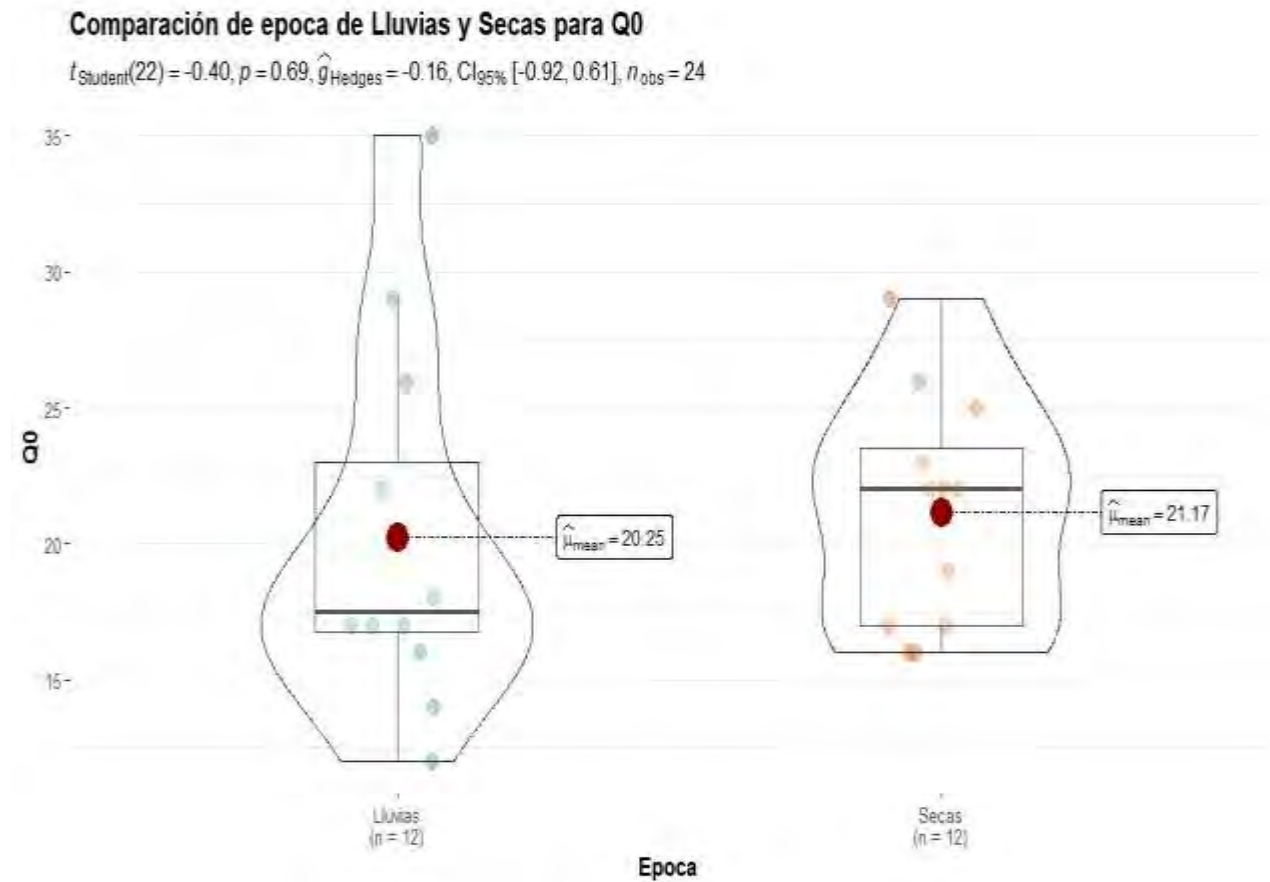
Resultados de la prueba de t Student para comparar q_0 entre época de lluvias y secas.

	<i>Lluvias</i>	<i>Secas</i>
Media	20.25	21.17
Varianza	44.75	17.97
Observaciones	12	12
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	0.40	
P valor (dos colas)	0.69	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

Los resultados de la prueba sugieren que la diferencia es estadísticamente no significativa (media de $x = 20.25$, media de $y = 21.17$). Además, el tamaño del efecto es muy pequeño (diferencia = 0.92, $t(22) = 0.40$, $p = 0.69$, $g_{\text{Hedges}} = -0.16$). Por lo tanto, se mantiene la hipótesis nula que indica la igualdad entre los dos grupos (Tabla 11, Figura 6)

Figura 6.

Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_0



La grafica muestra el diagrama de cajas y bigotes junto a una gráfica de violín, utilizadas para la comparación del índice q_0 entre época de lluvias y secas. En el eje X se encuentran las dos categorías a comparar, época de lluvias con puntos de color turquesa y época de secas con puntos de color pardo. En el eje Y se encuentra el rango de valores del índice de q_0 . El punto de color rojo en el medio de cada grafica representa el valor del promedio cuyos valores están representados en la gráfica. La línea del centro representa la mediana de los datos. Respecto a los resultados mostrados en abreviaciones en la gráfica tiene el siguiente significado: $t_{Student}$ (prueba paramétrica para varianzas iguales de t Student), p (valor de probabilidad), $\hat{g}_{Hedges}$ (tamaño del efecto) CI (intervalo de confianza del tamaño del efecto), n_{obs} (número de observaciones).

En la gráfica se puede observar que la época de lluvias tiene mayor variabilidad. Según el valor de la curtosis, para lluvias = 0.78 (leptocúrtica) y para secas = -0.82 (platicúrtica)). Se observa que la distribución de los datos para las épocas de lluvias es más amplia con un rango = 23 y en la época de secas es más estrecho con un rango = 13. Respecto al coeficiente de variación los datos de la época de secas son menos heterogéneos (33.03%) en comparación con la época de lluvias (20.02%).

4.1.3.2 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_1

Los índices de q_1 corresponden a la entropía de Shannon. Se tiene 12 observaciones para cada época (lluvias-secas), las cuales, en promedio tuvieron el valor de 13.34 ± 3.60 y 14.25 ± 2.12 para la época de lluvias y secas respectivamente. El valor máximo para la época de lluvias es de 20.29 que pertenece a la zona de Queuña, evaluada el 07 de febrero y para la época de secas el valor máximo es de 18.08 perteneciente a la zona Deteriorada, evaluada el 04 de julio. El valor mínimo para la época de lluvias es de 8.83 que pertenece a la zona Deteriorada, evaluada el 08 enero y para la época de secas es de 10.56 correspondiente a la zona de Eucalipto, evaluada el 04 de julio (Tabla 12).

Tabla 12.

Estadísticos descriptivos para q_1

Temporada	Nº Obs.	Máx	Mín	Mediana	Coefficiente de Variación	Promedio	Desviación estándar
Lluvias	12	20.29	8.83	12.25	27.00	13.34	3.60
Secas	12	18.08	10.56	14.59	14.86	14.25	2.12

Para aplicar el método correspondiente y comparar los índices se comprobó los supuestos de normalidad y homogeneidad. Realizando la prueba de Shapiro-Wilk para los valores de los índices de q_1 se obtuvo que estas siguen una distribución normal, tanto para la época de lluvias ($W\text{-stat}_{LL} = 0.93$; $p\text{-value} = 0.43$) y secas ($W\text{-stat}_S = 0.98$; $p\text{-value} = 0.99$). Seguidamente, realizando la prueba de F para los valores de los índices de q_1 se obtuvo que existe varianzas homogéneas, tanto para la época de lluvias y secas ($F = 2.89$; $p\text{-value} = 0.05$).

Debido a los supuestos se usó la prueba de T para varianzas iguales. La prueba t Student prueba la diferencia de las medias para los valores de los índices q_1 entre la época de lluvias y secas.

Tabla 13.

Resultados de la prueba de t Student para comparar q_1 entre época de lluvias y secas.

	<i>Lluvias</i>	<i>Secas</i>
Media	13.34	14.25
Varianza	12.97	4.48
Observaciones	12	12
Varianza agrupada	8.72	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	0.76	
P valor (dos colas)	0.46	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

Los resultados de la prueba sugieren que la diferencia es estadísticamente no significativa (media de $x = 13.34$, media de $y = 14.25$), además el tamaño del efecto es muy pequeño (diferencia = -0.91, $t(22) = 0.76$, $p = 0.46$, $g_{\text{Hedges}} = -0.30$). Por lo tanto, se mantiene la hipótesis nula que indica la igualdad entre los dos grupos. (Tabla 13, Figura 7)

Figura 7.

Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_1



La grafica muestra el diagrama de cajas y bigotes junto a una gráfica de violín, utilizadas para la comparación del índice q_1 entre época de lluvias y secas. En el eje X se encuentran las dos categorías a comparar, época de lluvias con puntos de color turquesa y época de secas con puntos de color pardo. En el eje Y se encuentra el rango de valores del índice de q_1 . El punto de color rojo en el medio de cada grafica representa el valor del promedio cuyos valores están representados en la gráfica. La línea del centro representa la mediana de los datos. Respecto a los resultados mostrados en abreviaciones en la gráfica tiene el siguiente significado: $t_{Student}$ (prueba paramétrica para varianzas iguales de t Student), p (valor de probabilidad), $\hat{g}_{Hedges}$ (tamaño del efecto) CI (intervalo de confianza del tamaño del efecto), n_{obs} (número de observaciones).

En la gráfica se puede observar que la época de lluvias tiene mayor variabilidad. Según el valor de la curtosis, para lluvias = -0.55 (platicúrtica) y para secas = -0.17 (platicúrtica). Se observa que la distribución de los datos para las épocas de lluvias es más amplia con un rango = 11.46 y en la época de secas es más estrecho con un rango = 7.52. Respecto al coeficiente de variación los datos de la época de secas son homogéneos (27.00%) en comparación con la época de lluvias (14.86%).

4.1.3.3 Comparación de los índices de diversidad de aves entre la época de lluvias y secas para q_2 .

Los índices de q_2 corresponden a Simpson. Se tiene 12 observaciones para cada época (lluvias-secas), las cuales, en promedio tuvieron el valor de 10.06 ± 2.45 y 10.89 ± 1.79 para la época de lluvias y secas respectivamente. El valor máximo para la época de lluvias es de 14.84 que pertenece a la zona Deteriorada, evaluada el 07 de febrero y para la época de secas el valor máximo es de 14.83 perteneciente a la zona Deteriorada C, evaluada el 04 de julio. El valor mínimo para la época de lluvias es de 7.33 que pertenece a la zona Deteriorada, evaluada el 08 enero y para la época de secas es de 8.2 correspondiente a la zona de Eucalipto, evaluada el 04 de julio (Tabla 14).

Tabla 14.

Estadísticos descriptivos para q_2

Temporada	Nº Obs.	Máx	Mín	Mediana	Coefficiente de Variación	Promedio	Desviación estándar
Lluvias	12	14.84	7.33	9.26	24.39	10.06	2.45
Secas	12	14.83	8.2	10.92	16.42	10.89	1.79

Para aplicar el método correspondiente y comparar los índices se comprobó los supuestos de normalidad y homogeneidad. Realizando la prueba de Shapiro-Wilk para los valores de los índices de q_2 se obtuvo que estas siguen una distribución normal, tanto para la época de lluvias ($W\text{-stat}_{LL} = 0.91$; $p\text{-value} = 0.21$) y secas ($W\text{-stat}_S = 0.96$; $p\text{-value} = 0.80$). Seguidamente, realizando la prueba de F para los valores de los índices de q_2 se obtuvo que existe varianzas homogéneas, tanto para la época de lluvias y secas ($F = 1.88$; $p\text{-value} = 0.15$).

Debido a los supuestos se usó la prueba de T test para varianzas iguales. La prueba t Student prueba la diferencia de las medias de los índices q_2 entre la época de lluvias y secas.

Tabla 15.

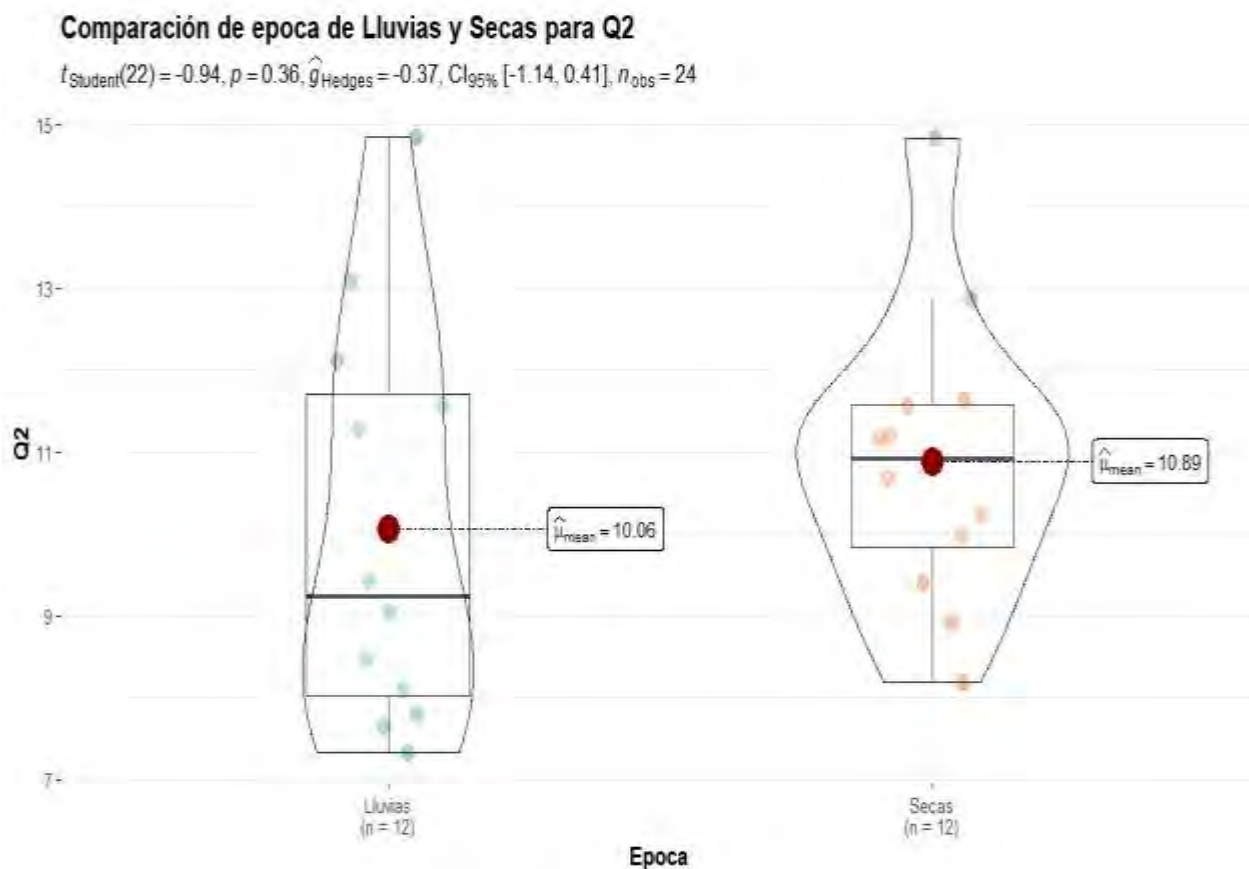
Resultados de la prueba de t Student para comparar q_2 entre época de lluvias y secas.

	<i>Lluvias</i>	<i>Secas</i>
Media	10.06	10.89
Varianza	6.02	3.19
Observaciones	12	12
Varianza agrupada	4.61	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	0.94	
P valor (dos colas)	0.36	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07	

Los resultados de la prueba sugieren que la diferencia es estadísticamente no significativa (media de $x = 10.06$, media de $y = 10.89$), además el tamaño del efecto es muy pequeño (diferencia = 0.83, $t(22) = 0.94$, $p = 0.36$, $g_{\text{Hedges}} = -0.37$). Por lo tanto, se mantiene la hipótesis nula que indica la igualdad entre los dos grupos. (Tabla 15, Figura 8)

Figura 8.

Diagrama de cajas y bigotes para la comparación de época de lluvias y secas para q_2



La grafica muestra el diagrama de cajas y bigotes junto a una gráfica de violín, utilizadas para la comparación del índice q_2 entre época de lluvias y secas. En el eje X se encuentran las dos categorías a comparar, época de lluvias con puntos de color turquesa y época de secas con puntos de color pardo. En el eje Y se encuentra el rango de valores del índice de q_2 . El punto de color rojo en el medio de cada grafica representa el valor del promedio cuyos valores están representados en la gráfica. La línea del centro representa la mediana de los datos. Respecto a los resultados mostrados en abreviaciones en la gráfica tiene el siguiente significado: $t_{Student}$ (prueba paramétrica para varianzas iguales de t Student), p (valor de probabilidad), $\hat{g}_{Hedges}$ (tamaño del efecto) CI (intervalo de confianza del tamaño del efecto), n_{obs} (número de observaciones).

