

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“ CARACTERIZACIÓN ORNITOLÓGICA EN DOS TIPOS DE BOSQUE
DENTRO DE UNIDADES MINERAS DEL NORTE DEL PERÚ”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

PRESENTADO POR:

ROSAURA WATANABE GRANADOS

Lima – Perú



2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	13 Watanabe R_TSP_051122. aprobado_rev.180123_anexos.pdf (D156364791)
Submitted	1/19/2023 9:22:00 PM
Submitted by	Antonio Tovar
Submitter email	latn@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	latn.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2021/12/Boletin-mineria.pdf Fetched: 1/19/2023 9:23:00 PM	 2
SA	TESIS BLGO JOSE LUIS MENDOZA.docx Document TESIS BLGO JOSE LUIS MENDOZA.docx (D23304022)	 2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES " CARACTERIZACIÓN ORNITOLÓGICA EN DOS TIPOS DE BOSQUE DENTRO DE UNIDADES MINERAS DEL NORTE DE PERÚ" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL PRESENTADO POR: ROSAURA WATANABE GRANADOS ASESOR : Ing. ANTONIO TOVAR NARVÁEZ Lima – Perú 2022 La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

ii UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES " CARACTERIZACIÓN ORNITOLÓGICA EN DOS TIPOS DE BOSQUE DENTRO DE UNIDADES MINERAS DEL NORTE DE PERÚ" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL Presentado por: Rosaura Watanabe Granados Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado: Ing. Carlos Augusto Reynel Rodríguez, Ph.D. Presidente Ing. Thomas Holger Valqui Haase, Ph.D. Joao Diego Freitas Córdova, Mg.Sc Miembro Miembro Ing. Luis Antonio Tovar Narváez Asesor

iii ÍNDICE GENERAL iv ÍNDICE DE TABLAS v ÍNDICE DE FIGURAS v RESUMEN 1 I. INTRODUCCIÓN 2 II. REVISIÓN DE LITERATURA 4 2.1. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA 4 2.2. EVALUACIÓN DE AVES EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL 4 2.3. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO 6 2.4. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE NUBLADO 6 III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO 8 3.1. ÁREAS DE ESTUDIO 8 3.1.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO 8 3.1.2. BOSQUE NUBLADO 9 3.2. MUESTREO DE AVES 12 3.2.1. MÉTODOS 12 2.1. ESFUERZO DE MUESTREO 13 3.3. ANÁLISIS DE DATOS 15 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO 15 RIQUEZA Y ABUNDANCIA 16 ÍNDICES DE DIVERSIDAD 16 ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN 16 ESPECIES INDICADORAS DE CALIDAD DE HÁBITAT 17 VARIACIONES EN LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD 19 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 20 4.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO 20 4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES 20 4.1.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO 27 4.1.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD 28 4.1.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN 30 4.2. BOSQUE NUBLADO 35 4.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES 35 4.2.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO 41 4.2.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD 42 4.2.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN 44 V. CONCLUSIONES 49 VI. RECOMENDACIONES 50 VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“ CARACTERIZACIÓN ORNITOLÓGICA EN DOS TIPOS DE BOSQUE
DENTRO DE UNIDADES MINERAS DEL NORTE DEL PERÚ”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

Presentado por:

Rosaura Watanabe Granados

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Ing. Carlos Augusto Reynel Rodríguez, Ph.D.

Presidente

Ing. Thomas Holger Valqui Haase, Ph.D.

Miembro

Joao Diego Freitas Córdova, Mg.Sc

Miembro

Ing. Luis Antonio Tovar Narváez

Asesor

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	3
2.2. EVALUACIÓN DE AVES EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	3
2.3. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO	5
2.4. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE NUBLADO	5
III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	7
3.1. ÁREAS DE ESTUDIO	7
3.1.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO	7
3.1.2. BOSQUE NUBLADO	8
3.2. MUESTREO DE AVES	11
3.2.1. MÉTODOS	11
2.1. ESFUERZO DE MUESTREO	12
3.3. ANÁLISIS DE DATOS	14
REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	14
RIQUEZA Y ABUNDANCIA	15
ÍNDICES DE DIVERSIDAD	15
ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN	15
ESPECIES INDICADORAS DE CALIDAD DE HÁBITAT	16
VARIACIONES EN LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO	19
4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	19
4.1.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	26
4.1.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD	27
4.1.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN	29
4.2. BOSQUE NUBLADO	34
4.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	34
4.2.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	40
4.2.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD	41
4.2.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN	43
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esfuerzo de Muestreo detallado para cada tipo de bosque evaluado	14
Tabla 2. Órdenes registrados en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco	19
Tabla 3. Órdenes registrados para aves de ambientes terrestres en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco	20
Tabla 4. Abundancia Relativa (individuos/h-inv) de las especies más comunes en el área de muestreo del bosque seco	25
Tabla 5. Especies de Interés para la Conservación en el área de muestreo del bosque seco	31
Tabla 6. Especies Indicadoras de calidad de hábitat en el área de muestreo del bosque seco	33
Tabla 7. Órdenes registrados en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco	34
Tabla 8. Abundancia Relativa (individuos/h-inv) de las especies más comunes en el área de muestreo del bosque nublado.....	39
Tabla 9. Especies de Interés para la Conservación en el área de muestreo del bosque nublado	45
Tabla 10. Especies Indicadoras de calidad de hábitat en el área de muestreo del bosque nublado	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estaciones en el área de muestreo del bosque estacionalmente seco.....	8
Figura 2. Estaciones en el área de muestreo del bosque nublado.....	10
Figura 3. Bosque nublado en el área de estudio afectado por incendios forestales.....	11
Figura 4. Proporción de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco	21
Figura 5. Número de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco	21
Figura 6. Número de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco	22
Figura 7. Curva de acumulación de especies en el bosque seco por el método de rarefacción y estimadores no paramétricos	27
Figura 8. Riqueza por año en las estaciones evaluadas del bosque seco.....	28
Figura 9. Comparación de la diversidad y dominancia de especies en el bosque seco .	29
Figura 10. Proporción de especies de aves por familia en el bosque nublado	35
Figura 11. Número de especies de aves por familia en el bosque nublado	36
Figura 12. Curva de acumulación de especies en el bosque nublado por el método de rarefacción y estimadores no paramétricos	41
Figura 13. Riqueza por año en las estaciones evaluadas del bosque nublado.....	42
Figura 14. Comparación de la diversidad y dominancia de especies en el bosque nublado	43

RESUMEN

La actividad minera ha sido uno de los principales motores de crecimiento en el Perú con alrededor del 10% del total de la producción nacional. Sin embargo, genera impactos en el medio ambiente y sus componentes, que deben ser evaluados continuamente como parte de sus compromisos ambientales. En este contexto, se desarrollan los instrumentos de gestión ambiental que son herramientas aprobadas por el Estado Peruano. La información que se presenta en los instrumentos de gestión ambiental proviene de evaluaciones biológicas de la flora y fauna que habita un área determinada, en las que se requiere de la aplicación de metodologías apropiadas. En estas evaluaciones, las aves son uno de los grupos más relevantes porque son el grupo con mayor riqueza y abundancia entre los vertebrados, y evaluarlas nos ayuda a entender cómo varía la biodiversidad en el tiempo y espacio (Carignan & Villard, 2002). Con este fin, se caracterizaron las comunidades de aves de dos tipos de bosque dentro de unidades mineras del norte de Perú: el bosque estacionalmente seco de Piura y el bosque nublado de Cajamarca. El análisis de datos permitió determinar que el área muestreada en el bosque estacionalmente seco presenta una diversidad y composición de aves particular, fuertemente influenciada por el Niño Costero, y que incluye 27 especies de interés para la conservación (40% del total registrado), y cuatro (04) especies indicadoras de calidad de hábitat, incluyendo al especialista de bosque seco, el Cortarrama Peruano, *Phytotoma raimondii*. Asimismo, el área muestreada en el bosque nublado presenta un ensamble de aves típico de este tipo de bosque, y que evidencia posibles efectos de los incendios forestales de noviembre 2016; se registraron 24 especies de interés para la conservación (30% del total registrado), y cinco (05) especies indicadoras de calidad de hábitat.

Palabras clave: bosque estacionalmente seco, bosque nublado, aves, esfuerzo de muestreo, riqueza, abundancia, diversidad, conservación, hábitat, unidad minera.

ABSTRACT

Mining has been one of the main drivers of growth in Peru with approximately 10% of the gross national product. Regardless, this activity has significant environmental impacts on biodiversity and its components, mainly flora and fauna, that must be continuously assessed as part of the environmental commitments. In this context, environmental impact assessments and similar management instruments are developed, and ought to be approved by Peruvian environmental authorities. The information presented in these environmental management instruments is gathered in biological evaluations of the flora and fauna that inhabits a certain area in which the application of appropriate methodologies is required. In these assessments, birds are one of the most relevant groups, with high species richness and density compared to other vertebrates and monitoring them might help us elucidate how biodiversity varies in time and space (Carignan & Villard, 2002). The scope of this work is to characterize the bird communities of two types of forest within mining units in the north of Peru: the seasonally dry forest of Piura and the cloud forest of Cajamarca. Data analysis allowed to determine that the area sampled in the seasonally dry forest holds a particular diversity and bird community composition and structure, strongly influenced by El Niño Southern Oscillation, and that support 27 species of conservation concern (40% of the total registered), and four (04) habitat quality indicator species, including the dry forest specialist, the Peruvian Plantcutter, *Phytotoma raimondii*. Similarly, the sampled area in the cloud forest presents a typical bird assemblage for this type of forest, and that manifest possible effects of the wildfires occurred on November 2016; 24 species of conservation concern were recorded in the area (30% of the total), and five (05) habitat quality indicator species.

Keywords: seasonally dry forest, cloud forest, birds, sampling effort, richness, density, diversity, conservation, habitat, mining unit.

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Peruano de Economía (2021) indica que, durante los últimos 10 años, la actividad minera ha sido uno de los principales motores de crecimiento en el Perú al representar alrededor del 10% del total de la producción nacional, casi el 60% de las exportaciones, y el 16% de la inversión privada.

Sin embargo, sus actividades de exploración, emplazamiento de componentes, construcción de infraestructuras auxiliares, componentes de operación, construcción de accesos y la ejecución de sus actividades productivas, generan impactos en el medio ambiente y sus componentes, que deben ser evaluados continuamente como parte de sus compromisos ambientales.

Dentro de la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611, publicada el 15 de octubre de 2005), el Artículo VI señala que la gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental, adoptando medidas de mitigación, recuperación y restauración. Bajo ese contexto, se desarrollan los instrumentos de gestión ambiental que son herramientas aprobadas por el Estado Peruano para salvaguardar el medio ambiente y sus componentes.

La información que se presenta en los instrumentos de gestión ambiental proviene de evaluaciones biológicas de la flora y fauna que habita un área determinada, cuya frecuencia anual se determina con base en la temporalidad característica de la zona (época seca y época húmeda, principalmente).

En este contexto, la evaluación del componente fauna como parte de la línea de base ambiental para la implementación de proyectos que implican intervención sobre ecosistemas, requiere de la aplicación de metodologías apropiadas. Los muestreos de fauna ayudan a entender la riqueza, composición de las comunidades presentes y el estado de conservación de las especies registradas, a nivel nacional e internacional, y si se consideran endémicas de Perú. Este análisis es muy importante para la toma de decisiones que se propone en un Instrumento de Gestión de Ambiental y que están relacionadas con las medidas de conservación que se implementarán.

Entre la fauna terrestre, las aves son uno de los grupos más relevantes en estas evaluaciones porque son el grupo con mayor riqueza y abundancia entre los vertebrados. Además, son en general, fáciles de detectar e identificar, presentan alta sensibilidad a los cambios ambientales ya que su ocurrencia y abundancia está influenciada por las características del hábitat que les rodea (Carignan & Villard, 2002; Gregory, 2006); estudiarlas nos ayuda a entender cómo varía la biodiversidad en el tiempo y espacio (Morrison, 1986; Temple & Wiens, 1989; Furness & Greenwood, 1993; Carignan & Villard, 2002). El uso de especies de aves como indicadores se realiza bajo el supuesto de que las respuestas de especies individuales pueden ser representativas de la respuesta de otro grupo taxonómico en la comunidad (MacNally & Fleishman, 2004; Fleishman *et al.* 2005).

El presente trabajo tiene como objetivos: conocer y evaluar los cambios en la riqueza y diversidad de las comunidades de aves en cada tipo de bosque durante las evaluaciones realizadas, como parte de la evaluación de impactos de la actividad minera; describir las metodologías y caracterizar la riqueza, diversidad y estado de conservación de la comunidad de aves en un bosque estacionalmente seco de Piura; describir las metodologías y caracterizar la riqueza, diversidad y estado de conservación de la comunidad de aves en un bosque nublado de Cajamarca; y seleccionar las especies indicadoras de calidad de hábitat en cada tipo de bosque.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La diversidad biológica puede medirse en diferentes escalas, desde la escala genética de los individuos hasta el conjunto de comunidades de una región. Comúnmente, la biodiversidad de un ecosistema aborda la diversidad dentro de las comunidades (diversidad alfa). Para eso, suele emplearse distintos métodos entre los que se destacan: a) Métodos basados en la cuantificación de especies (riqueza de especies) y b) Métodos basados en la estructura de la comunidad, en los cuales se estudia la distribución proporcional de cada especie (Moreno, 2001).

La riqueza de especies es la forma más simple de medir la biodiversidad; sin embargo, requiere de grandes esfuerzos que permitan contar con inventarios casi completos para conocer aproximadamente el número total de especies. Por esta razón, es necesario recurrir a índices de riqueza específica estimada obtenida a partir de muestreos. Por otro lado, han sido propuestos números índices de diversidad, los cuales combinan la riqueza de especies y abundancia relativa de cada especie (equitatividad) en un solo valor. Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son el índice de Shannon-Wiener (H') y el índice de Simpson ($D-1$) (Moreno, 2001).

Si bien los análisis de diversidad presentan algunas desventajas, como por ejemplo el no permitir conocer la importancia relativa de la riqueza y equitatividad, facilitan obtener información relevante para tomar decisiones relacionadas a la conservación de un grupo taxonómico y de ecosistemas amenazados (Moreno, 2001). Inclusive, es posible identificar cambios en la diversidad en escalas temporales a través de monitoreos de las comunidades en áreas perturbadas por actividades productivas en el ámbito de ecosistemas naturales.

2.2. EVALUACIÓN DE AVES EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Las evaluaciones de impacto ambiental son instrumentos de análisis que anticipan los potenciales impactos ambientales, negativos y positivos, de las actividades antrópicas. Estos permiten diseñar planes que permitan maximizar los beneficios y disminuir los

impactos negativos. Las evaluaciones de impacto ambiental representan una de las mejores herramientas para la integración del desarrollo socioeconómico y conservación de los recursos naturales (Petts *et al.* 1999 y Treewek, *et al.* 1993, en Gasco 2018).

Estas evaluaciones requieren conocer la riqueza y diversidad de las especies de un área, en un determinado período, su distribución, asociación a determinados tipos de hábitat, y el estado de conservación de las especies (Cerdeña 2004, en Gasco 2018). Con estas informaciones se puede medir y monitorear la susceptibilidad de determinados grupos taxonómicos a las potenciales alteraciones ambientales que las actividades productivas pueden causar en sus hábitats. Considerando esto, existen grupos taxonómicos clave o indicadores a ser incluidos en los monitoreos de impacto ambiental.

