

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO  
INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE  
CONOCOCHA, RECUAY - 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**Autora:** Br. Marlen Mirella Teodor Alvarado

**Asesor:** Dr. Heraclio Fernando Castillo Picón

**Huaraz – Perú**

**2022**

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A  
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de investigación:**

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Facultad de:** \_\_\_\_\_

**6. Escuela o Carrera:** \_\_\_\_\_

**7. Línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

**8. Sub-línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

*(\*) Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

**9. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**10. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**11. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo.

Acceso restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 12. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

## 13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la  
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



  
Varillas William Eduardo  
Asistente en Informática y Sistemas  
- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los miembros del Jurado Evaluador de Tesis, en pleno que suscriben, reunidos a los dos días del mes de junio del dos mil veintidós, en el Auditorium de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), de conformidad a la normatividad vigente condujeron el acto académico público de sustentación y defensa de la tesis **"IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE CONOCOCHA, RECUAY - 2019"** que presentó la **Br. MARLEN MIRELLA TEODOR ALVARADO** para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Después de haber atendido la sustentación y defensa oral, y haber escuchado las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

**APROBADA**

Con el calificativo de: **DIECISEIS (16)**

En consecuencia, **MARLEN MIRELLA TEODOR ALVARADO** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM), el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 02 de junio del 2022

  
DR. ELADIO GUILLERMO TUYA CASTILLO  
Presidente  
Jurado de sustentación

  
Mag. RICARDO RAY VILLANUEVA RAMÍREZ  
Primer miembro  
Jurado de sustentación

  
Ing. FRANCISCO CLAUDIO LEÓN HUERTA  
Segundo miembro  
Jurado de sustentación

  
Dr. HERACLIO FERNANDO CASTILLO PICÓN  
Asesor de tesista

## DEDICATORIA

A mí hijo Mathias, por ser mi gran motivación, fortaleza, amor en mi vida para mejorar y superarme cada día.

A mi Madre Rodith, por brindarme todo su amor y apoyo incondicional, por impulsarme a perseverar en conseguir el Título Profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiar mis pasos con sabiduría y confianza.

A mi hijo Mathias por llenar de alegría mis días.

Al Dr. Fernando Castillo Picón, por su asesoramiento y aporte en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A todas las personas que confiaron en mí y me apoyaron a cumplir esta meta.

## RESUMEN

El humedal de Conococha, está ubicado en el distrito de Cátac, provincia de Recuay, departamento de Ancash, es considerado como un ecosistema estratégico, por su ubicación altoandina, además es depositario de especies de aves residentes y migratorias. Los objetivos desarrollados fueron identificar la riqueza de especies de aves con el fin de determinar la biodiversidad alfa en el humedal de Conococha, conocer las características físicoquímicas y biológicas de la calidad del agua, evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves e identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha.

La evaluación se llevó a cabo en el periodo de precipitación y estiaje, en seis zonas de muestreo, la metodología fue mediante puntos de conteo, para la identificación de las aves se utilizó como referencia la guía de aves del Perú de Schulenberg. En el estudio se registraron 31 especies agrupadas en 10 órdenes, 16 familias, las especies más abundantes registradas fueron *Fúlca gigantea* y *Fúlca ardesiaca*; los valores obtenidos para la calidad ambiental en el periodo de precipitación fueron de 0.456 y en el periodo de estiaje 0.490, lo que nos señala que la calidad ambiental del humedal de Conococha está ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”. Las categorías de conservación de la avifauna del humedal de Conococha, según la IUCN todas las especies se hallan en la categoría de “Preocupación menor” (LC) a excepción del *Phoenicopterus chilensis* que se encuentra en la categoría “Casi amenazada”, con respecto a la CITES en el Apendice II se encuentra la especie *Phoenicopterus chilensis*. En lo referente al Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI, se han registrado dos especies de aves como *Phoenicopterus chilensis*, y *Fúlca gigantea*.

**Palabras claves:** Aves, calidad ambiental, biodiversidad.

## ABSTRACT

The Conococha wetland is located in the district of Cátac, province of Recuay, department of Ancash, is considered a strategic ecosystem, due to its high Andean location, it is also a repository of resident and migratory bird species. The developed objectives were to identify the richness of bird species in order to determine the alpha biodiversity in the Conococha wetland, to know the physicochemical and biological characteristics of the water quality, to evaluate the environmental quality through the bird biodiversity and to identify the categories of conservation of birds of the wetland of Conococha.

The evaluation was carried out in the period of precipitation and dry season, in six sampling areas, the methodology was by counting points, for the identification of the birds the bird guide of Peru by Schulenberg was used as a reference. In the study, 31 species grouped into 10 orders and 16 families were recorded. The most abundant species recorded were *Fúlca gigantea* and *Fúlca ardesiaca*; the values obtained for the environmental quality in the rainy period were 0.456 and in the dry season 0.490, which indicates that the environmental quality of the Conococha wetland is slightly below the "average environmental quality". The conservation categories of the avifauna of the Conococha wetland, according to the IUCN, all species are in the category of "Least Concern" (LC) with the exception of the *Phoenicopterus chilensis* that is in the category "Almost threatened", with respect to CITES in Appendix II is the species *Phoenicopterus chilensis*. Regarding Supreme Decree No. 004-2014-MINAGRI, two species of birds have been registered: *Phoenicopterus chilensis*, and *Fúlca gigantea*.