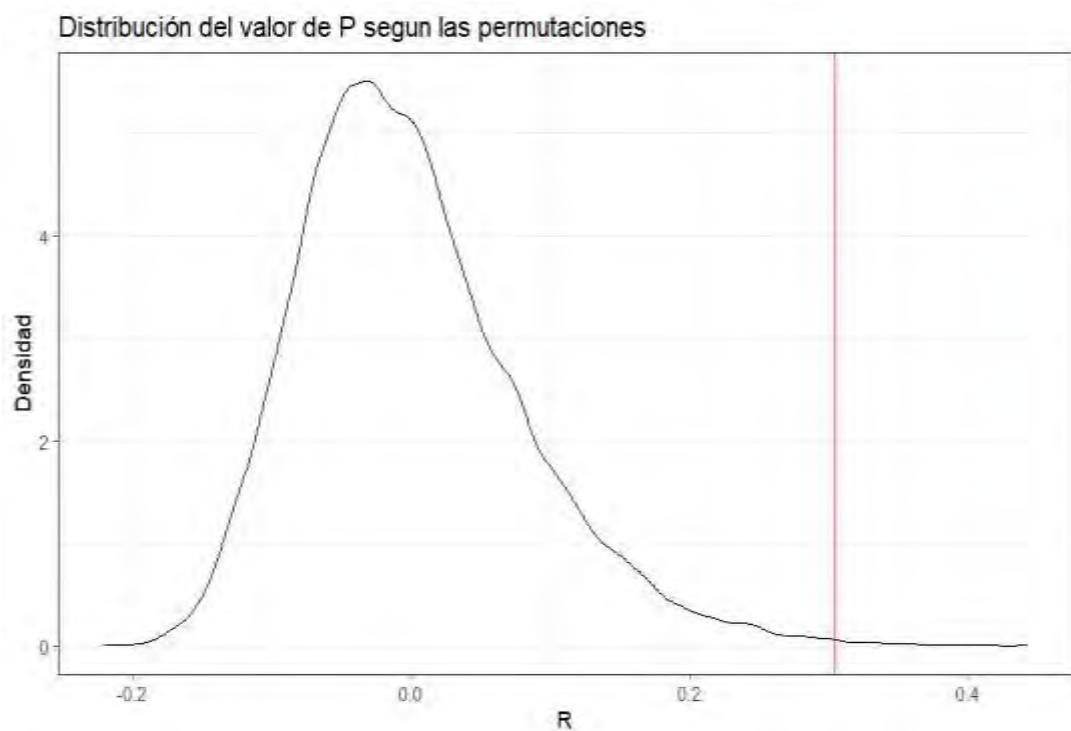
En la gráfica se puede observar que la época de lluvias tiene mayor variabilidad. Según el valor de la curtosis, para lluvias = -0.68 (platicúrtica) y para secas = 1.05 (leptocúrtica). Se observa que la distribución de los datos para las épocas de lluvias es más amplia con un rango = 7.51 y en la época de secas es más estrecho con un rango = 6.63. Respecto al coeficiente de variación los datos de la época de secas son homogéneos (24.39%) en comparación con la época de lluvias (16.42%)

4.1.4 Determinación de la disimilitud entre la época de lluvias y época de secas en el bosque Pukamoqo.

Al aplicar el análisis de similitud (ANOSIM) se obtuvo un valor estadístico resultante (R : 0.3049, p -valor = 0.002) muestra una disimilitud, debido a que la diferencia es estadísticamente significativa. (Figura 9;10)

Figura 9.

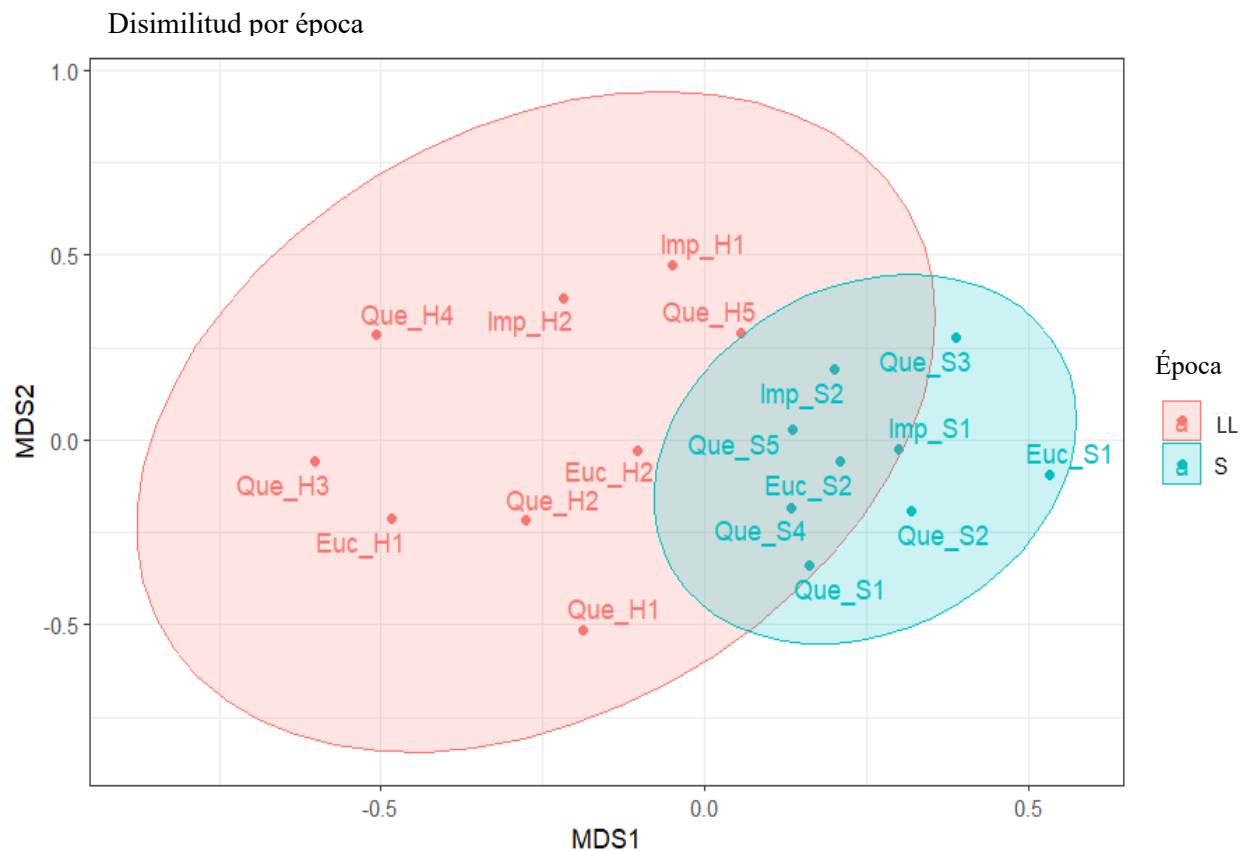
Gráfica de densidad para la significancia (p -valor)



La grafica muestra una distribución de densidad de los valores de R , obtenidos por permutación. El eje X representa los valores de R y el eje Y la densidad para cada valor. La línea roja es el resultado del estadístico R obtenido del total de los datos.

Figura 10.

Gráfica de Escalamiento Multidimensional entre épocas para la prueba de ANOSIM.



La grafica muestra la comparación de la composición de especies y su abundancia entre la época de lluvias representado por la letra “LL” y en la temporada seca, señalada con la letra “S”. El eje X representa la primera dimensión de coordenadas de la prueba de escalamiento multidimensional y el Y representa la segunda dimensión de coordenadas de dicha prueba, los valores de los ejes representan las nuevas coordenadas de los datos. El color rojo es la época de lluvias, el color verde es la época de secas. Las elipses que representa a las épocas manifiestan un intervalo de confianza del 95% alrededor del centroide. Cada punto dentro de la gráfica está representado por los códigos de los puntos de conteo que corresponden a los muestreos. El valor de estrés para validar esta grafica es de 0.19, esto significa que las coordenadas tienen un ajuste razonable respecto a los datos reales (Clarke, 1993).

La prueba de ANOSIM muestra una disimilitud entre épocas, que gráficamente se puede ver en la figura 10 de Escalamiento Multidimensional. El conjunto de datos que corresponde a los puntos de conteo de la época de secas no se sobrepone del todo con la época de lluvias. Esta figura es una representación gráfica para la prueba de ANOSIM.

La tabla 16. Muestra los resultados del análisis SIMPER considerando únicamente las especies que contribuyen significativamente con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre las épocas comparadas y que en su conjunto explican el 12% de las diferencias.

Tabla 16.

Especies que contribuyen a la disimilitud entre épocas.