La inclusión de la evaluación de aves en los estudios de impacto ambiental ha resultado efectiva para evaluar la salud de los ecosistemas (Gasco, 2018). Las aves son uno de los grupos taxonómicos más conspicuos y mejor estudiados. La inclusión de las aves como indicadores a través de identificación de especies clave, puede permitir realizar seguimiento y verificar el éxito de las estrategias de conservación y/o recuperación en el ámbito de actividades productivas (Ruíz 2011, en Gasco 2018).

Las comunidades de aves tienen una estrecha relación con las características estructurales de la vegetación, principalmente porque les provee de alimentos, refugio y sitios para reproducción (en Guevara, 2017). Asimismo, las aves cumplen funciones clave en los ecosistemas que habitan, como por ejemplo la polinización y la dispersión de semillas (Finegan *et al.* 2004, en Guevara 2017). Por otro lado, las aves cumplen funciones relacionadas al control biológico de otras poblaciones, como la regulación de poblaciones de insectos, inclusive en áreas de producción agrícola (Díaz-Seifer *et al.* 2022).

En el Perú, los monitoreos biológicos que incluyen el estudio de las comunidades de aves se llevan a cabo generalmente dentro del contexto de las evaluaciones de línea base y monitoreos como compromiso de instrumentos de gestión ambiental en áreas de proyectos de inversión minera. Por tal motivo, el levantamiento de información en campo y la selección del análisis de datos deben compatibilizar el cumplimiento de las reglamentaciones ambientales vigentes y los criterios de rigor para la obtención de información consistente, ya que estas evaluaciones deben representar también una

contribución para la conservación de la biodiversidad en las zonas involucradas (Franke, 2014).

2.3. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO

Las evaluaciones ornitológicas previas en el bosque estacionalmente seco incluyen estudios previos en Illescas. Como parte de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA de Fosfatos del Pacífico en el cual registró 55 especies de aves distribuidas en 14 órdenes y 30 familias, el orden Passeriformes fue el más abundante de los ambientes terrestres. En el ambiente marino-costero destacan el orden Charadriiformes y Suliformes. Durante el periodo de estudio se observó que el Bosque seco mixto, conformado por parches de algarrobos y sapotes, presentó 26 especies, entre ellas siete especies de aves amenazadas según el D.S. 034-2004-AG. Además, once especies de aves registradas en el área están consideradas en los Apéndices I o II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), tres especies pertenecen al apéndice I, el “pingüino de Humboldt” *Spheniscus humboldti*, el “cóndor andino” *Vultur gryphus* y el “halcón peregrino” *Falco peregrinus*. (GAPSA 2013, en Parra 2020).

Por otro lado, Ríos (2014, en Parra 2020) realizó una evaluación de la biodiversidad de la Zona Reservada Península de Illescas (ZRI), donde registró 36 especies de aves terrestres y acuáticas, de las cuales, 8 se encuentran en alguna categoría de conservación, 2 especies son endémicas y 10 especies son migratorias de la zona boreal y de los Andes. Asimismo, Advíncula (2015, citado en Parra 2020) ejecutó una evaluación de la diversidad de aves y mamíferos en cuatro zonas de la ZRI en el 2015: Bahía de Nunura, Punta Aguja, Punta el Faro y Punta Blanca, registrando 3 órdenes de aves, 8 familias y 18 especies. La especie *Sula nebouxii* fue la más abundante en las 4 zonas.

2.4. EVALUACIÓN DE AVES EN EL BOSQUE NUBLADO

El Gobierno Regional de Cajamarca (Roncal et al. 2018) implementó el estudio de Línea Base en el Bosque de Protección de Pagaibamba, distrito de Querocoto, provincia de Chota, región Cajamarca. En dicho estudio se registró 110 especies presentes en la jalca y el bosque montano, estando 97 de estas presentes en el interior del bosque montano.

Las especies más abundantes fueron 14 especies de la familia Tyrannidae, 13 especies de la familia Trochilidae, 11 especies de la familia Thraupidae y 6 especies tanto en la familia Accipitridae como en la familia Furnaridae. Del total de especies, 29 estuvieron en la lista CITES II, la especie *Penelope barbata* figura como Vulnerable según el DS. En este estudio se registró cuatro especies endémicas *Megascops koepckeae*, *Penelope barbata*, *Coeligena iris*, *Heliangelus viola*, y dos especies migratorias, *Pandion hallaetus*, *Empidoax alnorum* y *Buteo albigula*.

Por otro lado, de acuerdo con un inventario realizado en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe en tres tipos de hábitat: bosques pre-montanos (hasta 2000 msnm), bosques montanos (de 1900 a 3000 msnm) y los páramos (más de 2500 msnm), se registraron 68 especies de aves en los bosques montanos y 97 en los bosques pre-montanos. En estos dos tipos de bosque, la familia Thraupidae y Tyrannidae representaron los grupos de aves más comunes y diversos (Valqui 2010, en Guevara 2017).

III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

3.1. ÁREAS DE ESTUDIO

3.1.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO

Esta unidad de vegetación se ubica en el Área de Estudio de la Mina de Fosfatos Bayóvar (provincia de Sechura, región Piura).

De acuerdo con la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), en el área de estudio se registraron dos zonas de vida: Desierto Desechado Premontano Tropical y Desierto Superárido Subtropical. Según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015a), el área de estudio comprende las coberturas tipo Matorral Arbustivo y Bosque Seco Tipo Sabana y como otras coberturas se considera al Desierto Costero y el Estuario de Virrilá; y según el Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019) presenta los ecosistemas Desierto Costero, tres tipos de Bosque estacionalmente seco (de llanura, ribereño, y de colina y montaña), Matorral Xérico y Humedal Costero.

El muestreo de aves se realizó en el Bosque estacionalmente seco de llanura (MINAM, 2019). Es un ecosistema subárido caducifolio, homogéneo y extenso dominado por árboles espaciados de *Prosopis pallida* y *P. limensis* “algarrobo”. La fisonomía general corresponde a un bosque de hasta 5-8 metros con arbustos y herbazal efímero. Este bosque seco contiene pocas especies; además de *Prosopis* sp., están *Vachellia macracantha* “faique” y *Colicodendron [=Capparis] scabridum* “sapote”. Se distribuye desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 500 msnm. Presenta una marcada estacionalidad (en periodos de 3 a 8 años) influenciada por el Fenómeno El Niño (MINAM, 2019).

El área evaluada para el muestreo de aves se ubica entre los 10 msnm y 125 msnm. Ocupa suelos arenosos y limosos, en constante estrés hídrico. Pendientes ligeras con presencia de tablazos cercanos al mar y dunas. Presenta quebradas secas con parches de bosque y matorrales que, debido a la neblina y garúas, pueden extender su cobertura vegetal. Dominancia del estrato arbóreo representado por *Prosopis pallida* con cobertura foliar considerable. Forma un bosque ralo, con presencia de estrato arbustivo que se desarrolla debajo del estrato arbóreo sobre el suelo descubierto. La distribución de la vegetación en este tipo de bosque depende de factores externos como la disposición de nutrientes, tipo

de suelo, precipitación e impacto antrópico (ganadería y tala de árboles para la obtención de carbón). Como componente florístico secundario presenta especies leñosas como el Sapote, *Colicodendron scabridum*; el Faique, *Vachellia macracantha*; y el Vichayo, *Capparis avicennifolia*; el estrato arbustivo dominado por *Encelia canescens* y *Galvezia fruticosa*, y el estrato herbáceo con especies como *Tiquilia dichotoma*, *Tiquilia paronychioides* y *Alternanthera peruviana* (Golder, 2015).

En la Figura 1 se presenta el área y las estaciones de monitoreo de aves en el bosque estacionalmente seco.

Figura 1. Estaciones en el área de muestreo del bosque estacionalmente seco



3.1.2. BOSQUE NUBLADO

Esta unidad de vegetación se ubica en el Área de Estudio del Proyecto de Exploración La Granja (distrito Querocoto, provincia de Chota, región Cajamarca).

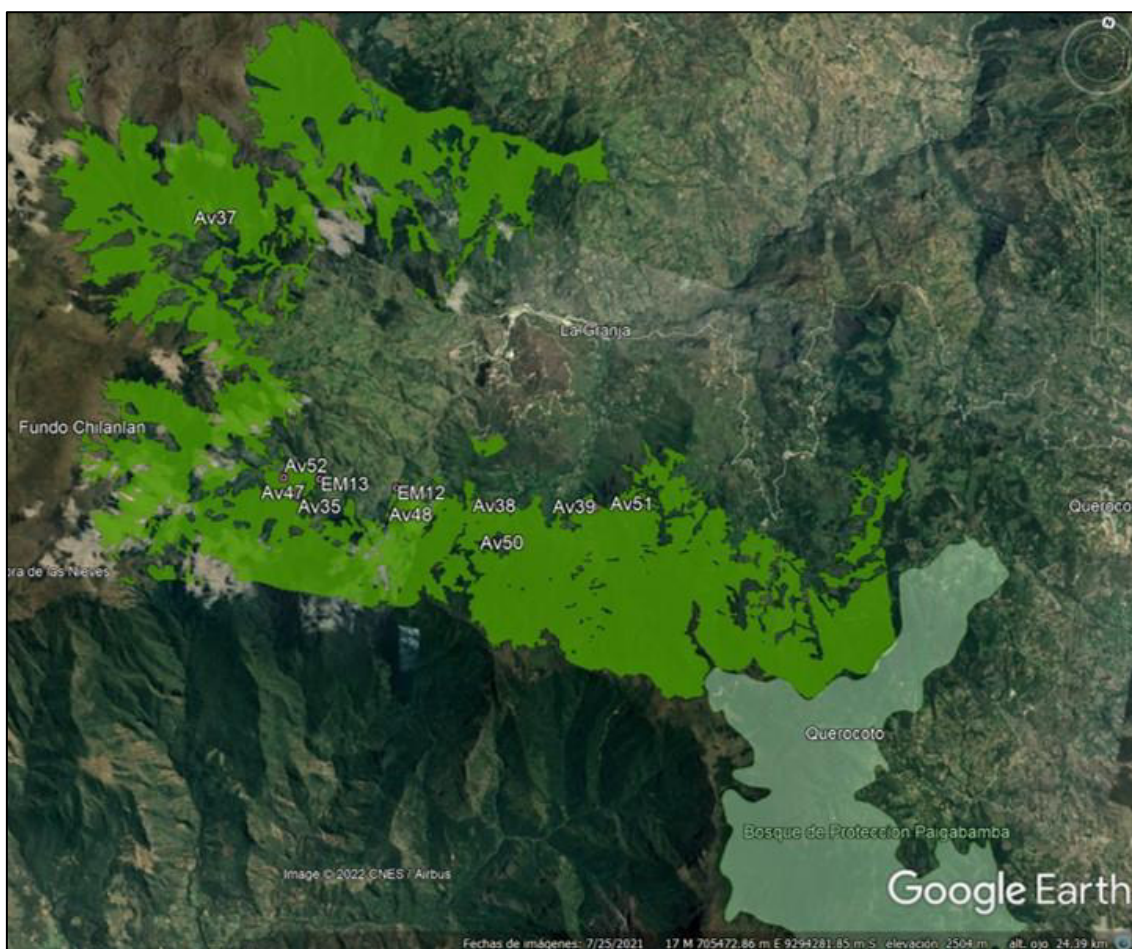
De acuerdo con la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), en el área de estudio se registraron cuatro zonas de vida: Bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh-MT), Bosque húmedo – Montano Bajo Tropical (bh-MBT), Bosque Seco - Montano Bajo Tropical (bs-MBT), y Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical (pmh-SaT).

Asimismo, considerando el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015a), el área de estudio comprende las coberturas tipo Jalca, Bosque montano occidental andino, Matorral arbustivo, y Agricultura costera y andina.

El área evaluada para el muestreo de aves corresponde, según caracterizaciones previas, al Bosque Nublado, un ecosistema húmedo constituido por bosques relicto de las vertientes occidentales de los Andes del norte del país, distribuidos entre los 1 400 y 3 000 msnm (MINAM, 2019). La fisonomía corresponde al bosque denso, generalmente nublado con altura de dosel de hasta 15 metros, con árboles emergentes de 20 metros y abundantes epífitas. El ambiente se caracteriza por una cobertura persistente de nubes. La pendiente es de alta a moderada, asociada a quebradas. El amplio gradiente térmico y de precipitación permite el desarrollo de una importante diversidad de especies, cuya forma de crecimiento predominante es la arbórea, acompañada de otras formas como arbustos, hierbas, epífitas, lianas, cañas, palmeras, entre otros. El estrato superior de los bosques nublados está conformado por árboles de hasta 30 m de altura. Los árboles están cubiertos de numerosas epífitas, musgos y líquenes por la gran humedad que se presenta a manera de niebla o nubes bajas (Valencia 1990, 1992). Las familias típicas son Lauraceae, Cunoniaceae, Sabiaceae, Rubiaceae y Arecaceae. En el estrato medio hay árboles de menor altura como *Hedyosmum scabrum* (Chloranthaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Schefflera mathewsii* (Araliaceae), *Siparuna* sp. (Siparunaceae) y helechos arborescentes, *Cyathea* sp. (Cyatheaceae). La vegetación del estrato inferior (sotobosque) está formada por arbustos y hierbas de familias Rubiaceae, Araceae, Ericaceae, Solanaceae.

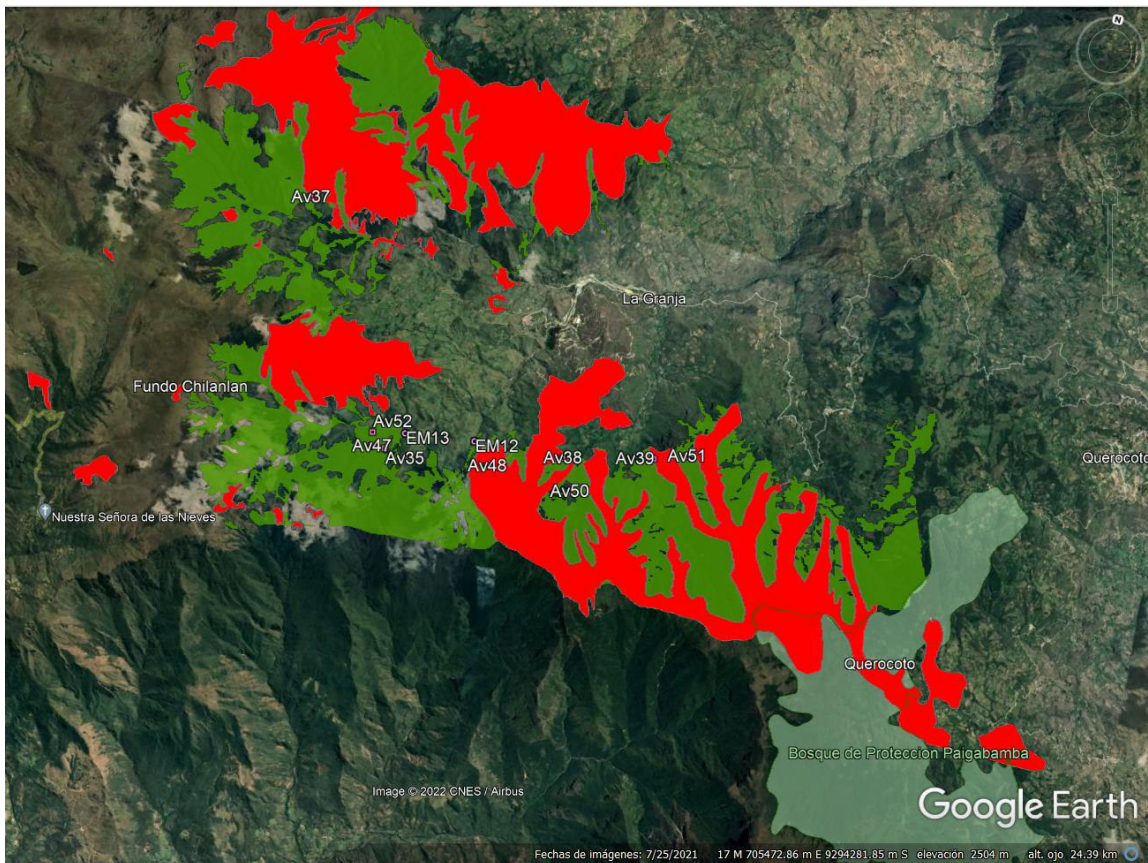
En la Figura 2 se presenta el área y las estaciones de muestreo de aves en el bosque nublado.