**Keywords:** Birds, environmental quality, biodiversity.

# ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>FORMATO DE PUBLICACIÓN DE AUTORIZACIÓN DE TESIS</b>	<b>i</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Hipótesis	5
1.4. Variables	5
1.4.1. Variable independiente	5
1.4.2. Variable dependiente	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Biodiversidad	8
2.2.2. Tipos de diversidad	9
2.2.3. Clases de diversidad	10
2.2.4. Índices de diversidad alfa	12
2.2.4.1. Método basado en la riqueza específica.	12
	<b>viii</b>

2.2.4.2.	Método basado en la estructura comunitaria	13
2.2.5.	Indicadores biológicos	18
2.2.5.1.	Aves	18
2.2.5.2.	Aves acuáticas	22
2.2.5.3.	Principales aves de la zona de estudio	23
2.2.5.4.	Aves como bioindicadores	25
2.2.6.	Indicadores fisicoquímicos	26
2.2.6.1.	Análisis fisicoquímicos	26
2.2.6.2.	Análisis de indicadores de contaminación bioquímico	28
2.2.6.3.	Microorganismos presentes en el medio acuático	28
2.2.7.	Calidad Ambiental	29
2.2.8.	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua	30
2.2.9.	Índice de Calidad Ambiental	31
2.2.10.	Convenio de diversidad biológica	33
2.2.10.1.	Especies amenazadas	33
2.2.10.2.	Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	34
2.2.10.3.	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)	35
2.2.10.4.	Categoría de especies amenazadas de fauna silvestre	37

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO 39**

3.1.	Tipo de investigación	39
3.1.1.	Según la finalidad	39
3.1.2.	Según el enfoque	39
3.1.3.	Según la temporalidad	39
3.2.	Diseño de la investigación	40
3.3.	Técnicas de la investigación	41
3.3.1.	Ubicación de la zona de estudio	41
3.3.2.	Recopilación de la información	43
3.4.	Población, muestra y muestreo	43
3.4.1.	Población	43

3.4.2.	Muestra	43
3.4.3.	Muestreo	44
3.5.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la colecta de datos	46
3.5.1.	Método para la determinación de la biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha	46
3.5.2.	Método para conocer las características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha	47
3.5.3.	Método para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha	48
3.5.4.	Método para identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha	49
3.6.	Procedimiento para el procesamiento de datos y análisis estadístico de la información	49
3.6.1.	Tratamiento de datos para evaluar la biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha	50
3.6.2.	Tratamiento de datos para conocer las características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha.	50
3.6.3.	Tratamiento de datos para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha	51
3.6.4.	Tratamiento de datos para identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha	51

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

4.1.	La biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha	52
4.1.1.	Riqueza de especies en el humedal de Conococha	52
4.1.1.1.	Censo realizado en el periodo de precipitación	52
4.1.1.2.	Censo realizado en el periodo de estiaje	56
4.1.2.	Estructura comunitaria en el humedal de Conococha	59
4.1.2.1.	Índice de dominancia	59
4.1.2.2.	Índice de equidad	62
4.1.3.	Índice de biodiversidad alfa de aves con el Software Past 4.2	65
4.2.	Características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha	70

4.2.1.	Estándares de Calidad de Agua (ECA)	71
4.3.	Calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha	72
4.4.	Categorías de conservación de aves del humedal de Conococha	75
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>		<b>77</b>
<b>CAPÍTULO VIII</b>		
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>81</b>
<b>CAPÍTULO VII</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>83</b>
<b>CAPÍTULO VII</b>		
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>84</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>89</b>

## LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
<b>Tabla 1</b> Matriz de organización para el índice de Shannon	14
<b>Tabla 2</b> Rangos y significado de interpretación de valores del índice de Shannon – Wiener	14
<b>Tabla 3</b> Valores, significancia de diversidad e interpretación de equitatividad de Pielow	16
<b>Tabla 4</b> Matriz de organización para el índice de dominancia de Simpson	17
<b>Tabla 5</b> Rango y característica del índice de diversidad de Simpson	18
<b>Tabla 6</b> ECA agua - categoría 4 (conservación del ambiente acuático) – subcategoría E1 (lagunas y lagos)	30
<b>Tabla 7</b> Categorías de especies amenazadas de fauna silvestre	38
<b>Tabla 8</b> Ubicación de los puntos de muestreo en el humedal de Conococha	44
<b>Tabla 9</b> Índices de biodiversidad alfa de aves	50
<b>Tabla 10</b> Reporte de aves durante el periodo de precipitación en el humedal de Conococha	54
<b>Tabla 11</b> Reporte de aves durante el periodo de estiaje en el humedal de Conococha	57
<b>Tabla 12</b> Índice de diversidad de Simpson para el periodo de precipitación del humedal de Conococha	60
<b>Tabla 13</b> Índice de diversidad de Simpson para el periodo de estiaje del humedal de Conococha	61
<b>Tabla 14</b> Índice de equitatividad de Pielow para el periodo de precipitación en el humedal de Conococha	62
<b>Tabla 15</b> Índice de equitatividad de Pielow para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha	62
<b>Tabla 16</b> Índice de diversidad de Shannon y Wiener para el periodo de precipitación en el humedal de Conococha	63
<b>Tabla 17</b> Índice de diversidad de Shannon y Wiener para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha	64
<b>Tabla 18</b> Índice de diversidad alfa determinada mediante el software Past para el periodo de precipitación en el humedal de Conococha	65
<b>Tabla 19</b> Índice de diversidad alfa determinada mediante el software Past para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha	66