Especies	Promedio	%	p-valor	
<i>Columbia livia</i>	0.029	2.9	0.017	*
<i>Cranioleuca albicapilla</i>	0.017	1.7	0.001	***
<i>Colaptes rupicola</i>	0.007	0.7	0.002	**
<i>Metallura tyrianthina</i>	0.007	0.7	0.033	*
<i>Falco sparverius</i>	0.003	0.3	0.046	*
<i>Geositta cunicularia</i>	0.003	0.3	0.001	***
<i>Patagonas gigas</i>	0.005	0.5	0.034	*
<i>Psittacara mitratus</i>	0.003	0.3	0.04	*
<i>Catharus ustulatus</i>	0.002	0.2	0.023	*
<i>Cinclodes albiventris</i>	0.001	0.1	0.014	*
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	0.001	0.1	0.046	*
<i>Geospizopsis unicolor</i>	0.001	0.1	0.045	*
<i>Troglodytes aedon</i>	0.016	1.6	0.025	*
<i>Spinus magellanicus</i>	0.027	2.7	0.006	**

La tabla muestra las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud. La columna del promedio está con relación a los valores de las diferencias entre los grupos. Los asteriscos representan cuan significativo es el p-valor, donde ***=99.9; **=99; *=95.

El análisis SIMPER evidencia que en el bosque Pukamoqo hay una mezcla de especies indicadoras tanto de ambientes perturbados (*Columba livia*) como de ambientes más conservados (*Cranioleuca albicapilla*, *Metallura tyrianthina*). La presencia de especies como el *Geositta cunicularia* también sugiere fragmentación o áreas degradadas. Esta diversidad refleja un ambiente con mosaico ecológico posiblemente influenciado por actividades humanas, bordes urbanos y vegetación arborea.

Para determinar el porcentaje de similitud de la composición de las especies entre la época de lluvias y secas, los resultados del índice de Jaccard muestran que la similitud de especies compartidas entre ambas épocas es del 56%, mientras que el 44% son especies exclusivas de cada época Tabla (17).

Tabla 17.

Índice de Jaccard

a	b	c	Índice de Jaccard	%
56	53	39	0.56	55.71

La tabla muestra los resultados del índice de Jaccard. La letra “a” representa el número de especies encontradas en la época de lluvias. La letra “b” representa en número de especies encontradas en la época de secas. La letra “c” representa el número de especies encontradas en ambas épocas. El % es el índice de Jaccard presentando en porcentaje.

4.1.5 Determinación de las especies indicadoras y abundantes de cada época (lluvias y secas) en el bosque Pukamoqo.

Mediante el análisis de especies indicadoras (ISA) se logró establecer las especies que presentan mayor relación entre frecuencia y abundancia para cada uno de las épocas. Por ejemplo; en época de lluvias se tiene a las especies: *Catharus ustulatus*, y para la época de secas: *Columbia livia*, *Cranioleuca albicapilla*, *Colaptes rupicola* (Tabla 18).

Tabla 18.

Especies indicadoras de cada época.

Época	Especie	ISA	p-valor	Grado de residencia
Lluvias	<i>Catharus ustulatus</i>	0.745	0.028	Migratoria
Secas	<i>Columbia livia</i>	0.917	0.004	Exótica invasora
	<i>Cranioleuca albicapilla</i>	0.939	0.003	Endémica
	<i>Colaptes rupicola</i>	0.922	0.003	Residente

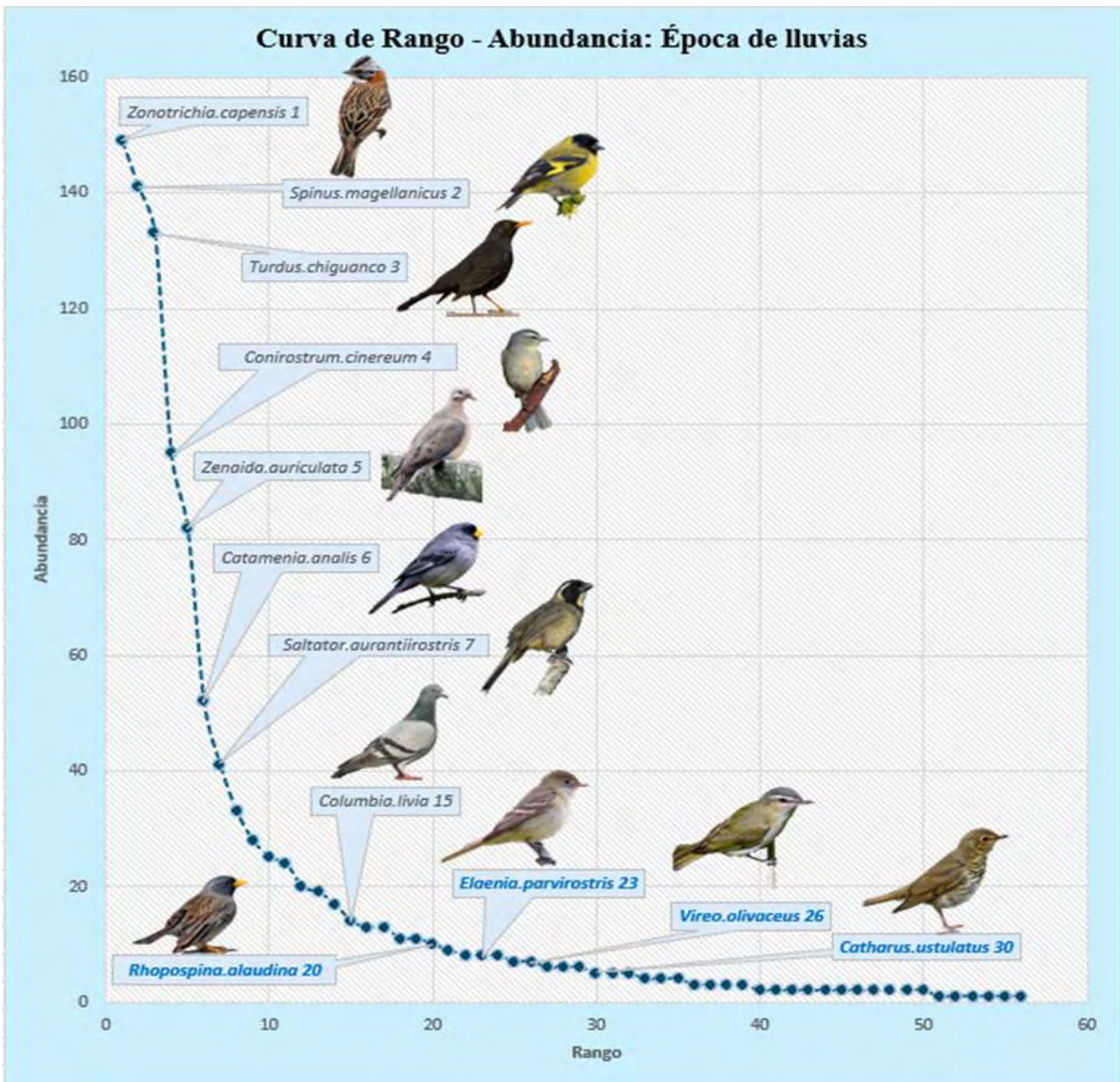
La tabla muestra el análisis de especies indicadoras de las épocas. La tabla está separada en dos grupos mostrando la época (lluvias-secas). Se muestra el valor del indicador observado a partir del ISA. Se expone solamente las especies que presentaron valores de p significativos ($p < 0,05$).

En la tabla se muestra las especies indicadoras para cada época. Por ejemplo, para las especies de la época de lluvias se obtuvo un valor ISA de 0.745. Un valor mayor de 0.5 implica que es un fuerte indicador de la época correspondiente. Los valores del estadístico ISA están asociados a un p-valor, los valores menores a 0.05 también muestra a las especies indicadoras tanto para lluvias como para secas.

En la época de lluvias se puede observar que la comunidad de aves está dominada por *Zonotrichia capensis* con 149 individuos registrados, seguido de *Spinus magellanicus* con 141 individuos, *Turdus chiguanco* con 133 individuos, *Conirostrum cinereum* con 95 individuos y *Zenaida auriculata* con 82 individuos registrados (Figura 11).

Figura 11.

Curva de rango-abundancia para la época de lluvias.