Figura 2. Estaciones en el área de muestreo del bosque nublado



En el 2016 se reportó un incendio forestal en el norte del Perú, el cual afectó varios distritos de los departamentos de Lambayeque y Cajamarca. El incendio afectó aproximadamente 2 545 ha del área de estudio, incluyendo casi todos los tipos de vegetación y principalmente el bosque nublado. Para la delimitación del área quemada (parches en rojo) se utilizaron imágenes satelitales tomadas entre el 20 y 21 de noviembre del 2016.

Figura 3. Bosque nublado en el área de estudio afectado por incendios forestales



3.2. MUESTREO DE AVES

3.2.1. MÉTODOS

El muestreo de aves en todas las evaluaciones (2013-2021) en el bosque estacionalmente seco, y en las evaluaciones en el bosque nublado (2016, 2017 y 2020-2021), se realizó a través del método de conteo por puntos sin límite de distancia de observación, uno de los métodos más eficaces para el monitoreo de aves terrestres (Bibby et al. 1992; Ralph et al. 1996; Sutherland, 2006). En cada estación, se establecieron 10 puntos de conteo a lo largo de un transecto, cada uno separado por lo menos 100 m del otro. El tiempo de evaluación en cada punto de conteo fue de 10 minutos, durante este tiempo se registraron todas las aves detectadas visual y auditivamente, lo cual coincide con lo recomendado por Franke et al. (2014) para ambientes terrestres altoandinos, los cuales, típicamente, tienen una abundancia de aves relativamente baja. En cada evaluación, se realizó una repetición por punto.

De este modo, considerando todas las evaluaciones a lo largo del tiempo, para el bosque estacionalmente seco se establecieron un total de 360 puntos; para el bosque nublado se establecieron 170 puntos en total (Anexo 1).

En ambos tipos de bosque, el muestreo de aves incluyó el registro de información cualitativa de presencia/ausencia de las especies mediante huellas, refugios, nidos, fecas, escarbaduras, plumas y/o cadáveres, entre otros.

Se utilizó la guía de Aves de Perú (Schulenberg et al. 2010) para la identificación de especies.

2.1. ESFUERZO DE MUESTREO

La información del muestreo de aves en el bosque estacionalmente seco de llanura corresponde a información secundaria disponible de monitoreos anuales realizados en el periodo 2013-2021, en el marco de la Segunda Modificación del EIA de la Mina de Fosfatos Bayóvar (Golder, 2015). Se evaluaron cuatro estaciones a lo largo de nueve (09) campañas anuales, siendo 36 estaciones en total para el área evaluada. Es importante indicar que el esfuerzo de muestreo varió a lo largo de los monitoreos 2013-2014 (1,67 h-inv por estación), 2015-2017 (2 h-inv por estación) y 2018-2021 (3 h-inv por estación) La ubicación de las estaciones de muestreo de aves y los periodos evaluados, se presentan en el Anexo 1.

La información del muestreo de aves en el bosque nublado corresponde a información secundaria disponible de la Décimo Segunda Modificación del EIAS del Proyecto de Exploración La Granja (la cual abarca evaluaciones anuales 2016 y 2017), y los Monitoreos Biológicos semestrales desarrollados en el periodo 2020-2021. Se evaluaron seis (06) estaciones en el 2016, cinco (05) estaciones en el 2017 y seis (06) estaciones en el periodo 2020-2021, siendo 17 estaciones en total para el área evaluada. La ubicación de cada estación y los periodos evaluados, se presentan en el Anexo 1.

Es importante indicar que se requiere un conjunto de puntos para el muestreo de cada subunidad. Cada subunidad es definida bajo una cierta unidad de vegetación. En las evaluaciones utilizadas, se considera que cada estación de muestreo es una subunidad,

que corresponde a un tipo de bosque, y en la cual se establecen 10 puntos de conteo (Tabla 1).

De acuerdo con la Guía para la Elaboración de la Línea Base en el Marco del SEIA – Anexo 2 (MINAM, 2018), en proyectos puntuales en la sierra, es común que una estación de muestreo corresponda a una unidad de muestreo (UM).

En la Tabla 1 se detalla el método de muestreo principal empleado en cada tipo de bosque; es importante indicar que para el bosque nublado no se utilizó el método recomendado (Búsqueda Intensiva), se utilizó el Conteo por Puntos que, en ambientes con cobertura vegetal densa y mayor cobertura de dosel como el bosque evaluado, este método reduce la detectabilidad. Asimismo, se muestra la variación del esfuerzo de muestreo en estaciones y en horas a lo largo de los monitoreos en el bosque estacionalmente seco.

Tabla 1. Esfuerzo de Muestreo detallado para cada tipo de bosque evaluado

MUESTREO		BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO	BOSQUE NUBLADO
MÉTODO PRINCIPAL	Utilizado	CONTEO POR PUNTOS	CONTEO POR PUNTOS
	Recomendado	CONTEO POR PUNTOS (MINAM, 2015b)	BÚSQUEDA INTENSIVA (Franke et al. 2014; MINAM, 2015b)
UNIDAD DE MUESTREO	Utilizada	ESTACIÓN (10 PC) 100 m – 200 m entre puntos	ESTACIÓN (10 PC)
	Recomendada	PUNTO DE CONTEO	Área/parcela de búsqueda (1 – 3 ha por unidad de muestreo en bosque)
ESFUERZO DE MUESTREO TOTAL	Estaciones	4 ESTACIONES DURANTE 9 MONITOREOS ANUALES (2013-2021) = 36 ESTACIONES = 360 PC	6 ESTACIONES – 2016 5 ESTACIONES - 2017 6 ESTACIONES 2020-2021 = 17 ESTACIONES = 170 PC
	Horas	2013-2014 (1,67 h-inv por estación), 2015-2017 (2 h-inv por estación) 2018-2021 (3 h-inv por estación) = 85,36 h-inv	1,67 h-inv por estación = 28,39 h-inv

3.3. ANÁLISIS DE DATOS

REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

Para conocer la representatividad del muestreo se construirán curvas de acumulación de especies en cada sitio y se calculará la riqueza estimada con estimadores no-paramétricos de riqueza: Chao 1, Chao2, Jackknife 1 y Bootstrap empleando el programa EstimateS v. 9.1 (Colwell, 2013). A través de un gráfico, se comparará la riqueza obtenida en campo (riqueza observada) con la riqueza estimada, para determinar si el esfuerzo de muestreo empleado en cada sitio puede considerarse suficiente para alcanzar la riqueza asintótica (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

RIQUEZA Y ABUNDANCIA

La riqueza de especies es el número total de especies presentes en la muestra (Begon *et al.* 2006; Odum, 1985). Es un parámetro e indicador básico que se emplea para entender y empezar a describir la biodiversidad de un área determinada (Bunge y Fitzpatrick, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Mao *et al.* 2005). La abundancia es el número de individuos para cada especie que fue observada en cada tipo de bosque muestreado.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Índice de Shannon-Wiener (H')

Es sensible a los cambios en las abundancias de las especies más raras o escasas (Krebs, 1999; Shannon, 1948). Combina dos componentes de diversidad: el número de especies diferentes y la igualdad o equilibrio de la distribución de individuos entre las especies presentes. El índice adquiere valor cero en el caso que se presente una sola especie (Magurran, 1988). Un valor alto de este índice indica un gran número de especies con abundancia similar; mientras que, un número bajo indica dominancia de un grupo conformado por pocas especies. Para el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener se utilizará el programa estadístico PAST (Hammer *et al.* 2001).

Índice de Simpson (1-D)

Da mayor peso a especies más comunes y menor peso a especies no comunes (Simpson, 1949). D, se define como la probabilidad de que dos individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar, siendo 1 cuando hay una sola especie. A medida que D se incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de diversidad de Simpson es generalmente expresado como 1-D. Este índice se calculará con el programa estadístico PAST (Hammer *et al.* 2001).

ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

Especies Endémicas

Aunque las especies endémicas no implican una categoría de conservación necesariamente, se incluirá este criterio debido a su importancia para la biodiversidad del país. No existe una lista oficial de especies endémicas peruanas y la condición de endemismo para el Perú está sujeta a cambios frecuentes. La fuente más reciente es la

lista elaborada por Plenge (2022). Además, se revisará la lista de especies incluidas en algún Área de Especies Endémicas (EBA) (*BirdLife International*, 2022).

Especies Protegidas

Se contrastará la lista de especies registradas en cada sitio, con las listas de conservación de fauna silvestre a nivel nacional e internacional, indicadas a continuación:

- Legislación peruana:
 - Decreto Supremo (D.S.) N° 004-2014-MINAGRI (08 de abril de 2014) – Actualización de la lista de Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas.
- Listas internacionales:
 - *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN, 2022-1) – The IUCN Red List of Threatened Species (Searchable Database).
 - *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2022). En el Apéndice I de la convención se incluyen las especies que afrontan el mayor grado de peligro. En el Apéndice II están las especies que no necesariamente están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo si no se controla su comercio.
 - *Convention on Migratory Species* (CMS, 2020). El Apéndice I de esta convención lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales que promueven su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú.
 - La base de datos virtual *BirdLife International* (2022) permitirá identificar el Área de Especies Endémicas (EBA), a la que pertenecería cada sitio.

ESPECIES INDICADORAS DE CALIDAD DE HÁBITAT

La selección de especies indicadoras es una herramienta que servirá de soporte para la evaluación de impactos y para facilitar evaluaciones posteriores a la evaluación de línea base. Las especies seleccionadas ayudarán a determinar, implementar y dirigir acciones de conservación y manejo del hábitat.

De acuerdo con Salwasser et al. (1980) y Nelson y Salwasser (1982) en lo propuesto para el Servicio Forestal de Estados Unidos – USFS (en Landres et al. 1988), las especies clave o indicadoras de manejo (MIS, por sus siglas en inglés) incluyen especies identificadas

por la legislación nacional como amenazadas, en peligro o raras; especies de valor socioeconómico; especies sensibles con requerimientos de hábitat particulares; e indicadores ecológicos, que son especies utilizadas en el monitoreo de variables ambientales, tendencias poblacionales o condiciones de los componentes del hábitat (cobertura, alimento, agua y espacio).

Asimismo, en la Guía para la Elaboración de la Línea Base en el Marco del SEIA – Anexo 2 (MINAM, 2018), se denomina especies clave a especies que sean sensibles a la perturbación, sean moderadamente abundantes en el área de estudio (y se pueda monitorear su población) y presenten cierto grado de especialización al hábitat, con base en parámetros como el inventario y abundancia de estas especies.

Considerando lo indicado previamente, en el presente trabajo se empleará el término “especies indicadoras de calidad de hábitat”.

Para la selección de las especies indicadoras de la calidad de hábitat se evaluará la información disponible de evaluaciones previas para cada tipo de bosque y se considerarán los siguientes indicadores:

- Endemismo;
- categoría de conservación (protegidas por la legislación peruana o convenios internacionales y listadas por organismos internacionales);
- abundancia; y
- sensibilidad, basado en el conocimiento de las especies por los especialistas.

Es importante señalar que las especies indicadoras de calidad de hábitat no necesariamente reúnen todos los criterios en conjunto, por lo que se consideran de mayor importancia si una especie es endémica o se encuentra en alguna categoría de conservación. En caso no presente alguna de las categorías mencionadas, se considera la sensibilidad determinada por el criterio profesional como el tercero en importancia para seleccionar una especie indicadora. Este criterio está basado en la experiencia del especialista, así como la historia natural de la especie, incluyendo detalles de la taxonomía, ecología y distribución de la especie.

Para las especies pre-seleccionadas puede utilizarse, además, tres criterios apropiados para decidir su idoneidad como especies indicadoras de calidad de hábitat: sensibilidad a la perturbación, abundancia y especialización al hábitat. Estos criterios son cualitativos y fueron definidos por Stotz et al. (1996):

- Sensibilidad a la perturbación: se refiere a la velocidad de desaparición de las especies de hábitats intervenidos.
- Abundancia: tiene como base la abundancia total registrada de la especie, y referencias secundarias de cada especie.
- Especialización al hábitat: se define de acuerdo con la información disponible de la historia natural de cada especie.

VARIACIONES EN LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Para determinar si los cambios en los valores de riqueza y diversidad han cambiado significativamente en el tiempo (entiéndase, del primer año evaluado al último año evaluado), se graficará la riqueza por año para cada unidad de muestreo (estación) y, se analizará el cambio en los valores de diversidad y dominancia en el tiempo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO

4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES

En el área de muestreo de aves ubicada en el bosque estacionalmente seco, considerando aves de ambientes terrestres y acuáticos, se registraron un total de 67 especies distribuidas en 13 órdenes y 30 familias (Tabla 2); y considerando solo especies de ambientes terrestres, se registraron 50 especies distribuidas en 10 órdenes y 20 familias (Tabla 3); todos los registros se obtuvieron mediante conteo por puntos. La lista completa de especies registradas se presenta en el Anexo 2. El orden Passeriformes fue el mejor representado con 32 especies. Los órdenes Charadriiformes y Suliformes registraron nueve y cinco especies, respectivamente; es importante indicar que las estaciones de monitoreo se ubican cerca de ambientes acuáticos como la orilla de playa y el Estuario de Virrilá, y estas especies no son típicas del bosque seco.