<b>Tabla 20</b>	Registro de parámetros fisicoquímicos del periodo de precipitación y estiaje en el humedal de Conococha	70
<b>Tabla 21</b>	Registro del parámetro biológico del periodo de precipitación y estiaje en el humedal de Conococha	71
<b>Tabla 22</b>	Comparación de los parámetros del humedal de Conococha y el ECA agua – categoría 4 – subcategoría E1 de lagos y lagunas	71
<b>Tabla 23</b>	Número de especies reportadas en el humedal de Conococha	72
<b>Tabla 24</b>	Valores de la calidad ambiental en los periodos de precipitación y estiaje del humedal de Conococha	74
<b>Tabla 25</b>	Categorías de conservación de aves del humedal de Conococha	76

## LISTA DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa	11
<b>Figura 2</b> Ecuación del índice de equidad de Shannon y Wiener	13
<b>Figura 3</b> Ecuación de índice de equitatividad de Pielow (E)	15
<b>Figura 4</b> Ecuación de índice de dominancia de Simpson	14
<b>Figura 5</b> Ecuación del índice de diversidad de Simpson	17
<b>Figura 6</b> Distribución de las aves del mundo según el ámbito geográfico	19
<b>Figura 7</b> Escala de valoración de la calidad ambiental	32
<b>Figura 8</b> Valoración del eje X en la calidad ambiental	32
<b>Figura 9</b> Valoración del eje Y en la calidad ambiental	32
<b>Figura 10</b> Estructura de las categorías de las especies amenazadas	35
<b>Figura 11</b> Etapas del diseño de la investigación	40
<b>Figura 12</b> Mapa de ubicación del humedal de Conococha	42
<b>Figura 13</b> Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el humedal de Conococha	45
<b>Figura 14</b> Evaluación de aves a través de binoculares	47
<b>Figura 15</b> Recolección de muestras de agua del humedal de Conococha	48
<b>Figura 16</b> Gráfico para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves	51
<b>Figura 17</b> Esquema para identificar las categorías de conservación de aves	51
<b>Figura 18</b> Gráfico del reporte de aves durante el periodo de precipitación en el humedal de Conococha	55
<b>Figura 19</b> Gráfico de reporte de aves durante periodo de estiaje en el humedal de Conococha	58
<b>Figura 20</b> Análisis de clúster del reporte de aves durante el periodo de precipitación del humedal de Conococha	68
<b>Figura 21</b> Análisis de clúster del reporte de aves durante el periodo de estiaje del humedal de Conococha	69
<b>Figura 22</b> Índice de calidad ambiental del humedal de Conococha durante el periodo de precipitación	73
<b>Figura 23</b> Índice de calidad ambiental del humedal de Conococha durante el periodo de estiaje	74

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La conservación y el uso racional de los humedales son fundamentales para los medios de subsistencia humana, la convención sobre humedales (Ramsar, 2018) expresa que son zonas muy importantes por su enorme valor biológico y social; sus hábitats acogen un porcentaje muy significativo de la diversidad biológica del planeta, regula los regímenes hídricos, son sumideros de gases de efecto invernadero, albergan un rico patrimonio cultural y ofrecen usos recreativos tales como la pesca y la observación de aves.

El humedal de Conococha es un refugio natural e importante para la vida silvestre de aves, las cuales han sido identificadas como organismos adecuados para ser utilizados como indicadores biológicos o biomonitores de los cambios ambientales en los diferentes tipos de hábitats que existen según lo explicó Eisermann (2006). En el caso de las aves acuáticas, esto se fundamenta en que, “debido a su posición en la cadena trófica estas se verán afectadas por una gran variedad de factores, tales como la pérdida de hábitats dada por la desecación y degradación de los humedales, así como las diferentes condiciones físicas de los humedales que afectan directamente en su abundancia y diversidad” (Green & Figuerola, 2003).

Las aves deben de disponer de agua apta para su consumo durante todo el periodo de producción, cualquier restricción en la ingesta de agua o la contaminación de la misma afectará el crecimiento y el rendimiento global de las aves. Para asegurarse de que el rendimiento de las aves no se vea comprometido, se debe supervisar con regularidad la calidad física y bacteriana del agua, y tomar medidas correctoras, según sea su caso.

La motivación principal de la presente tesis es conocer la biodiversidad de aves, con la finalidad de evaluar la calidad ambiental y contribuir al bienestar del ecosistema y por ende al del hombre tanto directa como indirectamente.

El objetivo de estudio fue identificar la biodiversidad de aves para evaluar la calidad ambiental, y de esta manera se pretende contribuir al conocimiento de la biodiversidad asociada a la calidad ambiental entonces, la investigación contribuirá a incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad de las aves y estas como influyen en la calidad ambiental, particularmente respecto a la composición de la comunidad ornitológica.

Para determinar la biodiversidad alfa se utilizó la metodología del conteo por puntos, así mismo se determinó la concentración de fosfatos y nitratos, coliformes y la demanda bioquímica de oxígeno, en el Laboratorio de calidad ambiental cumpliendo el respectivo protocolo.

Para la evaluación de la calidad ambiental se empleó la función de transformación para el parámetro de diversidad de especies, y para la identificación de la categoría de conservación de aves se tomó como referencia la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), así como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI.