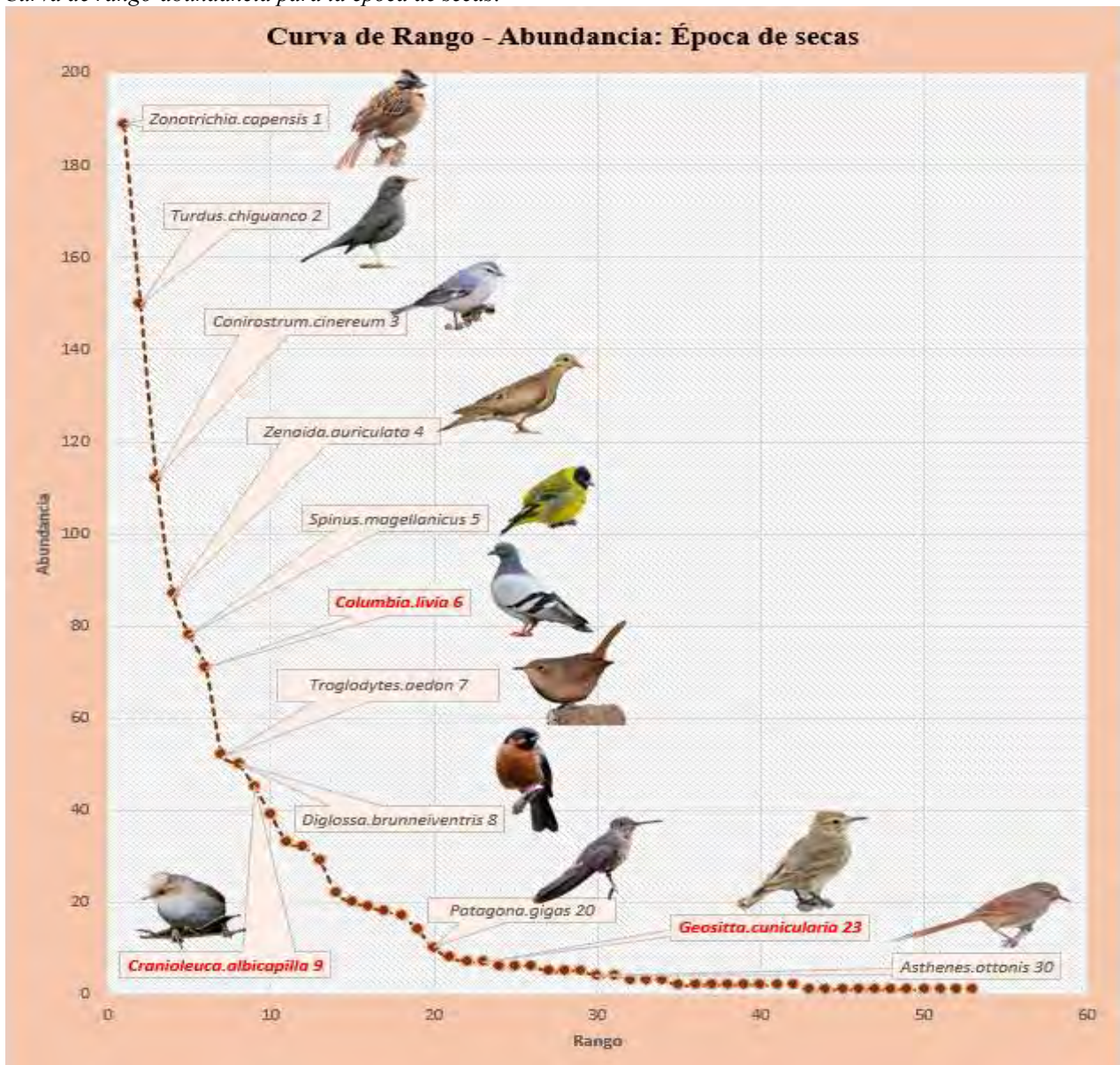


La figura muestra la curva de rango-abundancia en la época de lluvias. El eje "X" representa el "rango" y el eje "Y" representa la "abundancia". Las especies cuyos nombres están en azul claro son las especies indicadoras para la época de lluvias.

En la época de secas se puede observar que la comunidad de aves está dominada por *Zonotrichia capensis* con 189 individuos registrados, seguido de *Turdus chiguanco* con 150 individuos, con 133 individuos, *Conirostrum cinereum* con 112 individuos, *Zenaida auriculata* con 87 individuos y *Spinus magellanicus* con 78 individuos registrados. (Figura 12).

Figura 12.

Curva de rango-abundancia para la época de secas.



La figura muestra la curva de rango-abundancia en la época de lluvias. El eje "X" representa el "rango" y el eje "Y" representa la "abundancia". Las especies cuyos nombres están en azul claro son las especies indicadoras para la época de secas.

DISCUSIÓN

La presente tesis tiene congruencias con el estudio realizado por Carrasco (2018) en el Parque Arqueológico de Saqsaywaman entre los meses de agosto a enero, correspondiente a la época de lluvias, donde se encontró que la familia Thraupidae es el grupo dominante. Sin embargo, en este estudio se ha reportado una riqueza de 21 especies para Pukamoqo y un índice de Simpson de 0.115 (Carrasco, 2018). Estos resultados de riqueza reportados por Carrasco son menores que en este trabajo (riqueza época de lluvias = 56), adicionalmente su índice de Simpson es mayor a diferencia del que se presenta en este estudio (índice de Simpson = 0.076). Los valores del índice de Simpson varían de 0 a 1, mientras más cercano a 0 la diversidad es mayor, por lo tanto, existe mayor diversidad en este estudio que en el de Carrasco (2018). Las posibles causas en estas diferencias están relacionadas a la metodología, sobre todo en los lugares de evaluación. En el primer aspecto, relacionado a la riqueza, Carrasco (2018) se centró específicamente en la parte superior de la zona de queuña y no considero toda el área que se tomó en cuenta en esta investigación. Efectivamente si consideramos la parte superior de la zona de queuña, la riqueza de especies encontrada en ambos trabajos es similar (riqueza de especies por punto de evaluación: Queuña₁ = 17, Queuña₂ = 22, Queuña₃ = 21), pero la mayor riqueza, en la zona de queuña, ha sido reportado en la parte inferior cercana al acueducto de Sapantiana (Queuña₅ = 30). El caso de la diversidad es igual a la riqueza, en la parte superior de la zona de Queuña (índice de Simpson: Queuña₁ = 0.11, Queuña₂ = 0.14, Queuña₃ = 0.17) hay una menor diversidad en relación con la parte inferior (índice de diversidad inverso de Simpson: Queuña₅ = 0.06).

DDC-C (2017) en el Parque Arqueológico de Sacsayhuamán, realizaron una guía de aves. Donde registraron un total de 91 especies de aves; de las cuales 6 especies son migratorias (*Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Phalaropus tricolor*, *Catharus ustulatus*, *Tyrannus savana*, *Muscisaxicola maculirostris*) y 6 especies son endémicas (*Aglaeactis castelnaudii*, *Oreonympha nobilis*, *Asthenes ottonis*, *Asthenes virgata*, *Cranioleuca albicapilla*, *Poospiza caesar*). En la evaluación realizada en la presente tesis se reporta un total de 70 especies; de las cuales 5 especies son migratorias (*Empidonomus aurantioatrocristatus*, *Elaenia parvirostris*, *Pseudocolopteryx acutipennis*, *Catharus ustulatus*, *Muscisaxicola maculirostris*) y 6 especies son endémicas (*Oreonympha nobilis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Cranioleuca albicapilla*, *Asthenes ottonis*, *Asthenes virgata*, *Poospiza caesar*), teniendo en cuenta que el Bosque Pukamoqo es parte del Parque

Arqueológico de Sacsayhuamán y abarca 7.64 ha (0.25%) de las 2997 ha totales, el registro obtenido representa el 77% del total de aves registradas para dicho parque. Considerando el estudio realizado por la DDC-C el 2017, cuatro especies migratorias son un reporte nuevo para el Bosque Pukamoqo, exceptuando la especie *Catharus ustulatus*.

La Municipalidad Provincial del Cusco (2013), hizo una evaluación en las microcuencas de la Provincia de Cusco, citando el trabajo de Pumacahua (2007), donde registraron 14 especies de aves, destacando la familia Trochilidae y en considerable cantidad se perciben las especies: *Zonotrichia capensis*, *Troglodytes aedon*, *Turdus chiguanco*, *Zenaida auriculata* y *Spinus magellanicus*. En la evaluación realizada en la presente tesis, si bien no destaca la familia Trochilidae, predominan otras familias como Tyrannidae y Thraupidae con 15 y 14 especies respectivamente. Además de reportar las mismas especies que la MPC indica, se ha reportado otras 56 nuevas especies y una de las más abundantes para este trabajo fue *Conirostrum cinereum*, que no ha sido reportado por la MPC.