Tabla 2. Órdenes registrados en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco

N°	Orden	N° Especies
1	Podicipediformes	1
2	Columbiformes	3
3	Caprimulgiformes	2
4	Apodiformes	4
5	Charadriiformes	9
6	Suliformes	5
7	Pelecaniformes	3
8	Cathartiformes	2
9	Accipitriformes	2
10	Strigiformes	1
11	Piciformes	1
12	Falconiformes	2
13	Passeriformes	32
Total		67

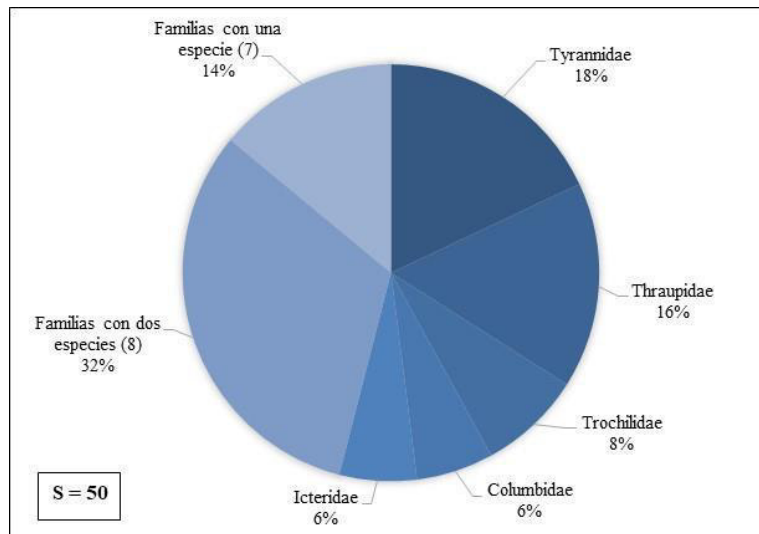
Tabla 3. Órdenes registrados para aves de ambientes terrestres en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco

N°	Orden	N° Especies
1	Charadriiformes	1
2	Piciformes	1
3	Strigiformes	1
4	Accipitriformes	2
5	Caprimulgiformes	2
6	Cathartiformes	2
7	Falconiformes	2
8	Columbiformes	3
9	Apodiformes	4
10	Passeriformes	32
Total		50

Considerando solo las especies de ambientes terrestres, las familias con mayor número de especies fueron Tyrannidae “mosqueros”, con nueve especies; seguida de la familia Thraupidae “fringilos y chirigües” con ocho especies (Figura 4), lo cual coincide con lo registrado por Nolazco (2011) en parches de bosque seco intervenido del departamento de Lambayeque. La familia Trochilidae “colibríes” registró cuatro especies; mientras que ocho familias registraron dos especies cada una y siete familias registraron solo una especie cada una.

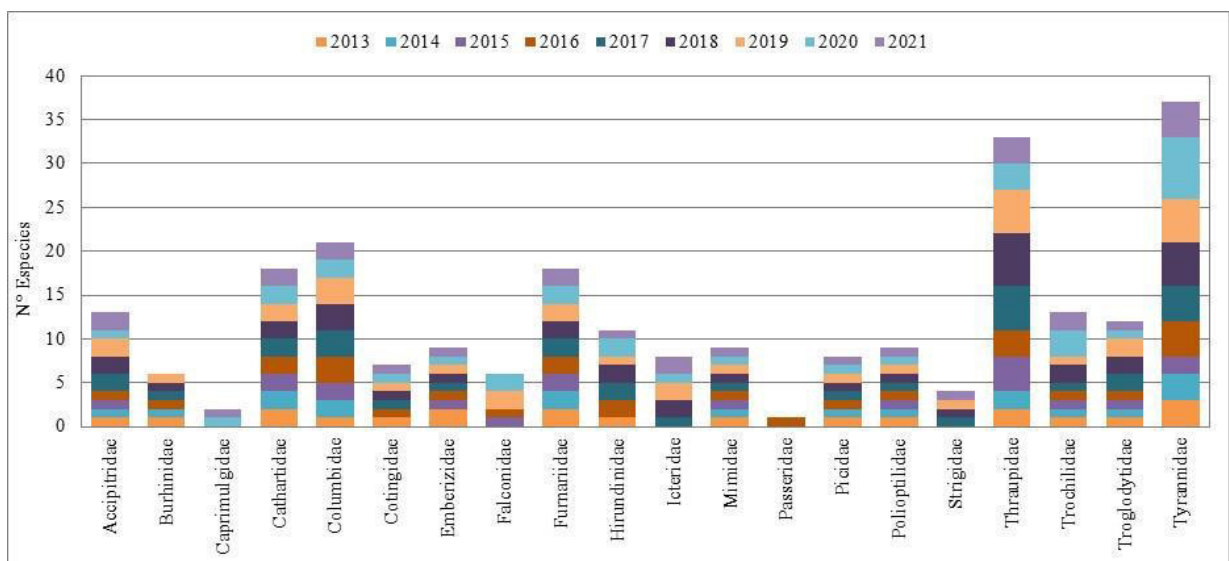
El mayor porcentaje de especies se registró para las familias con dos especies cada una con 32% del total registrado, mientras que las familias que registraron una sola especie representaron el 14% con siete especies. Este grupo de familias se compone principalmente por especies típicas de bosque seco y, en menor proporción, especies generalistas de ambientes costeros terrestres (Anexo 2). El porcentaje de especies por cada familia puede observarse en la Figura 4.

Figura 4. Proporción de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco



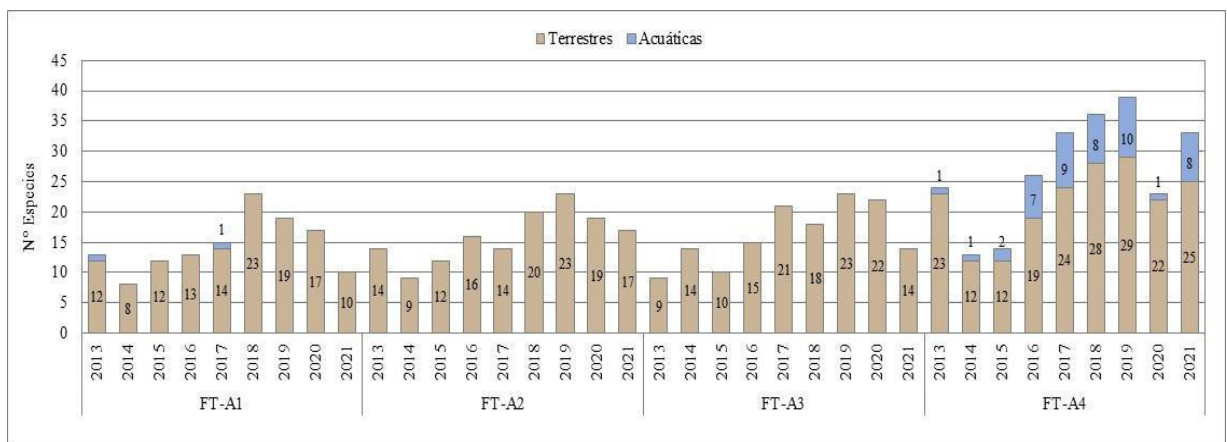
El número de especies registrado por familia a lo largo de los monitoreos 2013-2021 se presenta en la Figura 5. Para la mayoría de familias, el número de especies registrado fue similar en cada año; las diferencias más resaltantes se observan en la familia Tyrannidae en la cual se presenta un incremento de especies registradas durante el periodo 2018-2020, y en la familia Thraupidae, las especies registradas se incrementan durante los años 2017-2019. Al respecto, es importante mencionar que el incremento de especies en el año 2017 podría deberse al evento Niño Costero, en el que la precipitación anual presentó valores más altos de lo habitual, lo que a su vez aumenta la disponibilidad de recursos de cobertura y alimentación en el bosque seco (Holmgren et al. 2006).

Figura 5. Número de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco



En la Figura 6 se presenta las estaciones de monitoreo y el número de especies registrado. Se observa que el registro de aves de ambientes acuáticos se restringe a la estación más cercana a la orilla de playa y cuerpos de agua (FT-A4). En general, la composición de la comunidad de aves en el área muestreada es predominantemente terrestre. Los mayores valores registrados se obtuvieron en el periodo 2018-2019 para todas las especies; asimismo se observa que a partir del año 2019 se presenta una ligera disminución en el número de especies.

Figura 6. Número de especies de aves por familia en el bosque estacionalmente seco



La abundancia relativa (AR) se calculó para especies de ambientes terrestres registradas mediante conteo por puntos. Los individuos registrados por estación de muestreo para cada especie se presentan en el Anexo 2.

Tres especies de aves terrestres (*Caracara Crestado*, *Caracara plancus*; *Minero Peruano*, *Geositta peruviana* y *Mielero Común*, *Coereba flaveola*) y una de ambiente acuático (*Ave fragata Magnífica*, *Fregata magnificens*) fueron reportadas mediante registros cualitativos de escaneos visuales y registros auditivos; estos registros no se consideraron en el análisis cuantitativo, y no significaron una disminución en la riqueza de especies debido a que también fueron registradas mediante conteo por puntos.

Para comparar los valores de abundancia de las especies entre los monitoreos y evidenciar los cambios en las proporciones de las abundancias en el ensamblaje de aves, se dividió la abundancia absoluta (número de individuos) registrada en el área de muestreo en cada

año evaluado, entre el número de horas-investigador empleado (Magurran, 1988, 2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Gallina y López-González, 2011).

Los valores más altos de AR total se registraron en los años 2017 y 2018 (Tabla 4). Los valores de abundancia registrados en monitoreos previos al 2017 son significativamente más bajos, esto podría deberse a la ocurrencia del evento El Niño a inicios de ese año. En el año 2019 se registró el mayor número de especies, sin embargo, el valor de AR es menor en comparación con los dos monitoreos previos. Durante los monitoreos más actuales 2020-2021, pese a que el esfuerzo empleado fue mayor en comparación con las evaluaciones previas, se observa una disminución progresiva tanto en el total de individuos como en el número de especies (Tabla 4).

Es importante indicar que, si bien la ubicación de las estaciones ha sido la misma o con pequeñas variaciones, el esfuerzo de muestreo empleado no ha sido homogéneo en el área muestreada a lo largo de los monitoreos.

En el área muestreada, 11 especies de ambientes terrestres registraron los mayores valores de AR (Tabla 4). El Cola-Espina Acollarado, *Synallaxis stictothorax*, registró el mayor valor total de AR, y los mayores valores de AR en la mayoría de monitoreos. Esta especie es bastante común, pese a que su rango de distribución se restringe al noroeste del Perú hasta Ecuador, siempre cercano a la línea costera (del Hoyo et al. 2021). A lo largo de las evaluaciones, los mayores valores de abundancia relativa variaron entre especies comunes y de amplia distribución (*Polioptila plumbea*, *Conirostrum cinereum*, *Sporophila peruana*), especies generalistas (*Mimus longicaudatus*, *Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Columbina cruziana*) y especies de distribución restringida al noroeste del Perú y asociadas, en mayor medida, a ambientes costeros como matorrales y parches de bosque seco como *Piezorina cinerea*, Fringilo Cinereo; *Cantorchilus superciliaris*, Cucarachero con Ceja; y *Sicalis taczanowskii*, Chirigüe de Garganta Azufrada, esta última considerada endémica de la Región de Endemismo Tumbesina (EBA 045, BirdLife International, 2022). Si bien la comunidad de aves en el área muestreada del bosque seco mantiene como parte importante de su ensamblaje, especies típicas y asociadas a este tipo de vegetación, la distribución de la abundancia con valores altos para especies generalistas podría reflejar cierto grado de impacto en las zonas evaluadas por

la pérdida de hábitat que genera el reemplazo de la vegetación nativa y la reducción de la diversidad de estratos.

Tabla 4. Abundancia Relativa (individuos/h-inv) de las especies más comunes en el área de muestreo del bosque seco

Especie	Nombre Común	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total AR
<i>Synallaxis stictothorax</i>	Cola-Espina Acollarado	4,04	2,25	4,25	8,38	9,75	5,17	0,08	1,58	7,17	42,66
<i>Piezorina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	6,44	5,09	2,13	6,63	2,00	4,00	4,25	3,92	2,17	36,61
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	1,80	3,74	1,25	3,00	5,00	4,00	4,17	5,25	2,67	30,87
<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga	3,29	2,84	0,75	3,25	4,75	4,17	3,33	5,17	2,17	29,72
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	1,65	7,93	6,13	1,75	1,13	3,92	1,00	3,17	1,75	28,41
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	1,50	2,40	1,00	1,88	2,75	4,17	3,42	3,58	2,08	22,77
<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Cucarachero con Ceja	1,50	0,75	0,75	3,63	4,13	5,00	0,83	2,83	2,67	22,08
<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana	8,98	2,54	0,38	1,75	0,25	1,17	1,33	2,25	1,00	19,65
<i>Conirostrum cinereum</i>	Pico-de-Cono Cinéreo	0,60	0,60	1,13	2,38	3,63	3,33	1,25	3,25	1,92	18,07
<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,92	4,33	0,00	0,00	13,38
<i>Sicalis taczanowskii</i>	Chirigüe de Garganta Azufrada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	5,92	0,00	0,00	8,17
Otras especies (39)		7,19	5,69	5,13	10,13	14,50	10,75	12,50	14,25	8,17	88,29
Total Individuos (N)		247	226	183	342	448	586	509	543	381	3 465
Total de Abundancia Relativa (AR)		36,98	33,83	22,88	42,75	56,00	48,83	42,42	45,25	31,75	360,68
Total Especies (S)		21	18	19	24	31	35	34	32	28	50
Esfuerzo de Muestreo (h-inv)		6,68	6,68	8	8	8	12	12	12	12	85,36

(*) En lila: valores más altos de abundancia relativa por especie y año.

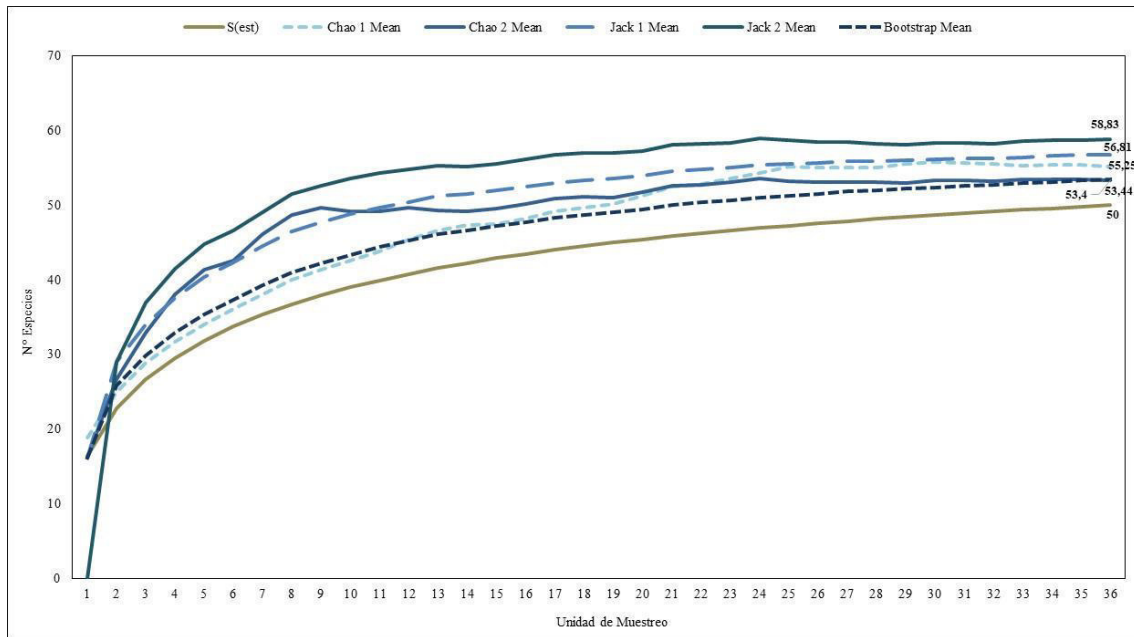
4.1.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

Para evaluar el alcance del muestreo de aves en el bosque estacionalmente seco, se elaboró una curva de acumulación de especies registradas en el periodo 2013-2021, mediante conteo por puntos. Se consideraron solo aves de ambientes terrestres (50 especies en total). Se empleó información obtenida en 36 transectos de puntos; durante las evaluaciones, se estableció un transecto de 10 puntos por estación de muestreo.