Los resultados obtenidos se cuantifico 9 órdenes de aves 16 familias, 24 especies con un total de 5260 individuos durante el periodo de precipitación y en la estación de estiaje se identificaron 10 órdenes 16 familias 31 especies y 6324 individuos, la concentración de fosfatos se registraron por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para ambos periodos, los valores obtenidos para la calidad ambiental en el periodo de precipitación es de 0.456, y en el periodo de estiaje es de 0.490, lo que determina que la calidad ambiental del humedal de Conocoha está ligeramente por debajo de la calidad ambiental media, la especie *Phoenicopterus chilensis* se encuentra en la categoría casi amenazada referida a la IUCN y en el registro CITES apéndice II, con referente al Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI, en este mismo grupo está la especie de *Fúlca gigantea*.

Comprende ocho capítulos que abarca Generalidades, Marco Referencial, Marco Metodológico, Resultados, Discusión de Resultados, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos.

## 1.1. Planteamiento del problema

La riqueza de la biodiversidad y de los ecosistemas son fuentes de vida para el ser humano, el humedal de Conococha está caracterizada por la presencia de una flora abundante de igual manera una fauna importante dentro de ellos las aves.

La calidad ambiental constituye una condición determinada por diversos factores, los cuales inciden en la localización de especies, que requieren condiciones ambientales y ecológicas particulares. Si estas condiciones cambian generan permutaciones en la diversidad biológica, por ello, las especies de animales en particular se han propuesto como indicadores biológicos de la calidad de un ecosistema. Es así que la calidad estaría dada por la integridad ecológica, siendo esta la capacidad que posee un ecosistema para mantener su estructura y funcionamiento, además de absorber los efluentes generados ya sean de origen natural o antrópico (Parra, 2014).

El Perú registra un elevado número de especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Si bien la CITES, no define el estatus de amenaza de las especies como lo hacen los listados de flora amenazada, entre ellos la IUCN y el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI, es vital en el aspecto de la regulación del comercio internacional de flora y fauna silvestre, ya que en sus apéndices se indican los niveles de riesgo asociados con el intercambio comercial. Por lo que es importante identificar la biodiversidad de aves, conocer los índices de biodiversidad, así como la calidad ambiental de manera integral del humedal de Conococha.

El deterioro del ecosistema y el lento proceso de eutrofización del humedal de Conococha, y pese a ello la abundante biodiversidad de aves residentes y migratorias hacen que el humedal tenga una elevada biodiversidad funcional que nos permitirá conocer la evaluación de la calidad ambiental y el estado de conservación lo que me permitió plantear el siguiente **problema de investigación**:

¿En qué medida, la biodiversidad de aves es un indicador de la calidad ambiental del humedal de Conococha?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. *Objetivo general*

Identificar la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del humedal de Conococha.

### 1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha.
- Conocer las características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha.
- Evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha.
- Identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha.

## 1.3. Hipótesis

La biodiversidad de especies de aves presentes en el humedal de Conococha permitirá evaluar la calidad ambiental.

## 1.4. Variables

Se tiene dos tipos de variables:

### 1.4.1. *Variable independiente*

- **Biodiversidad de aves**

Implica la cantidad de especies dentro de una zona específica, es decir la riqueza de especies presentes en un área determinada.

#### 1.4.2. *Variable dependiente*

- **Calidad ambiental**

Es el conjunto de características propias del sistema, las que generan un entorno óptimo, estas pueden ser susceptibles de alterar su estado natural.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Morelli et al. (2021), mencionan que el uso de especies como bioindicadores constituye una estrategia rentable en la planificación ecológica porque puede ayudar a ahorrar una cantidad considerable de recursos, especialmente cuando el proceso ecológico enfocado es costoso o difícil de evaluar directamente. Los estudios se centran en utilizar especies de aves como indicadores de procesos o características ecológicas en diferentes tipos de ambientes. Menciona también que la historia de las aves utilizadas como indicadores ecológicos es larga y las razones por las que las aves se han propuesto como bioindicadores son muchas y están bien documentadas: las aves son fácilmente detectables, están presentes en todo tipo de ambientes y su presencia está asociada a características específicas del ecosistema.

Carranza, Peña, & Seoane (2018), explican que la toma de decisiones de actuación y seguimiento en relación con la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de las dehesas andaluzas requiere de la evaluación del estado mediante indicadores. Para ello, llevaron a cabo censos de aves en un número representativo de fincas de la Red de Dehesas Demostrativas, con el fin de evaluar el estado de la biodiversidad a través de este grupo taxonómico y a la vez valorar su potencial uso práctico como indicador para este tipo de hábitats. Los censos que realizaron dependieron de la época del año y la cobertura vegetal.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Gotuzzo (2018), en su investigación reportó 08 órdenes de aves distribuidas en 16 familias y 20 especies. El orden de la Passeriformes y la familia Columbidae fueron las de mayor riqueza, por lo que señala que los meses idóneos para evaluar aves en las lomas de Villa María son comprendidos entre agosto y noviembre, así mismo sus resultados fueron transformados a unidades adimensionales de Índices de Calidad Ambiental (ICA) a través de funciones de transformación establecidas por el método Batelle Columbus permitiendo su comparación, donde obtuvo un valor de 0.21 considerado como aceptable.

Osorio (2019), en su investigación identificó 161 especies de aves, pertenecientes a 30 familias de 13 órdenes, con respecto a la diversidad alfa de aves según la riqueza específica, evidenció mayor número de especies en estación seca que en estación lluviosa, además calculó el Índice de Shannon-Wiener (HI), teniendo como resultado que existe una alta diversidad de aves, tanto en estación seca como en estación lluviosa, así mismo señala que utilizó la función de transformación para los parámetros de diversidad de especies, es así como obtuvo valores que superan el valor límite de la escala "1", lo cual significa que la calidad ambiental de la zona de estudio es muy alta, asegurando que las investigaciones que se realizan en calidad ambiental usando la diversidad de aves, pueden arrojar valores superiores a la unidad de la escala propuesta por Conesa (1997), por tanto refieren que no significa que existan errores aleatorios; sino que puede haber ecosistemas, donde su estado de conservación y salud ambiental, se encuentren en óptimas condiciones y proyecten una calidad ambiental muy buena por encima del valor "1".