Estudios realizados en la comparación de época de lluvias y secas en el hemisferio norte en Colombia (Antioquia-Bosque seco tropical) y México (Municipio Mariano Arista Tlaxcala-Templado Sub húmedo, bosque de coníferas), muestran que no existe diferencia en cuanto a la diversidad (Martínez et al, 2013; Ramírez, 2013). Dichos resultados también se presentaron en el Bosque Pukamoqo, aunque no es una regla general, por ejemplo, el estudio realizado en el Parque Nacional Lagunas de Montebello - México, muestra una diferencia significativa entre la diversidad de ambas épocas (Espinosa et al., 2020). De igual manera, localmente, un estudio de diversidad ornitológica en la laguna de Huaypo reporta que existe una diferencia significativa entre ambas épocas (Jara, 2023). Este último trabajo podría reflejar diferencias entre ecosistemas lacustres y terrestres, por lo que es necesario realizar más investigaciones relaciones a la diversidad.

El trabajo de Cabrera y Cruz (2012) afirma que la temporada influye en la abundancia de las especies, efectivamente para este trabajo se ha observado que algunas especies han estado presentes en ambas temporadas, pero han tenido una marcada diferencia en una de ellas. Por ejemplo, las especies que han superado el doble en cuanto a los registros de cada época son: *Catamenia analis* (LL=52; S=29), *Geospizopsis plebejus* (LL=17; S=03), *Octhoeca leucophrys* (LL=11; S=01), *Turdus fuscater* (LL=19; S=06), *Colaptes rupicola* (LL=03; S=17), *Anairetes flavirostris* (LL=09; S=14), *Colibri coruscans* (LL=13; S=32), *Columbia livia* (LL=14; S=71), *Craniolleuca albicapilla* (LL=06; S=45), *Diglossa bruneiventris* (LL=28; S=50), *Metallura tyrianthina* (LL=08; S=19), *Patagioenas maculosa* (LL=13; S=33), *Troglodytes aedon* (LL=20; S=52). En comparación con el trabajo de Cabrera y Cruz, ellos reportan que las especies *Metallura tyrianthina*, *Patagioenas maculosa* son más abundantes en épocas de lluvias, mientras que en este trabajo resultó lo contrario. Además, en el trabajo mencionado se reporta que la diversidad entre la época de lluvias y secas es la misma (0.956), y que la similitud es de 81%. En cambio, los resultados de esta investigación confirman que la diversidad entre época de lluvias y secas es igual, pero hay una similitud del 56%, la diferencia entre las épocas es debido a que en la época de lluvias aparecieron especies migratorias y que en la época de secas muchas residentes fueron abundantes.

En este estudio se confirma las observaciones reportadas por otros trabajos. En el estudio de Guevara (2019) se registran 15 especies para la temporada de lluvias y 14 especies para la temporada de secas, donde la especie *Zonotrichia capensis* es la más abundante para ambas épocas. Así mismo, para la presente tesis se registran 56 especies para lluvias y 53 especies para secas y se corrobora que la especie mencionada es la más abundante para ambas épocas dentro del Bosque Pukamoqo. En el trabajo de Servat et al., (2002), en bosques de Queuñas se registran 68 especies de aves, donde las familias más abundantes son: Trochilidae, Furnariidae, Tyrannidae y Fringillidae. En la presente tesis, se confirma los resultados de Servat sobre las familias abundantes, a las cuales se añade la familia Thraupidae, Passerellidae, Turdidae y Columbidae

En cuanto a la metodología la mayoría de los trabajos antecendidos usan los índices de diversidad más comunes como Shannon y Simpson; sin embargo, estos índices no miden la diversidad verdadera (Moreno et al, 2011; Jost, 2006). El valor de Shannon refleja la equitatividad y el de Simpson refleja la dominancia, pero ninguno se acerca al concepto de diversidad como estructura de la comunidad. Los números Hill son un conjunto de ordenes q (0, 1, 2) que no solo evalúan la

riqueza, también evalúan la proporcionalidad a la abundancia relativa y las especies dominantes. Esta manera de presentar los resultados de diversidad refleja más las características de las comunidades, mostrándolas comparables y entendibles. Por ejemplo, el trabajo de Cabrera & Cruz (2012) en Paruro reportó el índice de Simpsom de 0.956 para ambas épocas; el índice de Simpson para este trabajo es un aproximado de 0.92 para ambas épocas. Se comparo ambos índices, donde se concluye, solamente, que en Paruro hubo mayor diversidad. Sin embargo, usando los números de Hill y comparando los valores obtenidos para Paruro (q_0 : H=53, S=54; q_1 : H=32.45, S=32.64; q_2 : H=22.86, S=22.87) y Pukamoqo (q_0 : H=56, S=53; q_1 : H=21.38, S=20.42; q_2 : H=13.20, S=13.55) se puede concluir que en Pukamoqo se registró más especies, y una mayor dominancia que influye en la menor diversidad de Simpson. Esto muestra de una manera más completa la estructura de la comunidad considerando los factores de la diversidad (riqueza, abundancia relativa y dominancia).

En cuanto a los resultados, los índices para la diversidad alfa entre época de secas y lluvias, estadísticamente no tienen una diferencia significativa. Sin embargo, hay una diferencia marcada en cuanto a la composición de especies entre épocas, ambas comparten solamente 39 especies en común (Jaccard=56 %). Considerando el grado de residencia de las especies, estas se clasifican en: residentes (incluyendo a las endémicas), migratorias, ocasionales, temporales y actualmente ausentes (Venero, 2015). Las especies observadas en este estudio corresponden a las categorías de migratorias y residentes. Respecto a las migratorias, cuatro de cinco son reportados en época de lluvias; en las residentes, de las 64 especies, 12 especies no se encontraron en lluvias y 11 no se encontraron en secas. Pero además de estas especies se destaca la presencia de las indicadoras para cada época, considerando su frecuencia y abundancia (ISA). La especie *Catharus ustulatus*, es especie migratoria indicadora de la época de lluvias. Para la época de secas, las especies indicadoras son: *Columbia livia*, *Cranioleuca albicapilla*, *Colaptes rupicola*. Los resultados de la condición de especie indicadora de época son coherentes con lo observado en campo. Aunque algunas podrían ser el resultado de la eventualidad como *Cranioleuca albicapilla*. Por otra parte, es esperable que las especies indicadoras de lluvias sean las migratorias, porque estas incrementan en frecuencia y abundancia para dicha época. Para la época de secas, el mayor incremento en la presencia de la especie *Columbia livia* se debe a que es una especie exótica invasora dominante en áreas urbanas y que aprovecha los residuos orgánicos de los basurales, un problema que existe en el bosque de Pukamoqo.

No existe mucha variación con relación al análisis comparativo de la diversidad ornitológica en las tres zonas del bosque Pukamoqo. Se observó que la mayor diversidad está en función a la cercanía al acueducto de Sapantiana. Aunque el análisis no involucra el estudio de esta relación es lógico que exista una mayor probabilidad de avistamiento de aves cercanos a un recurso hídrico. Sin embargo, sin la zona de queuña la abundancia se reduce en un 54 %, la riqueza sería de 50 especies y el índice de diversidad de Simpson se mantiene (0.92). Esta relación de diversidad significa que la zona de queuña es un área de refugio para muchos individuos. Aunque esta interpretación solo considera la eliminación de los resultados de los puntos de evaluación, la tala tangible de la zona de queuña ocasionaría un impacto considerable sobre la diversidad.

CONCLUSIONES

1. Se registro un total de 70 especies de aves distribuidas en 12 órdenes y 21 familias, siendo el orden Passeriformes el más abundante con 9 familias y 44 especies presentes. Las familias con mayor número de especies fueron Tyrannidae y Thraupidae con 15 y 14 especies respectivamente. De las especies registradas en el Bosque Pukamoqo se determinó 6 especies de aves endémicas: *Oreonympha nobilis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Cranioleuca albicapilla*, *Asthenes ottonis*, *Asthenes virgata*, *Poospiza caesar*, y también se determinó 5 especies de aves migratorias: *Empidonomus urantioatrocristatus*, *Elaenia parvirostris*, *Pseudocolopteryx acutipennis*, *Muscisaxicola maculirostris*, *Catharus ustulatus*. De las 70 especies de aves, 39 están presentes en ambas épocas, 56 fueron registradas para lluvias y 53 para secas.
2. La diversidad alfa de especies en la época de lluvias es ligeramente más rica que en la época secas, pero esta diferencia no es estadísticamente significativa.
3. La prueba ANOSIM, cuando se comparan entre las diferentes épocas, muestra una diferencia estadísticamente significativa. Así mismo, las especies que contribuyen a dicha disimilitud entre épocas son: *Columbia livia*, *Cranioleuca albicapilla*, *Colaptes rupicola*, *Metallura tyrianthina*, *Falco sparverius*, *Geositta cunicularia*, *Patagona gigas*, *Psittacara mitratus*, *Catharus ustulatus*, *Cinclodes albiventris*, *Muscisaxicola rufivertex*, *Geospizopsis unicolor*, *Troglodytes aedon*, *Spinus magellanicus*.
4. Se tiene 4 especies indicadoras, de las cuales una es para la época de lluvias (*Catharus ustulatus*) y 3 son para época de secas (*Columbia livia*, *Cranioleuca albicapilla*, *Colaptes rupicola*). De estas, una especie es migratoria e indicadora de la época de lluvias (*Catharus ustulatus*).
5. Las especies más abundantes para la época de lluvias y secas son: *Zonotrichia capensis*, *Spinus magellanicus*, *Turdus chiguanco*, *Conirostrum cinereum* y *Zenaida auriculata*.
6. Los resultados muestran que los índices de la diversidad alfa entre diferentes épocas son significativamente iguales, mas no así en su composición y abundancia.