La curva de acumulación de especies de acuerdo con la riqueza observada en el área de muestreo del bosque seco muestra similitudes con las curvas generadas por los estimadores no paramétricos empleados. Así, de acuerdo con los estimadores Chao 2 y Bootstrap, el muestreo logró detectar el 94% de las especies del área; por otro lado, el estimador Chao 1 indica que se logró estimar el 90% de las especies, mientras que según los estimadores Jackknife 1 y 2, se logró detectar el 88% y 85% de las especies, respectivamente (Figura 7). En general, estos valores indican que se realizó un esfuerzo de muestreo aceptable para incluir a la mayor parte de las especies del ensamble de aves que habita el bosque estacionalmente seco de esta localidad.

Es posible que, ampliando el esfuerzo, las áreas de bosque maduro o menos intervenido presente un mayor número de especies respecto a áreas de bosque o matorral con mayor grado de intervención. Esto quiere decir que algunas especies se tornan menos frecuentes como resultado de la transformación del ambiente, e incluso, algunas podrían estar ya ausentes en muchos sitios (Nolazco, 2011). Por ello, es importante mantener los esfuerzos de reforestación en el bosque seco utilizando especies como el algarrobo *Prosopis pallida* y el arbusto canutillo *Grabowskia boerhaaviifolia*.

Figura 7. Curva de acumulación de especies en el bosque seco por el método de rarefacción y estimadores no paramétricos



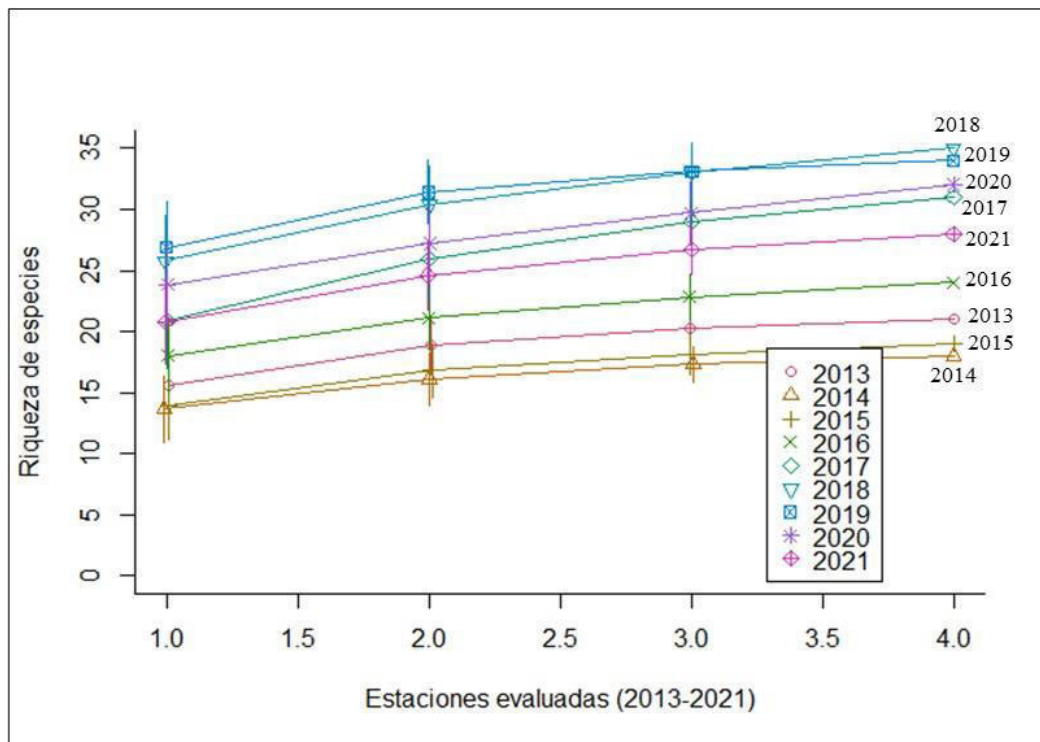
4.1.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Para el análisis de riqueza se utilizó el número de especies registrado mediante conteo por puntos por estación evaluada, donde se representa cada año gráficamente.

Se observa que los valores de riqueza acumulada se mantuvieron estables para cada año evaluado (Figura 8). Pese a que, en ningún año el número de especies acumuladas por estación alcanza la asíntota, las curvas presentan una tendencia a estabilizarse.

Las evaluaciones a partir del año 2016 presentan un incremento en la riqueza registrada por estación evaluada, esto podría haberse visto influenciado por la experiencia del evaluador de campo y por los efectos del evento El Niño costero del 2017 sobre el bosque estacionalmente seco, incrementando la cobertura vegetal y la disponibilidad de recursos alimenticios, entre otros.

Figura 8. Riqueza por año en las estaciones evaluadas del bosque seco



El mayor índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') se observó en el año 2019 (2,97 ind/bits), seguido del año 2018 (2,95 ind/bits). Si bien los valores de diversidad fueron similares a lo largo de los monitoreos, es importante indicar que hasta el año 2015 se obtuvieron los valores más bajos, lo cual se debe al incremento en los valores de riqueza y abundancia a partir del año 2017 (Figura 9 y Anexo 2). Si bien los cambios en el valor del índice pueden deberse a cambios en las condiciones del ambiente, también podrían influir diferentes factores como el tamaño de muestra, la dinámica de las comunidades o el registro de valores muy altos de abundancia.

Asimismo, el valor de diversidad obtenido para el año 2019, el más alto registrado, se debe a la distribución más homogénea de las abundancias entre especies (Figura 9 y Anexo 2).

El índice de Simpson muestra que en el monitoreo del 2019 se obtuvo la mayor dominancia de especies (0,93), mientras que en el monitoreo del 2015 la dominancia fue la más baja (Figura 9). En general, entre los monitoreos se puede observar similitudes con los valores del Índice de diversidad de Shannon-Wiener y el valor de índice de dominancia de Simpson. Se observa también que en el monitoreo del 2017 se presenta un

incremento en los valores de los índices, debido a los efectos del evento El Niño sobre la disponibilidad de recursos en el bosque seco.

Figura 9. Comparación de la diversidad y dominancia de especies en el bosque seco



4.1.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

Considerando especies de ambientes acuáticos y ambientes terrestres, en el área de muestreo del bosque estacionalmente seco se registraron 27 especies de interés para la conservación. Según la legislación peruana (D.S.), el Cortarrama Peruano, *Phytotoma raimondii*; el Pelicano Peruano, *Pelecanus thagus* y el Piquero Peruano, *Sula variegata*, se encuentran incluidas en la categoría En Peligro (EN), mientras que la Golondrina de Tumbes, *Tachycineta stolzmanni*, y el Cormorán Guanay, *Phalacrocorax bougainvillii* son especies Casi Amenazadas (NT) (Tabla 5).

El Cortarrama Peruano, *Phytotoma raimondii* y el Copetón Rufo, *Myiarchus semirufus* se incluyen en la categoría Vulnerable (VU), y el Gaviotín Elegante, *Thalasseus elegans*, el Pelicano Peruano, *Pelecanus thagus*, y el Cormorán Guanay, *Phalacrocorax bougainvillii* se consideran Casi Amenazadas (NT) según la IUCN. Asimismo, se encuentran incluidas siete especies de aves en el Apéndice II de CITES y 11 en el Apéndice II de CMS, todas a nivel familia (Tabla 5).

Se registraron cuatro especies endémicas de Perú. Tres especies son de distribución restringida al bosque seco del noroeste del Perú (Cortarrama Peruano, Fringilo Cinéreo y el Copetón Rufo), mientras que el Minero Peruano, *Geositta peruviana* es de amplia distribución sobre la línea costera del Perú.

Finalmente, se registraron cinco especies migratorias (Tabla 5), todas de ambientes acuáticos, principalmente de orilla de playa. Se trata de especies migratorias boreales, que durante su periodo no reproductivo seleccionan diferentes ambientes acuáticos de la costa peruana (orilla de playa, bahías, humedales) como lugares de forrajeo y descanso.

Tabla 5. Especies de Interés para la Conservación en el área de muestreo del bosque seco

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Tipo de Ambiente	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Endemismo	D.S.N° 004-2014-MINAGRI	IUCN 2022-1	CITES 2022	CMS 2020		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Variable	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	II		
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán Mixto	Terrestre	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	II	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	II	-		
		<i>Myrmia micrura</i>	Estrellita de Cola Corta	Terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	II	-	
		<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de Oasis	Terrestre	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	II	-
		<i>Thaumasius baeri</i>	Colibrí de Tumbes	Terrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	II	-
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	II		
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	II	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo Acollarado	Acuático	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	II		
	Laridae	<i>Thalasseus elegans^a</i>	Gaviotín Elegante	Acuático	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	NT	-	-	
		<i>Thalasseus maximus^a</i>	Gaviotín Real	Acuático	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela de Cuello Negro	Acuático	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	II	
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius^a</i>	Playero Coleador	Acuático	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>Calidris mauri^a</i>	Playerito Occidental	Acuático	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	II	
<i>Numenius phaeopus^a</i>		Zarapito Trinador	Acuático	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-	II		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	Terrestre	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	II	II	
		<i>Caracara plancus</i>	Caracara Crestado	Terrestre	-	-	x	x	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	II	II
Passeriformes	Cotingidae	<i>Phytotoma raimondii</i>	Cortarrama Peruano	Terrestre	x	-	-	x	x	x	x	x	x	E	EN	VU	-	-		
	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	E	-	-	-	-		
	Hirundinidae	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	Terrestre	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	NT	-	-	-		
	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Perlita Tropical	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	II		
	Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i>	Fringilo Cinéreo	Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	E	-	-	-	-		
	Tyrannidae	<i>Myiarchus semirufus</i>	Copetón Rufo	Terrestre	-	x	-	x	x	x	x	x	x	-	E	-	VU	-	-	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano Peruano	Acuático	-	-	-	x	x	x	x	-	x	-	EN	NT	-	-		
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cucularia</i>	Lechuza Terrestre	Terrestre	-	-	-	-	x	x	x	-	x	-	-	-	II	-		
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Cormorán Guanay	Acuático	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	NT	NT	-	-		
	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	Acuático	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EN	NT	-	-		
Total	18		27		8	8	8	13	16	17	20	14	14	4	5	5	7	11		

a: especie migratoria boreal (NB) – Plenge 2022.

(*) En amarillo: especie indicadora de calidad de hábitat.

En función de la información disponible obtenida en las evaluaciones 2013-2021 en el bosque estacionalmente seco, se seleccionaron cuatro especies indicadoras de calidad de hábitat (Tabla 6) de acuerdo con los criterios definidos en la Sección 3.3.

Estas especies seleccionadas como especies indicadoras de calidad de hábitat han sido evaluadas durante las evaluaciones de campo utilizando las metodologías adecuadas para las características del área de muestreo (bosque seco). Los resultados correspondientes a la riqueza, abundancia y diversidad de las especies se presentan en la Sección 4.1.

Tabla 6. Especies Indicadoras de calidad de hábitat en el área de muestreo del bosque seco

Familia	Especie	Criterios				Evaluaciones										Observaciones	Fuente
		Endemismo	Categoría de Conservación	Abundancia	Sensibilidad	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021			
Cotingidae	<i>Phytotoma raimondii</i>	x	EN-VU	-	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	cobertura de forrajeo, cobertura reproductiva: canutillo (<i>Grabowskia boerhaaviifolia</i>)/ algarrobo, otras como <i>Scutia spicata</i>	Romo y Rosina, 2012; Romo et al. 2015; Nolazco, 2018.
Tyrannidae	<i>Myiarchus semirufus</i>	x	VU (IUCN)	-	x	-	x	-	x	x	x	x	x	-	cobertura de forrajeo, se alimenta buscando insectos en <i>Prosopis</i>	Nolazco, 2011.	
Hirundinidae	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	-	NT (D.S.)	-	x	-	-	-	x	x	x	x	x	-	Anida en cavidades, árboles de <i>Prosopis</i> y <i>Capparis scabrida</i>	Stager et al. 2012.	
Thraupidae	<i>Piezorina cinerea</i>	x	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	frutos de <i>Colicodendrum</i> , frutos de otros ráboles arbustos / tanto en espacios abiertos como en parches de bosque seco o matorral denso / Flexibilidad dietaria	Jaramillo, 2020.	

4.2. BOSQUE NUBLADO

4.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES

En el área de muestreo de aves ubicada en el bosque nublado registraron un total de 78 especies distribuidas en 11 órdenes y 24 familias (Tabla 7), todos los registros (2016, 2017, 2020-2021) se obtuvieron mediante conteo por puntos. La lista completa de especies registradas se presenta en el Anexo 2. El orden Passeriformes fue el mejor representado con 54 especies. Los órdenes Apodiformes y Columbiformes registraron siete y cuatro especies, respectivamente. Esto coincide con la composición de la comunidad de aves descrita para el BPP - Bosque de Protección Pagaibamba (Roncal et al. 2018), área natural protegida establecida en 1987 (SERNANP, 2019) y que colinda con el bosque nublado evaluado en el presente trabajo y el área de estudio del Proyecto de Exploración La Granja.

Es importante mencionar el registro del orden Trogonidae, aves frugívoras que habitan, principalmente, zonas de interior de bosque primario y ocasionalmente, bosque secundario y bordes de bosque (Collar, 2020), sin embargo, no se han registrado desde la evaluación del año 2017 (Tabla 7).

Tabla 7. Órdenes registrados en el área de muestreo de aves del bosque estacionalmente seco

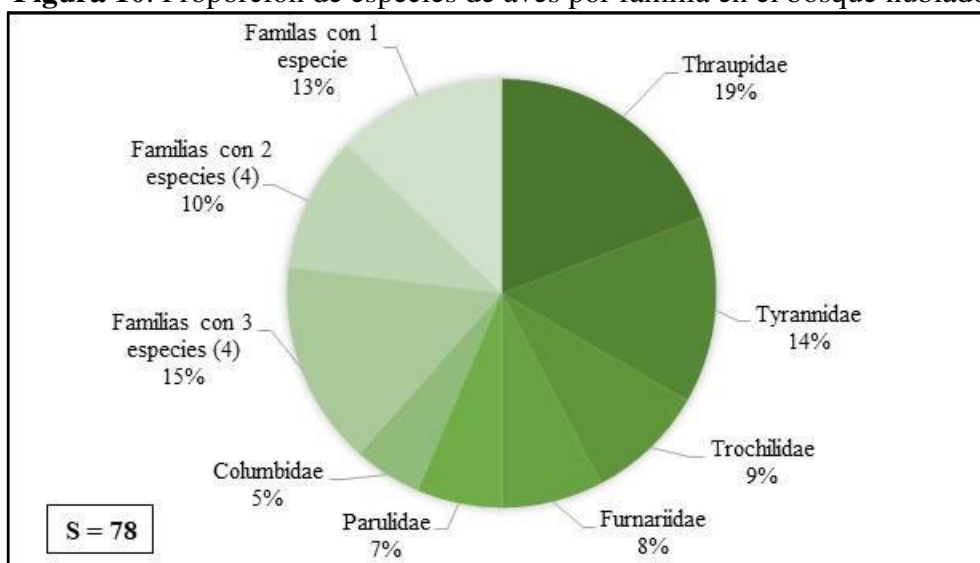
N°	Orden	N° Especies
1	Columbiformes	4
2	Cuculiformes	1
3	Apodiformes	7
4	Cathartiformes	2
5	Accipitriformes	1
6	Strigiformes	1
7	Trogoniformes	2
8	Piciformes	3
9	Falconiformes	1
10	Psittaciformes	2
11	Passeriformes	54
Total		78

Respecto al siguiente nivel taxonómico, las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae “tangaras y pincha-flores”, con 19 especies; seguida de la familia Tyrannidae “mosqueros y pitajos” con 14 especies (Figura 10), lo cual coincide con lo registrado por Roncal et al. (2018) en parches de bosque montano dentro del BPP Pgaibamba en el departamento de Cajamarca. La familia Trochilidae “colibríes” registró nueve especies; mientras que las familias Furnariidae “cola-espinas”, Parulidae “reinitas y candelitas” y Columbidae “palomas”, registraron entre cinco y ocho especies, estas familias son típicas de diferentes estratos del bosque debido a que tienden a forrajear en el dosel, sotobosque y suelo, respectivamente (Remsen et al. 2020; Curson y Bonan, 2020).