Valenzuela (2020), en su investigación tuvo como objetivo establecer la diversidad alfa y beta de la avifauna de los humedales de Conococha y Querococha y su valor de importancia para la conservación del ecosistema. La evaluación se realizó entre los meses de noviembre de 2019 a febrero de 2020, donde aplicó la metodología de puntos de conteo, registrando 43 taxa para el humedal de Conococha y 33 taxa para el humedal de Querococha, siendo la especie Fúlica gigantea (Gallareta andina) el individuo más abundante para ambas zonas de muestreo. Los valores hallados para la diversidad alfa en el humedal de Conococha, con respecto al índice de Simpson fue de 0.81 y el índice de Shannon 2.23.

Lazaro (2021), en su estudio identificó las aves como indicador de la calidad ambiental con la identificación de las especies in situ por medio del método de puntos por conteo, así mismo con el uso del catálogo de imágenes de las aves registradas en el

humedal laguna el Oconal por DESCO y del libro Aves de Perú, registrando en total 61 especies con 641 individuos divididos en 20 órdenes y 38 familias. La calidad ambiental mediante el número de especies de aves del humedal laguna El Oconal es de 1.108, por lo que supera la Calidad Ambiental Media, del total de especies de aves registradas, ninguna de ellas se encuentra en alguna categoría de conservación en la legislación nacional (D.S: N° 004-2014).

Tello & Gonzales (2021), en su tesis aplicó el método de conteo de puntos, con radio fijo de 25 metros, tuvo un periodo de conteo de 20 minutos por punto; cuya distancia mínima de separación entre puntos de muestreo fue de 250 metros, realizó el muestreo en 14 puntos para ambos estratos, teniendo como resultado un inventario rápido de aves en la faja marginal 43 especies divididas en 13 órdenes y 20 familias y en el Espejo de Agua (EA), 29 especies divididas en 9 órdenes y 18 familias.

Diaz & Sotomayor (2013), en su investigación analizaron la calidad del agua del humedal de Conococha, señalando que el nivel de eutrofización de la laguna es de eutrófico a hipereutrófico por el enriquecimiento de nitratos (215,9 µg/l) y fosfatos (130,5 µg/l); realizando la toma de datos en dos temporadas: temporada de lluvia y temporada de estiaje.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Biodiversidad**

En la cumbre de la Tierra de Naciones Unidas (1992), se definió a la biodiversidad como “la variabilidad entre los organismos vivos incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los cuales forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de ecosistemas” de allí surge el concepto de mega diversidad con el cuál se califica a aquellos países en cuyos territorios se encuentra más del 70% de la diversidad global, incluyendo vida terrestre, marina y de aguas dulces.

El concepto de biodiversidad hace referencia a la “variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo entre otros los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”. Entonces para abordar la diversidad se tiene que observar la escala biológica de medición

a escala genética, a nivel de especies, comunidades y paisaje (Halffter, Moreno, & Pineda, 2001).

## **2.2.2. Tipos de diversidad**

### **A. Biodiversidad genética**

La biodiversidad genética hace referencia a la diversidad dentro de cada especie, es decir, se refiere a la variabilidad que existe dentro de las especies, es el conjunto de todos sus genes, y cuanto más diversidad genética exista, mayores probabilidades de éxito tendrá una especie.

Zuluaga & Macana (2016) explica que, en el sentido amplio, la biodiversidad se define como las variaciones que son heredables y que ocurren en cada organismo entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de una misma especie, que ocurren a partir de procesos evolutivos.

Por lo que conocer y comprender cómo funcionan estos procesos es vital para poder conservarla, ya que de este tipo de biodiversidad dependen muchas áreas, como el avance de la genética evolutiva, la salud de los humanos, la sustentabilidad y la productividad de los campos y bosques y otros ecosistemas naturales (Naciones Unidas, 1992).

### **B. Biodiversidad de especies**

Este tipo de biodiversidad básicamente es el número de especies que habita un sitio, ya sea un bosque, un lago o un continente. En esta clasificación se incluyen todos los rasgos en común que comparte cada especie y que les permite a los individuos de la misma especie poder reproducirse entre sí (Naciones Unidas, 1992).

### **C. Biodiversidad ecológica o de ecosistemas**

Abarca a todos los ecosistemas que encontramos en el mundo o en un área geográfica determinada, y a todas las especies que están presentes en ellos, así como al equilibrio que existe entre ellas. Como se habla de las interacciones de las especies que conforman un ecosistema, se puede separar este tipo biodiversidad en tres componentes (Naciones Unidas, 1992).

### 2.2.3. Clases de diversidad

#### A. Diversidad Alfa

Moreno (2001), explica que la diversidad Alfa es una de las más usadas, se asocia al número de especies presentes en un lugar, para ello se utilizan dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea.

De acuerdo a Moreno (2001) “la diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad definida que se considera homogénea a un nivel local y refleja la coexistencia de las especies en una comunidad. La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta” (p. 14).