RECOMENDACIONES

- Usar como metodología Números de Hill, ya que da una mejor interpretación en la estructura de la comunidad.
- Continuar con los estudios de investigación anualmente sobre la fauna ornitológica. Para tener una línea base sólida con la finalidad de instaurar proyectos orientados a la conservación de este bosque.
- Realizar campañas de limpieza de residuos sólidos por parte de los círculos de investigación y municipalidades, además de sacar una ordenanza municipal para la conservación del Bosque Pukamoqo.
- Llevar a cabo trabajos que comparen la estructura y diversidad entre los tipos de bosques.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, L. (2007). *Evaluación del canal molinos como un corredor para las aves de la ciudad de Bogotá*. (Issue [Tesis para Optar Título]). Pontificia Universidad Javeriana.
- Angulo, F. (2009) Perú. Pág. 307 – 316 en C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).
- Aragon, I., & Chuspe, M. (2018). *Ecología geográfica del Cusco* (1ra ed.). https://www.researchgate.net/publication/327172888_Ecologia_Geografica_del_Cusco
- Arteaga, W. (2017). Diversidad de aves del campus universitario de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. *Siembra*, 4(1), 172–182. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/510/498>
- Barros, A. (2023). *Estudio de la biodiversidad de dípteros necrófagos en zonas urbanas de la Ciudad de Barranquilla y aproximaciones a su cría en diferentes residuos orgánicos vegetales* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/11739>
- Becerra, C., & Velez, J. (2014). *Geografía* (Lumbreras (ed.)).
- BirdLife International. (2022). Estado de conservación de las aves del mundo. In *BirdLife International*. https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2022/09/SOWB2022_ES_compressed.pdf
- Cabrera, L., & Cruz, R. (2012). *Evaluación de la población de aves en un fragmento de bosque de Polylepis sp. (Rosaceae-Rosales) en dos épocas estacionales (lluvias-secas) en el sector de Kellora, (Colcha, Paruro, Cusco)* [Tesis para Optar Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/1109/253T20120011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cárdenas, J., Carlotto, V., Cano, V., Flores, T., & Oviedo, M. (2009). *Estudio geológico y geodinámico de los baluartes en el sitio Arqueológico de Sacsayhuaman-Cusco*.
- Cárdenas, W. (2014). *Distribución potencial de la familia Trochilidae en la cuenca del río Huatanay: una propuesta de áreas para su conservación* [Tesis para Optar Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/962>
- Cárdenas, W., & Hurtado, L. (2019). Variación de la abundancia y diversidad de aves en el humedal Lucre-Huacarpay, Quispicanchi / Cusco / Perú, durante el periodo de “El Niño” 2015 - 2016. *Ecología Aplicada*, 18(2), 111–124. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1330>
- Carrasco, N. (2018). *Ornitofauna en zonas forestadas con queuña (Polylepis spp.) en el Parque Arqueológico de Sacsaywaman Cusco* [Tesis para Optar Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

- Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T., Sander E., Ma, K., Colwell, R., & Ellison, A. (2014). Rarefacción y extrapolación con números de Hill: un marco para el muestreo y la estimación en estudios de diversidad de especies. *Monografías ecológicas* 84:45-67.
- Chávez, C. (2014). *Relación entre la avifauna, la vegetación y las construcciones en plazas y parques de la ciudad de Valdivia* [[Tesis para Optar Título, Universidad Austral de Chile]]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fifc512r/doc/fifc512r.pdf>
- CONAM. (2001). *Perú: estrategia nacional sobre diversidad biológica*. (1ra ed.). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/peru-estrategia-nacional-diversidad-biologica>
- Convention on Biological Diversity (1992) United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya. 30 pp.
- Córdoba, G., Rincón, K., Donato, J., & González, J. (2020). Variación espacio-temporal de macroinvertebrados acuáticos en la Lindosa, Guayana colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 452–465. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i2.39331>
- Crisci, J., Posadas, P., & Morrone, J. (1996). *La biodiversidad en los umbrales del siglo XXI*. 34–40. https://www.researchgate.net/publication/265552534_La_biodiversidad_en_los_umbrales_de_l_siglo_XXI
- Davalos, Y. (2022). *Diversidad de la fauna ornitológica en la parte baja de la cuenca del río Charan, provincia de Calca-Cusco*. [Tesis para Optar Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7389?locale-attribute=en>
- De Cáceres, M., Legendre, P. (2009). “Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference.” *Ecology*, 90*, 3566-3574. doi:10.1890/08-1823.1 <<https://doi.org/10.1890/08-1823.1>>.
- Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco. (2017). *Guía de aves del Parque Arqueológico de Sacsayhuamán*. Cusco, Perú: Ministerio de Cultura.
- Douglas, C., Montgomery, D. C., Runger, G. C., & Hubele, N. F. (2012). *Engineering statistics* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366.
- Espinosa, S., Enríquez, P., Pineda, E., & Vandame, R. (2020). Diversidad y composición de aves del parque nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 36, 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612062>
- Evans, MC & Yong, W. (2000). Swainson's Thrush (*Catharus ustulatus*), versión 1.0. En *Aves del Mundo* (AF Poole y FB Gill, Editores). Laboratorio de Ornitología de Cornell, Ithaca, NY, EE.UU. <https://doi.org/10.2173/bow.swathr.01>
- Guevara, J. (2019). *Diversidad Arbórea y su relación con la fauna ornitológica en la servidumbre ecológica de Santa María , sector de Larapa , distrito de San Jerónimo , región Cusco, 2017*. Tesis para Optar Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

- Hill, M. (1973). *Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences*. Ecology, 54(2), 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Horenstein, M., Bellis, L., & Gleiser, R. (2015). Comunidad de moscas saprófagas que explotan recursos orgánicos en descomposición en ambientes urbanos. *Boletín de La Sociedad Entomológica Argentina*, 26(2), 7–10.
- Iannaccone, J., Atasi, M., Bocanegra, T., Camacho, M., Montes, A., Santos, S., Zuñiga, H., & Alayo, M. (2010). Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: periodo 2004-2007. *Biota Neotrop.* 10(2).
- INEI. (2014). *Perú: Anuario de estadísticas ambientales 2013*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1140/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1994). *Clasificación de pisos ecológicos del Perú*. Lima, Perú: INRENA.
- Jara, M. (2023). Efecto de la perturbación en la diversidad de aves y propuesta de conservación en la laguna altoandina de huaypo - cusco. [Tesis para Optar Título de Maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Jost, L. (2006). Entropía y diversidad. *Oikos*, 113(2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Jost, L., & González, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56(2), 3–14. http://www.lillo.org.ar/revis/zoo/2012/v56n1_2/v56n1_2a01.pdf
- Jost, L. (2018). ¿Qué entendemos por diversidad? el camino hacia la cuantificación. *Metode Science Studies*, 39–45. <https://doi.org/10.7203/metode.9.11472>
- Lantschner, M., & Rusch, V. (2007). Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de Nothofagus antártica en el NO Patagónico. *Ecología Austral*, 17(1), 1–13.
- Martínez, C., Mancera, N., & Buitrago, G. (2013). Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1597–1617. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44930117006>
- Maruri, B., García, A., & Pineda, R. (2013). Las Aves del Jardín Botánico Regional de Cadereyta: una presencia interpretada. In *Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro*. <https://fcu.uaq.mx/pdfs/avescadereyta.pdf>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad (M&T–Manual)*.
- MINAM. (2010). *Perú: economía y diversidad biológica*. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/1345.pdf>
- MINAM. (2014). Estrategia Nacional de Diversidad Biológica. In *Ministerio del Ambiente - MINAM*(1ra ed). <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/diversidadbiologica.pdf>