Las familias que se componen de menos especies (entre una y tres), representan el 38% del total registrado, este es un rasgo común en el ensamble de aves de bosques nublados (Martínez, 2003).

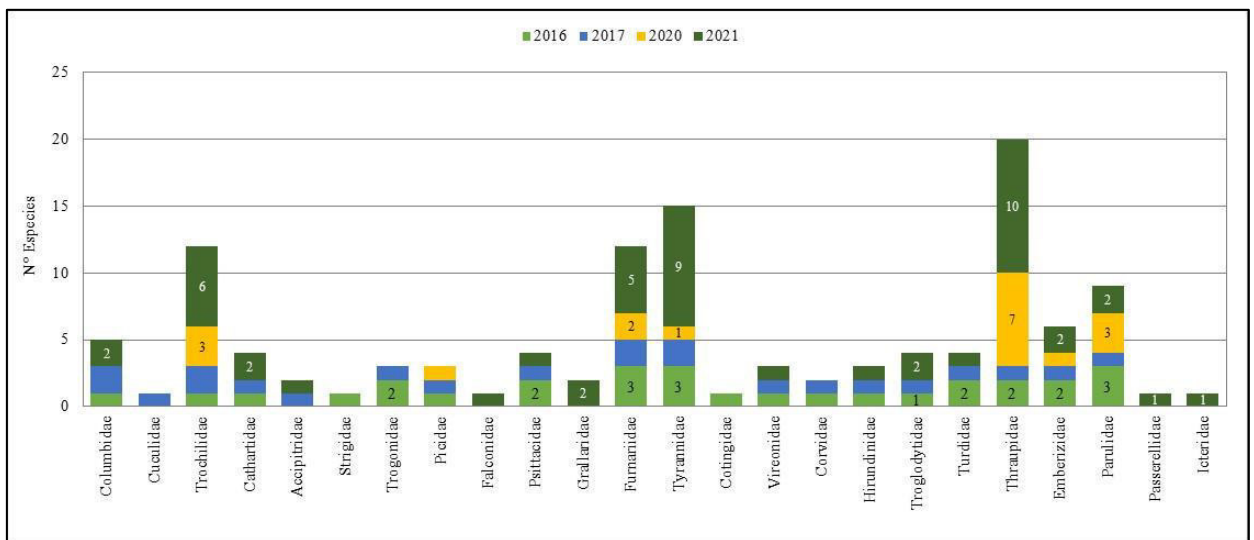
Del total, el mayor porcentaje de especies se registró para la familia Thraupidae con 19%; las familias que registraron tres especies representaron el 15% del total de especies registradas. Del grupo de familias que registraron una sola especie (10), cuatro representan especies fuertemente asociadas a parches de bosque maduro y bosque secundario, mientras que seis pueden considerarse especies generalistas y de amplio rango de distribución. El porcentaje de especies por cada familia puede observarse en la Figura 10.

Figura 10. Proporción de especies de aves por familia en el bosque nublado



El número de especies registrado por familia a lo largo de los monitoreos (2016, 2017, 2020-2021) se presenta en la Figura 11. Para la mayoría de familias, el número de especies registrado fue similar en cada año; las diferencias más resaltantes se observan en las familias Thraupidae, Tyrannidae, Trochilidae y Furnariidae las cuales registran un incremento de especies durante la evaluación del 2021. Al respecto, es importante mencionar que el número registrado de familias en cada evaluación está directamente relacionado con el esfuerzo de muestreo empleado; el menor número de estaciones se estableció en la evaluación 2020 y se registraron solo siete familias (Figura 11). Respecto a evaluaciones previas, en el año 2021 se registraron cuatro familias nuevas para el área de muestreo.

Figura 11. Número de especies de aves por familia en el bosque nublado



La abundancia relativa (AR) se calculó para especies de ambientes terrestres registradas mediante conteo por puntos. Los individuos registrados por estación de muestreo para cada especie se presentan en el Anexo 2.

En general, se registraron valores bajos de AR, ninguna especie registró AR mayor a 3,00 (Tabla 8).

Para comparar los valores de abundancia de las especies entre los monitoreos, es decir, evidenciar los cambios en las proporciones de las abundancias en el ensamblaje de aves, se dividió la abundancia absoluta (número de individuos) registrada en el área de muestreo en cada periodo evaluado, entre el número de horas-investigador empleado; es importante que el esfuerzo de muestreo sea lo más homogéneo posible (Magurran 1988,

2004; Krebs, 1999; Moreno, 2001; Gallina y López-González, 2011). Por ello, se agruparon las evaluaciones 2020 y 2021 y se utilizó el esfuerzo de muestreo conjunto (10,02 h-inv), la evaluación 2016 empleó 10,02 h-inv, y la evaluación 2017 utilizó 8,35 h-inv (Tabla 8).

Entre las especies registradas, los valores más altos de AR total se registraron en el periodo 2020-2021 (Tabla 8). Los valores de abundancia registrados en la evaluación 2016 fueron los más bajos en el área muestreada, esto podría deberse a las condiciones ambientales durante octubre y noviembre de ese año, periodo en el cual ocurrieron numerosos incendios forestales en el norte del Perú; de acuerdo con lo publicado por SENAMHI (2018), en días previos a los incendios forestales a mediados de noviembre del 2016, se presentaron, por lo menos, 10 días continuos sin lluvia y con temperaturas altas.

Es importante indicar que, el número y la ubicación de las estaciones ha variado entre las evaluaciones (Figura 2), sin embargo, se ha intentado homogenizar el esfuerzo de muestreo empleado.

En el área muestreada, nueve especies de ambientes terrestres registraron valores acumulados de AR mayores a 1,50 (Tabla 8). La Candelita de Antejos, *Myioborus melanocephalus*, registró el mayor valor acumulado y el mayor valor de AR en el periodo 2020-2021 (2,40). Esta especie es bastante común y tiene un amplio rango de distribución en bosques montanos nublados a lo largo de los Andes; comúnmente asociada a bosques montanos, sin embargo, presenta flexibilidad en la selección de su cobertura de forrajeo, ya que muestra preferencia por zonas de bosque montano menos maduro con vegetación arbustiva, presencia de claros y menor densidad de árboles altos y dosel con menor grado de cobertura (Jablonski et al. 2020).

A lo largo de las evaluaciones, seis especies fueron comunes a todas las evaluaciones. De las cuales, tres especies registraron valores acumulados de AR superiores a 1,50: la Candelita de Antejos, *Myioborus melanocephalus*, el colibrí Inca Arcoiris, *Coeligena iris*, y la Golondrina Azul y Blanca, *Pygochelidon cyanoleuca* (Tabla 8).

Estas especies varían en cuanto a su distribución y hábitat. El Inca Arcoiris, *Coeligena iris*, se distribuye, principalmente, en bosques al noroeste del Perú (Züchner et al. 2020), mientras que la Golondrina Azul y Blanca, *Pygochelidon cyanoleuca*, se distribuye en ambientes terrestres de Sudamérica (Dayer, 2020).

Los valores bajos de abundancia registrados en el bosque nublado, podrían explicarse con los valores registrados para parámetros como la riqueza. En bosques con valores altos de riqueza, las abundancias y densidades registradas por especie, pueden ser más bajas porque las especies se ven obligadas a reducir el tamaño de su nicho y, por ende, competir por una porción menor de los recursos disponibles (Kikuchi, 2009). Asimismo, existe evidencia de una correlación positiva entre especies con distribución geográfica limitada y densidades bajas registradas incluso en sus hábitats primarios (Jankowski y Rabenold, 2007), como es el caso de varias de las especies registradas en el área de muestreo del bosque nublado, especialmente las endémicas.

Tabla 8. Abundancia Relativa (individuos/h-inv) de las especies más comunes en el área de muestreo del bosque nublado

Familia	Especie	Nombre Común	2016	2017	2020-2021	Total AR
Parulidae	<i>Myioborus melanocephalus</i>	Candelita de Anteojos	0,200	0,838	2,395	3,43
Trochilidae	<i>Coeligena iris</i>	Inca Arcoiris	0,100	0,599	1,297	2,00
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-Violeta de Vientre Azul	0,000	1,796	0,299	2,10
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca	0,100	0,958	0,898	1,96
Trochilidae	<i>Heliangelus viola</i>	Angel-del-Sol de Garganta Púrpura	0,000	0,000	1,397	1,40
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de Collar Rufo	0,000	1,198	0,399	1,60
Thraupidae	<i>Tangara vassorii</i>	Tangara Azul y Negra	0,000	0,000	1,397	1,40
Thraupidae	<i>Diglossa cyanea</i>	Pincha-Flor Enmascarado	0,000	0,000	1,297	1,30
Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>	Quetzal de Cabeza Dorada	0,299	1,198	0,000	1,50
Otras especies (69)			2,79	4,55	14,67	22,02
Total de Individuos			35	93	241	369
Total de Abundancia Relativa (AR)			3,49	11,14	24,05	38,68
Total de Especies			29	22	57	78
Esfuerzo de Muestreo (h-inv)			10,02	8,35	10,02	28,39

(*) En rosado: valores más altos de abundancia relativa por especie y año.

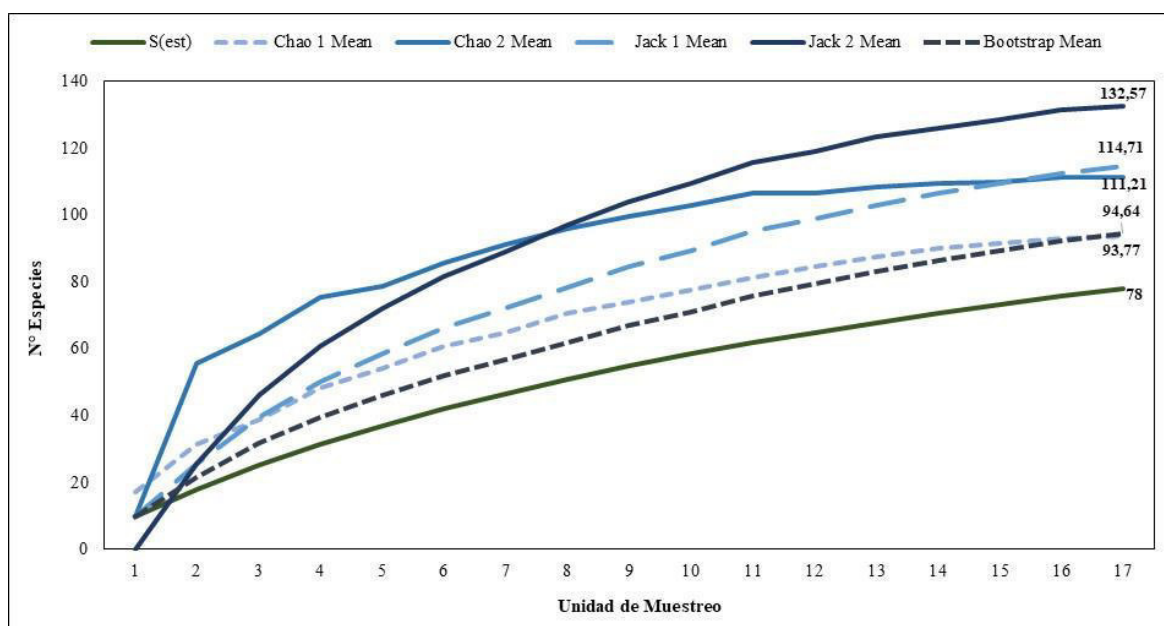
4.2.2. REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

Para evaluar el alcance del muestreo de aves en el bosque nublado, se elaboró una curva de acumulación de especies registradas en las evaluaciones 2016, 2017 y 2020-2021, mediante conteo por puntos. Se empleó información obtenida en 17 transectos de puntos; durante cada evaluación, se estableció un transecto de 10 puntos por estación de muestreo. Es importante indicar que se evaluaron seis estaciones de muestreo en el año 2016, cinco estaciones en el año 2017 y seis estaciones en el periodo 2020-2021 (Anexo 1).

La curva de acumulación de especies de acuerdo con la riqueza observada en el área de muestreo del bosque nublado muestra similitudes con algunas de las curvas generadas por los estimadores no paramétricos empleados. Así, de acuerdo con los estimadores Chao 1 y Bootstrap, el muestreo logró detectar el 83% y 82%, respectivamente, de las especies del área. Por otro lado, el estimador Chao 2 indica que se logró estimar el 70% de las especies, porcentaje que representa el límite para que un muestreo se considere adecuado (Jimenez-Valverde y Hortal, 2003). Según los estimadores Jackknife 1 y Jackknife 2, solo se logró detectar el 68% y 59% de las especies, respectivamente (Figura 12).

En general, estos valores indican que se realizó un esfuerzo de muestreo aceptable para incluir a la mayor parte de las especies del ensamble de aves que habita el bosque nublado de esta localidad, sin embargo, es posible que ampliando el esfuerzo de muestreo y utilizando un método de muestreo más apropiado para este tipo de bosque (Búsqueda Intensiva, de acuerdo con lo indicado por Franke et al. 2014 y la Guía MINAM, 2015b), podría incrementarse la riqueza observada (en Roncal et al. 2018, se registraron 110 especies para el bosque montano del Bosque de Protección Pagaibamba).