Los autores Halffter, Moreno, & Pineda (2001) mencionaron que los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies hacen referencia a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Según sea las variables biológicas que miden, se dividen en:

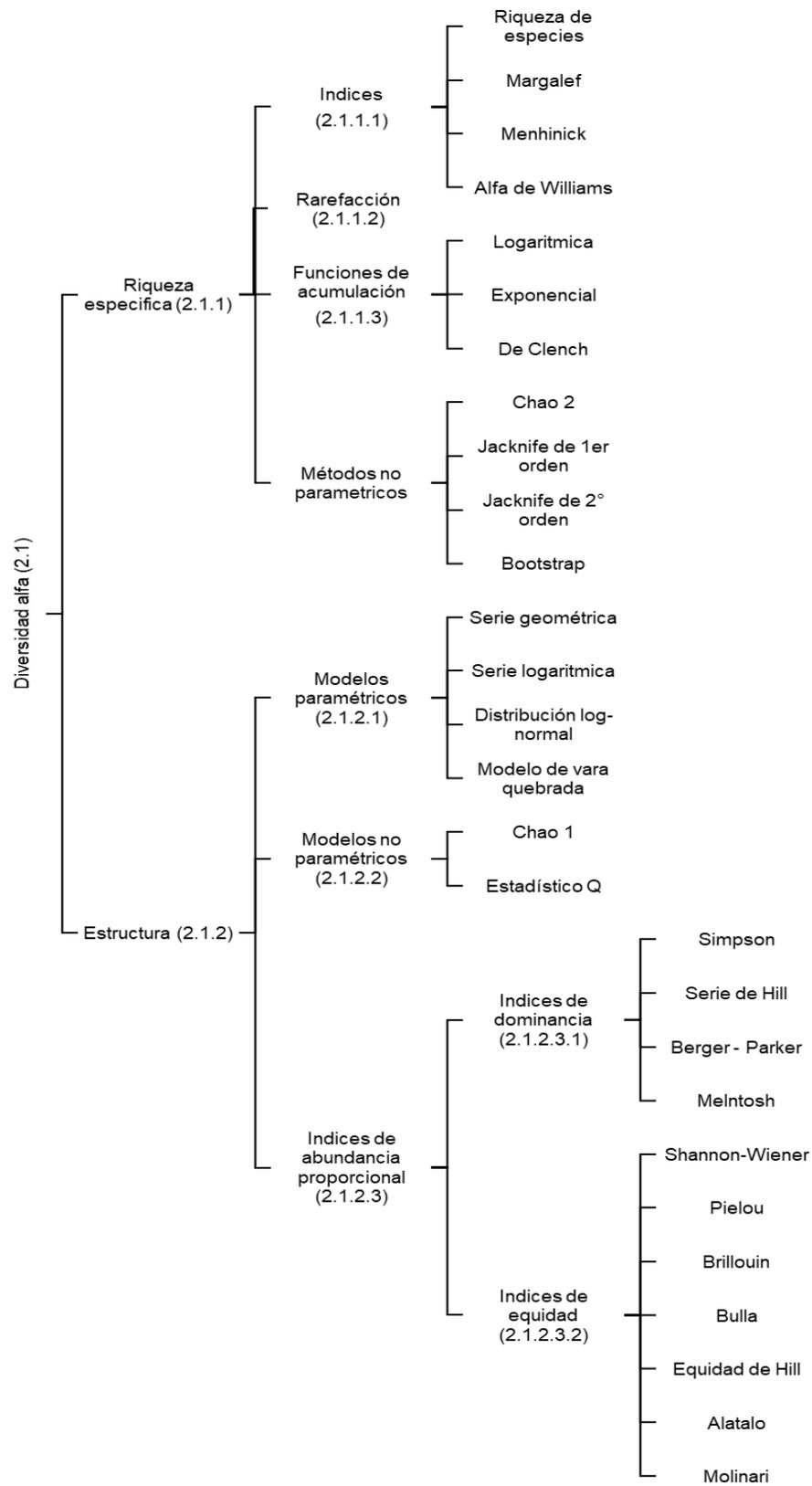
Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (como la riqueza específica e índice de Margalef).

Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie dentro de una comunidad (la abundancia relativa), que a su vez pueden clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Índice de equidad de Shannon Wiener)

Moreno (2001), esquematiza el método para medir la biodiversidad alfa, ver la Figura 1.

**Figura 1**

*Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa*



Fuente: (Moreno, 2001)

## **B. Diversidad Beta**

Halffter, Moreno, & Pineda (2001) explican que la biodiversidad alfa se utiliza para comparar dos comunidades ya que mide el recambio de especies de una localidad a otra o bien la riqueza de especies promedio de las localidades de cierta región.

También señalan que este “tipo de biodiversidad se ha utilizado para referir diferentes aspectos como: recambio espacial de composición de especies, diferenciación de grupos relacionados de especies, para identificar zonas de transición, entre otros. Cualquiera que sea el propósito, los que estudian este tipo de diversidad utilizan métodos para medirla, los cuales implican: una región subdividida más o menos arbitrariamente, en subregiones (“localidades”), aunque para comparar diversidad  $\alpha$ , el área de las subregiones debe ser del mismo tamaño” (Halffter, Moreno, & Pineda, 2001).

## **C. Diversidad Gamma**

Este tipo de diversidad se considera como la riqueza de especies a nivel regional, es decir, la riqueza de especies en un conjunto de localidades o comunidades que integran un paisaje, aunque esta definición depende de la selección del área de estudio (Aguirre, 2013).