- MIMAN. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre* (1ra ed.). <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GUÑA-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>
- MINAM. (2019). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú: Memoria descriptiva*.
- Ministerio de Cultura. (2020). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres del Parque Arqueológico Nacional de Sacsayhuaman al 2024*.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., & Numa, P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. In *Revista Mexicana de Biodiversidad* (Vol. 82, Issue 4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019
- Morrone, J., Espinosa, D., Fortino, A., & Posadas, P. (1999). *El arca de la biodiversidad*. UNAM. México. 87 pp
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2013). *Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023-Sub componente diversidad biológica*. 165–178.
- Núñez, I., González, É., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387–393. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700006
- Oberhuber, T., Lomas, P., Duch, G., & González, M. (2015). El papel de la biodiversidad. In *CIP-Ecosocial*. https://www.fuhem.es/wpcontent/uploads/2019/08/Dossier_El_papel_de_la_biodiversidad.pdf
- Ocampo, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14(2), 188–200. <https://doi.org/10.22579/20112629.81>
- Oksanen J, Simpson G, Blanchet F, Kindt R, Legendre P, Minchin P, O'Hara R, Solymos P, Stevens M, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista H, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill M, Lahti L, McGlinn D, Ouellette M, Ribeiro Cunha E, Smith T, Stier A, Ter Braak C, Weedon J (2024). *_vegan: Community Ecology Package_*. R package version 2.6-8, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1976). *Mapa ecológico del Perú: Memoria explicativa*. Ediciones ONERN. Lima.
- Plenge, M. A. (2023). List of the birds of Peru / Lista de las aves del Perú. *Unión de Ornitólogos del Perú*: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Ralph, J., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., Desante, D., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159*. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46.
- Ramírez, J. (2013). Riqueza y diversidad de aves de un área de la faja volcánica transmexicana, tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(3), 486–512. <https://azm.ojs.inacol.mx/index.php/azm/article/view/1593>

- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.^a ed.). Espasa-Calpe.
- Rodríguez, I., Zamalloa, V., Aguilar, M., Champi, V., Ezquerro, M., & Zapata, J. (2018). Captura y almacenamiento de carbono como servicio ambiental en el bosque de q'euña "La Paz" Parque Arqueológico de Sacsayhuamán, Cusco. *Cantua*, 17(1), 10–16. <https://doi.org/10.51343/cantu.v17i0.755>
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., Neill, J., & Parker, T. (2007). *Aves de Perú* (Field Muse).
- Senner, N., & Angulo, F. (2014). *Atlas de las aves playeras del Perú: sitios importantes para su conservación*. <https://acortar.link/M8rqAt>
- Servat, G., Mendoza, W., & Ochoa, J. (2002). Flora y fauna de cuatro bosques de Polyplepis (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 1(1), 25–35.
- Smith, T., & Smith, R. (2007). Ecología. In *Dictionary Geotechnical Engineering/Wörterbuch GeoTechnik* (6a ed.). https://doi.org/10.1007/978-3-642-41714-6_90677
- SERNANP. (2016). *Guía de aves del Santuario Nacional de Ampay*. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1928682-santuario-nacional-de-huayllay>
- Salvador, J. (2019). *Distribución espacio-temporal de la comunidad de aves y sus factores de influencia en el distrito de Cajatambo 2015 – 2016*. [Tesis para Optar Título, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Sterling, J., Jaramillo, A., & Hayes, F. (2019). *Texto guía para informadores de aviturismo en Colombia - Región Suroccidente*. <https://www.patrimoniounatural.org.co/wp-content/uploads/2023/02/2019-guia-informadores-aviturismo.pdf>
- Tosi, J. (1960). Zonas de vida natural en el Perú. IICA-OEA.
- Venero, G. (1984). Técnicas de caza: al acecho y al rececho. *Revista Peruana de Vida Silvestre*, 12(2), 45–53.
- Venero, J. (2015). *Guía de Macrofauna y Etnornitología en "Lucre-Huacarpay"*. Ed.Moderna. Cusco.250pp
- Whittaker, R. (1960). Vegetation of the Sisiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol Monogr* 30:279–338
- Wilson, E. O. (1992). *The diversity of life*. Belknap Press of Harvard University Press.
- Worldwide Bioclimatic Classification System (CD-Series Climate and Biosphere II) Rivas-Martinez, S., A. Penas, M.A. Luengo & S. Rivas-Saenz; H. Lieth (Ed.) 2003, CD-ROM ISBN 90-5782-139-7
- Zelada, W., Mejía, F., & Castillo, H. (2010). Abundancia relativa y diversidad de la ornitofauna de la quebrada Escalón, Parque Nacional Huascarán, época seca, 2010. *Rev. Aporte Santiaguino*, 3(2), 231–239. https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/444

Zuñiga, K. (2019). *Estado situacional de las especies de aves del Santuario Histórico de Chacamarca – Región Junín*. [Tesis para Optar Título, Universidad Latinoamericana Cima].

ANEXOS

Anexo 01: Solicitud al Observatorio Meteorológico de la UNSAAC.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GEOGRAFÍA OBSERVATORIO METEOROLÓGICO "LUIS OLAZO OLIVERA"	
<u>CONSTANCIA</u>		
El director del Observatorio Meteorológico "Luis Olazo Olivera – Perayoc" de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco.		
Hace constar:		
Que, la señorita Gina Victoria Anampa Mena identificado con DNI N° 74499491, bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas, UNSAAC. ha solicitado información registrada por nuestra estación, para trabajos de investigación Proyecto de tesis intitulado "DIVERSIDAD DE LA FAUNA ORNITOLOGIA EN DOS EPOCAS ESTACIONALES (LLUVIAS-SECAS) EN EL BOSQUE PUKAMOQO, PROVINCIA CUSCO, REGION CUSCO - 2023".		
En ese sentido, se ha facilitado la información registrada y procesada en Libretas Meteorológicas diarias respectivamente, de Precipitaciones, Temperatura máxima y mínima del año 2023, y Estación Automática DAVIS, del año 2023, por lo que.		
Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que vea por conveniente.		
Cusco, 27 de mayo del 2024,		
Atentamente,		
	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  DR. NARCISO CHAPARINO DAZA DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GEOGRAFÍA	

Anexo 02: Hoja de conteos de puntos para anotar todas las especies vistas y oídas

HOJA DE CONTEOS DE PUNTOS

PROV.
 ZONA
 DÍA
 MES
 AÑO
 N.º VISITA

OBSERVADOR:

<50 M

>50 M

[illegible]

Fuente: (Ralph et al., 1996)

Anexo 03: Panel fotográfico de las especies de aves observadas en el área de estudio

	
<i>Nothoprocta pentlandii</i>	<i>Metriopelia ceciliae</i>
	
<i>Zenaida auriculata</i>	<i>Columba livia</i>



Patagioenas maculosa



Colibri coruscans



Oreonympha nobilis (E)



Aglaeactis castelnaudii (E)



Metallura tyrianthina



Lesbia nuna



Foto: Edwin Noa

Aglaeactis cupripennis



Patagona gigas



Lesbia victoriae



Geranoaetus polyosoma



Geranoaetus melanoleucus



Bubo virginianus



Colaptes rupicola



Falco sparverius



Falco femoralis



Cranioleuca albicapilla(E)



Cinclodes albiventris



Geositta cunicularia



Foto: Edwin Noa

Asthenes ottonis (E)



Foto: Edwin Noa

Asthenes virgata (E)



Ochthoeca rufipectoralis



Elaenia parvirostris (M)



Anairetes flavirostris



Ochthoeca leucophrys



Myiotheretes striaticollis



Muscisaxicola maculirostris(M)



Muscisaxicola rufivertex



Troglodytes aedon



Turdus chiguanco



Turdus fuscater



Catharus ustulatus (M)



Spinus magellanicus



Zonotrichia capensis



Pheucticus aureoventris



Saltator aurantirostris



Diglossa bruneiventris



Phrygilus punensis



Conirostrum cinereum



Catamenia analis



Rauenia bonariensis



Foto: Franck Cusi

Poospizopsis caesar (E)



Rhopospina fruticeti

Figura 13. *Nidos observados en el área de estudio.*

	
Nido	Nido
	
Nido	

Anexo 04: Panel fotográfico del área de estudio







Anexo 05: Panel fotográfico del trabajo de campo.

ZONA A (EUCALIPTO)	
	
Punto de Conteo 1	Punto de Conteo 2

ZONA B (QUEUÑA)	
	
Punto de Conteo 1	Punto de Conteo 2

ZONA B (QUEUÑA)



Punto de Conteo 3



Punto de Conteo 4



Punto de Conteo 5

ZONA C (DETERIORADA)



Punto de Conteo 1



Punto de Conteo 2



Anexo 06: Impacto antrópico en el área de estudio.