Figura 12. Curva de acumulación de especies en el bosque nublado por el método de rarefacción y estimadores no paramétricos



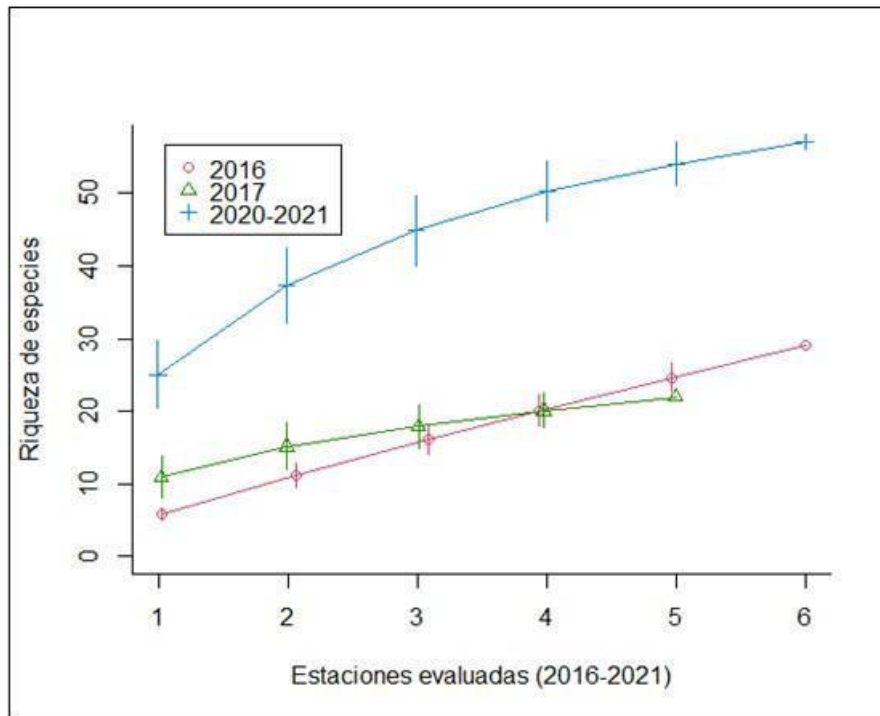
4.2.3. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD

Para el análisis de riqueza se utilizó el número de especies registrado mediante conteo por puntos por estación evaluada, donde se representa cada año gráficamente.

Se observa que los valores de riqueza acumulada presentan similitudes para las evaluaciones 2016 y 2017, mientras que en el periodo 2020-2021 se presenta incremento tanto en la riqueza acumulada como en la riqueza registrada en cada estación de muestreo (Figura 13).

La curva para el año 2017, en el cual se registró la menor riqueza, podría reflejar los efectos posteriores a los incendios forestales de noviembre 2016. Debido a que la evaluación se realizó en el periodo abril-año 2017, es probable que la avifauna que habitaba los parches de bosque nublado afectados por el incendio haya desaparecido o se haya desplazado a bosques con menor grado de perturbación, como el bosque nublado del BPP Pagaibamba o incluso a parches de bosque secundario cercano no afectados. En la evaluación posterior al 2017, los mayores valores de riqueza podrían explicarse por la transición de los parches de bosque afectados a bosque secundario, lo cual implica el incremento de la cobertura vegetal, el establecimiento de especies forestales y la recuperación de la diversidad de estratos.

Figura 13. Riqueza por año en las estaciones evaluadas del bosque nublado



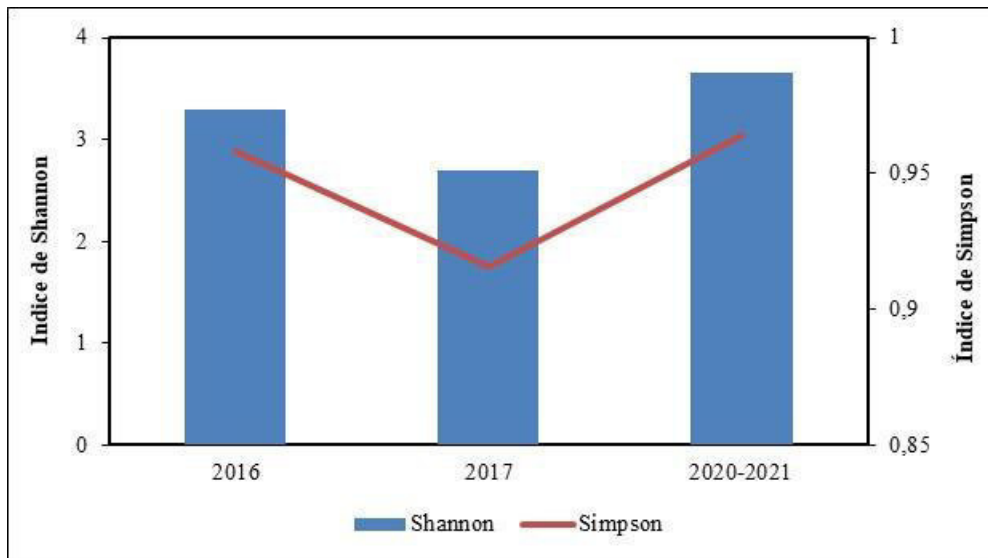
El mayor índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') se observó en el periodo 2020-2021 (3,65 ind/bits), seguido del año 2016 (3,29 ind/bits). En el año 2017 se obtuvo el valor más bajo, lo cual se debe a que la abundancia se distribuyó entre menos especies, en comparación con las otras evaluaciones (Figura 14 y Anexo 2). Al respecto, es importante indicar que la evaluación se llevó a cabo entre abril y mayo del 2017, es decir, varios meses después de los incendios forestales registrados a fines del 2016, lo cual podría indicar cambios en el ensamble de aves típico de este bosque nublado, el registro de valores más bajos de riqueza por el desplazamiento de especies y el ingreso de especies más asociadas a bosque secundario y con mayor grado de intervención, lo cual incrementa la abundancia de algunas especies como el Gorrión de Collar Rufo, *Zonotrichia capensis*, y la Golondrina Azul y Blanca, *Pygochelidon cyanoleuca* (Anexo 2).

Asimismo, el valor de diversidad obtenido para el periodo 2020-2021, el más alto registrado, se debe a la distribución más homogénea de las abundancias entre especies (Figura 14 y Anexo 2).

El índice de Simpson muestra que la dominancia de especies fue similar entre las evaluaciones (Figura 14). La evaluación 2017 obtuvo la dominancia más baja, esto podría

deberse a las condiciones del bosque nublado posteriores a los incendios forestales y sus efectos sobre la comunidad de aves de la localidad, y a que el esfuerzo de muestreo empleado fue el menor entre las evaluaciones (8, 35 h-inv).

Figura 14. Comparación de la diversidad y dominancia de especies en el bosque nublado



4.2.4. ESPECIES DE INTERÉS PARA LA CONSERVACIÓN

En el área de muestreo del bosque nublado se registraron 24 especies de interés para la conservación. Según la legislación peruana (D.S.), la Paloma de Vientre Ocráceo, *Leptotila ochraceiventris*; el Mosquerito de Pecho Gris, *Lathrotriccus griseipectus*; y el Pitajo de Piura, *Ochthoeca piurae*, se encuentran en la categoría Vulnerable (VU), mientras que el Halcón Peregrino, *Falco peregrinus*, es una especie Casi Amenazada (NT) (Tabla 9).

Según la IUCN, la Paloma de Vientre Ocráceo y el Mosquerito de Pecho Gris están incluidos en la categoría Vulnerable (VU), mientras que el Pitajo de Piura y la Cotorra de Frente Escarlata, *Psittacara wagleri*, se consideran Casi Amenazadas (NT). Asimismo, se encuentran incluidas 11 especies de aves en el Apéndice II de CITES y 11 en el Apéndice II de CMS, todas a nivel familia (Tabla 9).

Se registraron dos especies endémicas de Perú. El Carpintero de Cuello Negro, *Colaptes atricollis*, endémica de amplia distribución a lo largo de la vertiente occidental de los Andes peruanos (Winkler et al. 2020); y el Pitajo de Piura, *Ochthoeca piurae*, cuya distribución se restringe a bosques áridos y semihúmedos de la vertiente occidental del noroeste del Perú (Baumann, 2020).

Finalmente, se registró una especie migratoria (Tabla 9), el Zorzal de Swainson, *Catharus ustulatus*, especie migratoria boreal, que durante su periodo no reproductivo (meses de invierno en su territorio reproductivo) se desplaza hacia Sudamérica donde selecciona diferentes tipos de bosque primario donde forrajea en búsqueda de insectos y frutos (Inserillo et al. 2020).

Tabla 9. Especies de Interés para la Conservación en el área de muestreo del bosque nublado

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	2016	2017	2020	2021	Endemismo	D.S.N° 004-2014-MINAGRI	IUCN 2022-1	CITES 2022	CMS 2020	
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma de Vientre Ocráceo	-	-	-	x	-	VU	VU	-	-	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí Jaspeado	-	-	x	-	-	-	-	II	-	
		<i>Amazilis amazilia</i>	Colibrí de Vientre Rufo	-	-	-	x	-	-	-	II	-	
		<i>Boissonneaua matthewsii</i>	Colibrí de Pecho Castaño	-	-	-	x	-	-	-	II	-	
		<i>Coeligena iris</i>	Inca Arcoiris	x	x	x	x	-	-	-	II	-	
		<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-Violeta de Vientre Azul	-	x	-	x	-	-	-	II	-	
		<i>Colibri cyanotus</i>	Oreja-Violeta Menor	-	-	-	x	-	-	-	II	-	
		<i>Helianthus viola</i>	Angel-del-Sol de Garganta Púrpura	-	-	x	x	-	-	-	II	-	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	x	-	-	x	-	-	-	-	II	
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	-	x	-	x	-	-	-	-	-	II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho Caminero	-	x	-	x	-	-	-	-	II	
Strigiformes	Strigidae	<i>Strix albitarsis</i>	Búho Rufo Bandeado	x	-	-	-	-	-	-	II	-	
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes atricollis</i>	Carpintero de Cuello Negro	x	-	-	-	E	-	-	-	II	
		<i>Colaptes rivolii</i>	Carpintero de Manto Carmesí	-	-	x	-	-	-	-	-	-	II
		<i>Dryobates fumigatus</i>	Carpintero Pardo	-	x	-	-	-	-	-	-	-	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	-	-	-	x	-	NT	-	II	II	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus tumultuosus</i>	Loro Tumultuoso	x	-	-	x	-	-	-	II	-	
		<i>Psittacara wagleri</i>	Cotorra de Frente Escarlata	x	x	-	-	-	-	NT	II	-	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lathroiccus griseipectus</i>	Mosquerito de Pecho Gris	-	-	-	x	-	VU	VU	-	-	
		<i>Ochthoeca piurae</i>	Pitajo de Piura	x	x	-	-	E	VU	NT	-	-	
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón de Ceja Rufa	x	x	-	x	-	-	-	-	-	II
		<i>Catharus ustulatus</i> ^a	Zorzal de Swainson	x	-	-	-	-	-	-	-	-	II
	Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal Chiguanco	x	-	-	-	-	-	-	-	-	II
<i>Turdus fuscater</i>		Zorzal Grande	-	x	-	x	-	-	-	-	-	II	
Total	11		24	10	9	4	15	2	4	4	11	11	

a: especie migratoria boreal (NB) – Plenge 2022.

(*) En verde: especies indicadora de calidad de hábitat.

En función de la información disponible obtenida en las evaluaciones en el bosque nublado, se seleccionaron cuatro especies indicadoras de calidad de hábitat de acuerdo con los criterios definidos en la Sección 3.3. Adicionalmente, en la Tabla 10, se incluye a la especie más abundante del área muestreada (*Myioborus melanocephalus*), que podría considerarse indicadora de la condición del bosque nublado.

Estas especies han sido registradas durante las evaluaciones de campo utilizando las metodologías seleccionadas a criterio del evaluador y aceptadas por la autoridad competente (conteo por puntos); sin embargo, es importante indicar que la metodología sugerida para bosques con mayor densidad de cobertura vegetal y mayor grado de cobertura de dosel, es la búsqueda intensiva (Franke et al. 2014; MINAM, 2015b). Los resultados correspondientes a la riqueza, abundancia y diversidad de las especies se presentan en la Sección 4.2.

Tabla 10. Especies Indicadoras de calidad de hábitat en el área de muestreo del bosque nublado

Familia	Especie	Criterios				Evaluaciones				Observaciones	Fuente
		Endemismo	Categoría de Conservación	Abundancia	Sensibilidad	2016	2017	2020	2021		
Tyrannidae	<i>Ochthoeca piurae</i>	x	VU-NT	-	x	x	-	-	pérdida de hábitat, rango reducido, cobertura de forrajeo y reproductiva en bosque nublado/montano, bq secundario	Baumann et al. 2015	
Columbidae	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	-	VU-VU	-	no registrado en Cajamarca	-	-	-	x	pérdida de hábitat, rango reducido, posible flexibilidad dietaria (movimientos poblacionales de bosque nublado a bosque decíduo)	Brooks y Hurtado, 2022
Tyrannidae	<i>Lathrotriccus griseipectus</i>	-	VU-VU	-	sí registrado en Cajamarca	-	-	-	x	pérdida de hábitat, rango reducido,	Greeney, 2014
Picidae	<i>Colaptes atricollis</i>	x	-	-	-	x	-	-	-	endemico de Perú, pero amplio rango de distrib / podría considerarse sensible por la cobertura reproductiva que requiere	Winkler et al. 2020
Parulidae	<i>Myioborus melanocephalus</i>	-	-	x	-	x	x	x	x	prefiere interspersión de veg arbustiva y bq montano con mayor presencia de claros, menor densidad de árboles altos (más de 15 metros), menor cobertura de dosel. Flexibilidad en la cobertura de forrajeo, puede forrajear en veg arbustiva a menor elevación o forrajear en dosel con menor grado de cobertura	Jablonski et al. 2020

(*) Celda resaltada: especie más abundante registrada en el muestreo.