### **2.2.4. Índices de diversidad alfa**

#### **2.2.4.1. Método basado en la riqueza específica.**

Tal como explica Moreno (2001), hace hincapié en la necesidad de utilizar índices de diversidad que permitan no solo estimar la riqueza de determinada comunidad sino también el valor de importancia del cambio en las abundancias de cada especie en tanto que las especies que son menos abundantes son más sensibles a las perturbaciones ambientales por lo que medir su abundancia relativa e identificar el cambio de esta es un indicador de procesos empobrecedores.

#### **A. Riqueza de especies**

Según Aguirre (2013), es el número total de especies obtenido en un inventario de la comunidad/hábitat en estudio. Es la riqueza de especies de un determinado ecosistema, lugar, provincia, país. Se expresa mediante la suma de todas las especies que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas

de muestreo, o se puede separar las especies de acuerdo a: forma de vida, hábitat donde crecen, en el caso de fauna hábito de alimentación.

#### 2.2.4.2. Método basado en la estructura comunitaria

Magurran (1988, como se citó en Moreno, 2001) afirma que los primeros intentos por describir la estructura de las comunidades en términos de la abundancia proporcional de cada especie fueron los modelos matemáticos que describen la relación gráfica entre el valor de importancia de las especies en función de un arreglo secuencial por intervalos de las especies de la más a la menos importante.

##### A. Índice de equidad de Shannon y Wiener

Es el índice más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra (Aguirre, 2013).

En la ecuación del índice Shannon-Wiener se integra dos componentes: Riqueza de especies, equitatividad/representatividad (dentro del muestreo).

#### Figura 2

*Ecuación de índice de equidad de Shannon y Wiener*

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

Donde: H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P<sub>i</sub> = Proporción de la muestra que corresponde a la especie

Fuente: Aguirre, 2013

Aguirre (2013) recomienda esta matriz para organizar la información y calcular el índice de Shannon, ver tabla 1

La Tabla 1, muestra la Matriz recomendada para organizar la información y calcular el índice de Shannon:

**Tabla 1**

*Matriz de organización para el índice de Shannon*

<i>Especie</i>	<i>Número de Individuos</i>	<i>Pi = n/N</i>	<i>Ln.Pi</i>	<i>Pi * LnPi</i>
<i>Especie</i>	n			
<b>Total, especies</b>	<b>N</b>			<b>-∑ Pi * LnPi</b>

Fuente: Aguirre, 2013

La ecuación  $-\sum Pi * LnPi$ , es el resultado del índice, para el cálculo final no olvidar anteceder un signo negativo (-):  $H' = (-) - \sum Pi LnPi$ .

El índice de Shannon y Wiener se mide en bits/individuos. Así mismo Aguirre (2013), especifica que estos resultados calculados deben de interpretarse de acuerdo con los siguientes rangos, ver tabla 2.

**Tabla 2**

*Rangos y significado de interpretación de valores del índice de Shannon – Wiener.*

<b>Rangos</b>	<b>Significado</b>
0-1, 35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2013

### **B. Índice de equitatividad de Pielow (E)**

Índice usado para medir la equidad de una comunidad por lo que detecta aquellas especies que por su abundancia son dominantes sobre otras. Varía entre

cero y uno; cero cuando existen especies muy dominantes, es decir, existe una baja equidad en la comunidad, mientras que un valor de uno indica que todas las especies están igualmente distribuidas en función a su abundancia (Carmona, 2013, como se citó en Gotuzzo, 2018).

La equidad a través de índices siempre debe de ser analizada junto con los índices de diversidad con la finalidad de que se pueda dar la interpretación correcta (Melic 1993, como se citó en Gotuzzo, 2018).

Aguirre (2013) menciona que si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equitatividad debería ser máximo y, por tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas, ver figura 3.

### Figura 3

*Ecuación de índice de equitatividad de Pielow (E)*

$$E = \frac{H'}{H \max}$$

Donde: E = Equitabilidad

H' = Índice de Shannon

Hmax = Ln del total de especies (S)

Fuente: Aguirre, 2013

Aguirre (2013), menciona del significado de diversidad se interpreta en base a la escala entre 0 – 1, ver tabla 3.

**Tabla 3**

*Valores, significancia de diversidad e interpretación de equitatividad de Pielow.*

Valores	Significancia	Interpretación
0 – 0,33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
> 0,67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2013

### C. Índice de Dominancia de Simpson

Este índice toma en cuenta las especies más importantes en función a su abundancia, es decir manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes (Magurran, 1988, como se citó en Moreno, 2001), ver figura 4.

**Figura 4**

*Ecuación de índice de dominancia de Simpson*

$$\sigma = \sum (Pi)^2$$

Donde:  $\sigma$  = Índice de dominancia

$Pi$  = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de cada especie

N = Número total de individuos

Fuente: Aguirre, 2013

Aguirre (2013), muestra el índice de diversidad de Simpson en la figura 5.

## Figura 5

Ecuación del índice de diversidad de Simpson

$$\lambda = 1 - \sigma$$

Donde:  $\lambda$  = Índice de diversidad de Simpson

$\sigma$  = Índice de dominancia

Fuente: Aguirre, 2013

Este índice proporciona un buen estimador de la diversidad aun cuando las muestras sean relativamente pequeñas lo que resulta una ventaja frente al índice de Shannon que asume muestras bastantes grandes (Sonco, 2013, como se citó en Gotuzzo, 2018).

Aguirre (2013), recomienda esta matriz para organizar la información y calcular el índice de Simpson, ver tabla 4.