V. CONCLUSIONES

- Se logró obtener una lista importante de especies de aves y resultados que logren caracterizar el ensamble de aves a lo largo de los monitoreos en el bosque estacionalmente seco y en el bosque nublado, así como cumplir con los requerimientos de información de la autoridad ambiental. Sin embargo, la variación tanto en las metodologías empleadas, el esfuerzo de muestreo, como en la ubicación de las estaciones de muestreo, y finalmente, la no documentación de los registros por punto de conteo, evidencian algunas inconsistencias técnicas que deberían mejorarse con la finalidad de ofrecer resultados que puedan respaldar iniciativas de investigación y conservación.
- El área muestreada en el bosque estacionalmente seco presenta una diversidad y composición de aves particular, fuertemente influenciada por la ocurrencia de eventos climáticos como el Niño Costero. De acuerdo con los resultados obtenidos, se registraron 27 especies de interés para la conservación, lo cual representa el 40% del total de especies registradas. El bosque evaluado alberga cuatro especies indicadoras de calidad de hábitat, incluyendo al especialista de bosque seco, el Cortarrama Peruano, *Phytotoma raimondii*.
- El área mostrada en el bosque nublado presenta un ensamble de aves típico de este tipo de bosque y similar a lo encontrado en evaluaciones de bosques colindantes. Debido a que gran parte de la zona evaluada fue afectada por los incendios forestales de noviembre 2016, la estructura y características de la comunidad de aves refleja cambios en su riqueza y diversidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, se registraron 24 especies de interés para la conservación, lo cual representa el 30% del total de especies registradas. El bosque evaluado alberga cuatro especies indicadoras de calidad de hábitat, y una especie (*Myioborus melanocephalus*) que podría considerarse indicadora de pérdida de bosque nublado primario.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere el uso de una metodología más adecuada como la Búsqueda Intensiva y Redes de Neblina para las evaluaciones de campo en el bosque nublado.
- Emplear, en la medida de lo posible, el mismo esfuerzo de muestreo en cada estación manteniendo la periodicidad.
- Mantener la ubicación de las estaciones establecidas, de este modo, la información que se obtenga podrá considerarse un monitoreo del área.
- Si bien la unidad de muestreo que se emplea para fines prácticos es la estación de muestreo o monitoreo, la consultora encargada del trabajo de campo debe proporcionar la información detallada y los registros por cada punto de conteo, no por estación.
- Incluir variables ambientales que se relacionen con los cambios en la estructura del bosque en el muestreo y mantener la toma de datos a lo largo del tiempo, por ejemplo, la abertura de dosel en el bosque nublado.
- En el caso del bosque estacionalmente seco, incrementar las acciones de reforestación y monitorear los efectos sobre la avifauna local.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumann, M. J. (2020). Piura Chat-Tyrant (*Ochthoeca piurae*), version 1.0. In Birds of the World (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.pictyr1.01>
- Begon M., CL Townsend, JL Harper. (2006). Ecology, From Individuals to Ecosystems 4th edition. Blackwell Publishing. 738 p.
- Bibby C., Burgess N., Hill D. (1992). Bird census techniques. British Trust for Ornithology and The Royal Society for the Protection of Birds. 158 p.
- Bovar (Bovar Environmental Ltd.). 1996. Existing/Approved Wildlife Resources for the Aurora Mine EIA Local Study Area. Preparado para Syncrude Canada Ltd. Edmonton, Alberta.
- Bunge J., M Fitzpatrick. (1993). Estimating the number of species: A review. Journal of the American Statistical Association. 88:364-373.
- Carignan, V. & M. A. Villard. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. Environmental Monitoring and Assessment 78: 45-61.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2022. Base de Datos de Supervivencia. Apéndices I, II y III. Disponible en: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>
- (CMS) Convention on Migratory Species. (2020). Appendices I and II. Disponible en: <https://www.cms.int/es/node/8655>
- Collar, N. (2020). Crested Quetzal (*Pharomachrus antisianus*), version 1.0. In Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.creque1.01>

- Colwell RK, Coddington JA. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*. 345:101-118.
- Colwell RK. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.0. Persistent URL <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Curson, J. and A. Bonan (2020). Russet-crowned Warbler (*Myiothlypis coronata*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rucwar1.01>
- Dayer, A. A. (2020). Blue-and-white Swallow (*Pygochelidon cyanoleuca*), version 1.0. In *Birds of the World* (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.bawswa1.01>
- Decreto Supremo (D.S.) N° 004-2014-MINAGRI. (2014). Aprueban actualización de la lista de clasificación y categorización de especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Publicado el 08 de abril de 2014.
- del Hoyo et al. (2021). Necklaced Spinetail (*Synallaxis stictothorax*), version 1.1. In *Birds of the World* (H. F. Greeney, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.necspi1.01.1>
- Díaz-Sieffer, P., Olmos-Moya, N., Fontúrbel, F.E. *et al.* (2022) Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: a global synthesis. *J Pest Sci* **95**, 567–576. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01438-4>
- Fleishman, E., J. R. Thompson, R. Mac Nally, D. D. Murphy & J. P. Fay. (2005). Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology* 19 (4): 1125-1137.
- Franke, I., Nolzaco, S. y León, F. (2014). Evaluación de la avifauna en la zona Altoandina I y II. Aspectos Generales y Métodos de Evaluación. Blog Aves, Ecología y

Medio Ambiente. Obtenido el 14 de julio del 2022:
http://avesecologaymedioambiente.blogspot.com/2014/02/evaluacion-de-la-avifauna-en-la-zona_22.html

Furness, R. W. & J. J. D. Greenwood (eds.). (1993). Birds as monitors of environmental change. Chapman & Hall, Londres. 356 p.

Gallina S. y López-González C. (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.

Gasco, V. (2018). La Avifauna en un Estudio de Impacto Ambiental Semidetallada (EIASd) en Minería. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología. Universidad Ricardo Palma.

(Golder) Golder Associates Perú S.A. (2015). Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Mina de Fosfatos Bayóvar. Preparado para Compañía Minera Miski Mayo.

González-García F (2011) Métodos para contar aves terrestres. In: Gallina-Tessaro S, López-González C (eds). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. INECOL/UAQ. Querétaro, México. pp: 85-116.

Gregory, R. (2006). Birds as biodiversity indicators for Europe. Significance 3: 106-110.

Guevara E. (2017). Diversidad de Aves en el Corredor Ecoturístico Santa Rosa (Celendín)-Balsas (Cahachapoyas). Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Cajamarca.

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. (2001). PAST version 2.17: Paleontological statistical software package for education and data analysis. Paleontol. Electronica. 4:9-9.

- Holmgren M. et al. (2006). Herbivory and plant growth rate determine the success of El Niño Southern Oscillation-driven tree establishment in semiarid South America. *Global Change Biology* 12, 2263-2271.
- (IEP) Instituto Peruano de Economía. (2021). Boletín de discusión elaborado por Chang et al. Disponible en: <https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2021/12/Boletin-mineria.pdf>
- Inserillo D. et al. (2020). Transient Swainson's Thrush (*Catharus ustulatus*) wintering in the Andean foothills of Ecuador are almost exclusively young males. *Ornitología Neotropical* 31: 98-105.
- (IUCN). International Union for the Conservation of Nature. (2022-1). IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: www.redlist.org.
- Jablonski P. et al. (2020). Ecological niche partitioning in a fragmented landscape between two highly specialized avian flush-pursuit foragers in the Andean zone of sympatry. *Sci Rep* 10: 22024. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78804-2>
- Jankowski J. y Rabenold K. 2007. Endemism and local rarity in birds of Neotropical montane rainforest. *Biological Conservation*. doi:10.1016/j.biocon.2007.05.015
- Jiménez-Valverde y Hortal. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol.8, pp: 151-161.
- Kikuchi D. (2009). Terrestrial and understorey insectivorous birds of a Peruvian cloud forest: species richness, abundance, density, territory size and biomass. *Journal of Tropical Ecology* 25: 523-529.
- Krebs C. (1999). *Ecological Methodology*. Second Edition. British Columbia: University of British Columbia. 520 p.

- Landres P., Verner J., Ward, J. (1988). Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species: A Critique. *Conservation Biology*. Volume 2, N° 4.
- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611). Publicada el 15 de octubre del 2005.
- MacNally, R. & E. Fleishman. (2004). A successful predictive model of species richness based on indicator species. *Conservation Biology* 18(3): 646-654.
- Magurran AE. (1988). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Barcelona: Vedral. 202 p.
- Mao CX, RK Colwell, J Chang. (2005). Estimating the Species Accumulation Curve Using Mixtures. *Biometrics*. 61:433-441.
- Martinez O. (2003). Composición por especies y uso de sustratos por las bandadas mixtas de aves en un bosque nublado andino de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 38(2): 99-119.
- (MINAM) Ministerio del Ambiente. (2015a). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Lima-Perú.
- (MINAM) Ministerio del Ambiente. (2015b). Guía de inventario de la fauna silvestre. Lima-Perú.
- (MINAM) Ministerio del Ambiente. (2018). Anexo 2 Guía para la Elaboración de la Línea Base aprobado mediante Resolución Ministerial N°455-2018-MINAM
- (MINAM) Ministerio del Ambiente. (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas. Lima-Perú.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morrison, M. L. (1986). Bird populations as indicators of environmental change. *Current Ornithology* 3: 429-451.

- Nelson, R. D., and H. Salwasser. (1982). The Forest Service Wild- life and Fish Habitat Relationship Program. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference 47:174-183.
- Nolazco S. (2011). Aves de Lambayeque: indicadoras ambientales. Estado actual y recomendaciones para el manejo del Bosque Seco Ecuatorial en un escenario de expansion agrícola. Rufford Foundation.
- Odum EP. (1985). Fundamentos de Ecología. Nueva Editorial Interamericana. México. 410 p.
- (ONERN) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. (1976). Mapa Ecológico del Perú.
- Parra H. (2020). Diversidad Alfa y Beta de aves en las Unidades de Vegetación de la Zona Reservada Illescas, Sechura-Piura-Perú. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de Piura.
- Plenge MA. (2022). Lista de las Aves de Perú. Lima, Perú. [actualizada a febrero del 2022]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martin, T. E.; DeSante, D. F; & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. (Rep. PSW-GTR-159). California, USA. Department of Agriculture & Pacific Southwest Research Station, Forest Service.
- Remsen JV, JI Areta, E Bonaccorso, S Claramunt, A Jaramillo, JF Pacheco, MB Robbins, FG Stiles, DF Stotz y KJ Zimmer. (2020). A Classification of the Bird Species of South America. American Ornithologists' Union, Washigton DC, USA. Documento en línea. URL: <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>.

- Roncal M. et al. (2018). Línea base de flora y fauna del Bosque de Protección Pagaibamba, en el marco del Proyecto “Recuperación del servicio Ambiental hídrico del área de amortiguamiento del Bosque de Protección Pagaibamba, distrito de Querocoto, Provincia de Chota, region Cajamarca”. Gobierno Regional Cajamarca – junio 2018.
- Salwasser, H., J. C. Capp, H. Black, and J. F. Hurley. (1980). The California Wildlife Habitat Relationships Program: An over- view. Pages 369-378 in Management of Western Forests and Grasslands for Nongame Birds. U.S.D.A. Forest Service General Technical Report INT-86.
- Schulenberg TS, Stotz DF, Lane DF, O'Neill JP, Parker III TA. (2010). Birds of Peru: Revised and Updated Edition. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- (SENAMHI) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). Estudio de condiciones atmosféricas favorables a los incendios forestales en el Perú. Lima-Marzo 2018.
- (SERNANP) Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2019). Compendio Bosques de Protección.
- Shannon CE, W Weaver. (1948). "The mathematical theory of communication." University of Illinois Press, Urbana.
- Simpson EH. (1949). Measurement of diversity. Nature 163:688.
- Stotz, D., Fitzpatrick, J., Parker, T., y Moskovits, D. (1996). Neotropical Birds: Ecology and Conservation. Chicago: University of Chicago.
- Sutherland, W. J. (2006). Ecological Census Techniques. A Handbook. Cambridge: Cambridge University Press.

- Temple, S. A. & J. A. Wiens. (1989). Bird populations and environmental changes: can birds be bio-indicators. *American Birds* 43: 260-270.
- Valencia, N. (1990). Ecology of the forests on the western slopes of the Peruvian Andes. Ph. D. thesis. Aberdeen:University of Aberdeen.
- Valencia, N. (1992). Los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes del Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural, UNMSM (Lima)* 21:155-170.
- Winkler, H., D. A. Christie, and E. de Juana. (2020). Black-necked Woodpecker (*Colaptes atricollis*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.blnwoo1.01>
- Züchner, T., E. de Juana, P. F. D. Boesman, and G. M. Kirwan (2020). Rainbow Starfrontlet (*Coeligena iris*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.raista1.01>

Anexo 1: Estaciones de Muestreo

Tabla 1: Estaciones de Muestreo de Aves en el Área de Estudio, 2013-2021

Estudio	Mes/Año de Evaluación	Estación de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 – Zona 17S		Elevación (msnm)	Tipo de Vegetación/Hábitat	Método de Muestreo	Conteo por Puntos (h-inv)
			Este	Norte				
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Jul-13	FT-A1	503833	9326207	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Jul-13	FT-A2	509718	9333689	92	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Jul-13	FT-A3	505295	9344078	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Jul-13	FT-A4	497600	9355685	14	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Set-14	FT-A1	503833	9326207	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Set-14	FT-A2	509718	9333689	92	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Set-14	FT-A3	505295	9344078	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Set-14	FT-A4	497574	9355271	6	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Nov-15	FT-A1	503833	9326207	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Nov-15	FT-A2	509718	9333689	92	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Nov-15	FT-A3	505295	9344078	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Nov-15	FT-A4	497600	9355685	14	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-16	FT-A1	503833	9326207	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-16	FT-A2	509718	9333689	92	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-16	FT-A3	505295	9344078	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-16	FT-A4	497600	9355685	14	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-17	FT-A1	503833	9326207	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-17	FT-A2	509718	9333689	92	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-17	FT-A3	505295	9344078	97	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-17	FT-A4	497600	9355685	14	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	2
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-18	FT-A1	503973	9326122	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-18	FT-A2	509645	9333724	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-18	FT-A3	505297	9344205	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-18	FT-A4	497655	9355208	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-19	FT-A1	503973	9326122	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-19	FT-A2	509645	9333724	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-19	FT-A3	505297	9344205	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-19	FT-A4	497655	9355208	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-20	FT-A1	503973	9326122	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-20	FT-A2	509645	9333724	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-20	FT-A3	505297	9344205	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-20	FT-A4	497655	9355208	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-21	FT-A1	503973	9326122	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-21	FT-A2	509645	9333724	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-21	FT-A3	505297	9344205	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
Monitoreo Biológico Anual de Flora y Fauna Terrestre	Oct-21	FT-A4	497655	9355208	-	Bosque Estacionalmente Seco	Conteo por Puntos	3
TOTAL								85,36

h-inv: horas investigador.

Anexo 1: Estaciones de Muestreo

Tabla 2: Estaciones de Muestreo de Aves en el Área de Estudio, 2012-2021

Estudio	Época	Mes/año de Evaluación	Estación de Muestreo	Coordenadas UTM (Zona 17M, Datum WGS 84)				Elevación (msnm)	Tipo de Vegetación	Método de Evaluación	Conteo por Puntos (h-inv)
				Este Inicio	Norte Inicio	Este Final	Norte Final				
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av35	704 431	9 293 795	-	-	2 667	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av36	705 968	9 294 303	-	-	2 398	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av37	702 053	9 297 835	-	-	2 617	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av38	707 569	9 294 379	-	-	2 534	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av39	709 191	9 294 761	-	-	2 442	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	ES	oct-nov 2016	Av40	704 729	9 294 137	-	-	2 483	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	EH	Abr-may 2017	Av47	704 195	9 293 774	-	-	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	EH	Abr-may 2017	Av48	706 275	9 293 917	-	-	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	EH	Abr-may 2017	Av50	707 809	9 293 827	-	-	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	EH	Abr-may 2017	Av51	709 715	9 294 934	-	-	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Décimo Segunda MEIAsd	EH	Abr-may 2017	Av52	704 152	9 294 023	-	-	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	ES	Set-20	EM12	705968	9294303	706089	9293750	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	ES	Set-20	EM13	704720	9294144	704246	9294202	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	EH	Mar-21	EM12	705534	9293693	705945	9293646	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	EH	Mar-21	EM13	704661	9294172	705215	9294211	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	ES	Set-21	EM12	705534	9293693	705945	9293646	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
Monitoreo Biológico del EIAAsd	ES	Set-21	EM13	705129	9294417	704426	9294149	-	Bosque Nublado	Conteo por Puntos	1,67
TOTAL											28,39

EH: Época Húmeda, ES: Época Seca. h-inv: horas investigador

La Molina, 27 de enero del 2023

Señores:
Comisión Permanente de Asuntos Estudiantiles CPAE

Asunto: Compromiso de entrega de documentos.

De mi consideración

Por medio de la presente, yo **Rosaura Watanabe Granados**, Identificada con DNI **45234574**, con domicilio en **Jirón Los Sauces 366 – San Borja, Lima** y con código de estudiante **20060177**, ex alumna de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, me comprometo a realizar la entrega de los documentos solicitados por la secretaría General en la carta C.2021-0347-SG-UNALM, los cuales son requisitos para la obtención del título profesional.

Sin otro particular me despido.

Atentamente,

Rosaura Watanabe Granados
DNI: 45234574