## Tabla 4

Matriz de organización para el índice de dominancia de Simpson

Especie	Nº de Individuos	Pi (n/N)	Pi <sup>2</sup>
	n		
	n		
	...		
<b>Total</b>	<b>N</b>		$\sum P_i^2$

Fuente: Aguirre, 2013

Gotuzzo (2018), también menciona que este índice tiene valores entre cero y uno, y mide la probabilidad de que dos individuos, al ser extraídos al azar del grupo total, pertenezcan a la misma especie; por lo que un valor cercano a cero se interpretaría como una riqueza alta mientras que un resultado cercano a uno se interpreta como una riqueza baja.

Al igual que el índice de Shannon, este índice puede tener doble interpretación, tal cual lo presenta Figueroa (2014, como se citó en Gotuzzo, 2018) por lo que se hace necesario que su resultado se acompañe de un índice de equidad, ver tabla 5.

**Tabla 5**

*Rango y característica del índice de diversidad de Simpson*

<b>Rango</b>	<b>Característica</b>
0 - 0.5	Muy baja diversidad o muy alta dominancia
> 0.5 - 0.7	Baja diversidad o alta dominancia
> 0.7 - 0.8	Diversidad y dominancia media
> 0.8 - 0.9	Alta diversidad o baja dominancia
> 0.9 - 1	Muy alta diversidad o muy baja dominancia

Fuente: Ramírez (2005, como se citó en Gotuzzo, 2018)

### **2.2.5. Indicadores biológicos**

Karr & Chu (2011) explican los inconvenientes de la evaluación hidro química que han llevado a la adopción de métodos biológicos para analizar la calidad ambiental, tanto en ríos como en humedales, si bien, son reconocidas la importancia y la complementariedad de indicadores hidro químicos y bióticos.

Las comunidades biológicas reflejan las condiciones físicas, químicas y bióticas del ecosistema acuático, ya que integran y acumulan los efectos de diferentes tipos de presiones, actuando como buenos indicadores de impacto al mostrar una medida ecológica de la fluctuación de las condiciones ambientales (Karr & Chu, 2011). Además, cuando los criterios para valorar los impactos ambientales son difíciles de establecer, los efectos sobre la biota constituyen. generalmente el estadio final de la degradación y contaminación del ecosistema acuático (Ortega, Martínez, & Padilla, 2003).

#### **2.2.5.1. Aves**

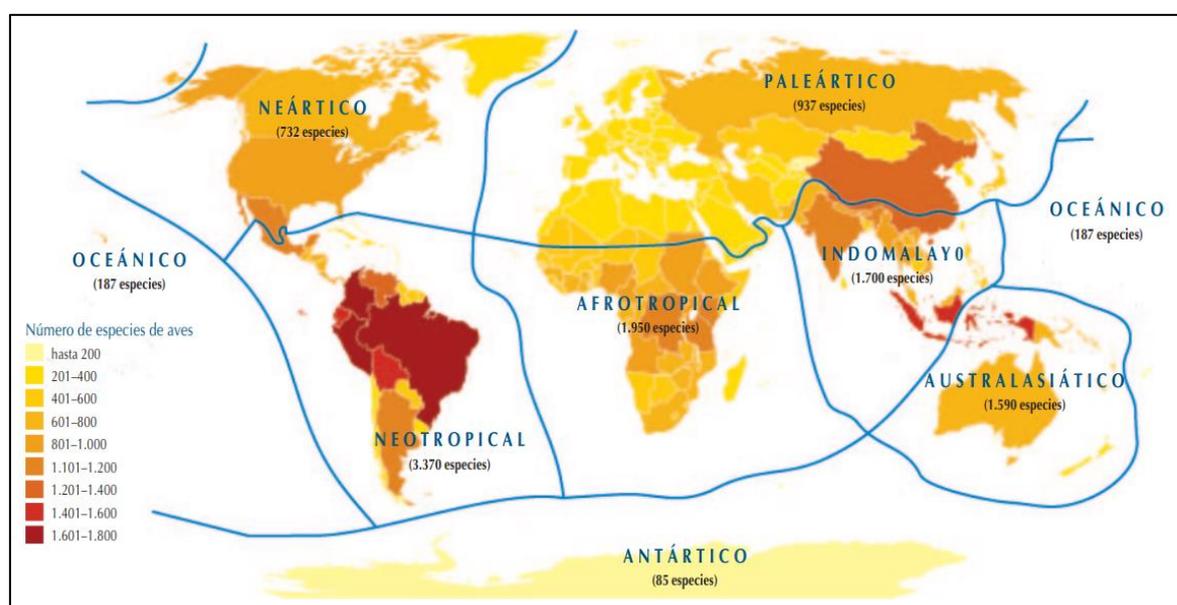
Las aves existen en tierra, mar y agua dulce, y prácticamente en todos los hábitats, desde los desiertos más bajos hasta las montañas más altas. Los conocimientos que poseemos sobre las aves nos pueden dar una idea clara del

estado de la biodiversidad y el mundo en general. Los patrones de diversidad de aves son dirigidos por factores biogeográficos fundamentales, en donde los países tropicales (sobre todo en Sudamérica) son los que albergan la mayor riqueza de especies (BirdLife International, 2018).

Es necesario tener en cuenta que nuestro país se encuentra en la zona donde hay mayor concentración de aves en el mundo, ver figura 6.

### Figura 6

Distribución de las aves del mundo según el ámbito geográfico.



Fuente: BirdLife International, 2018

Las aves son una clase de vertebrados de sangre caliente, ovíparos, caracterizados principalmente por poseer plumas, los miembros superiores modificados en alas y los huesos huecos, todas ellas, adaptaciones para el vuelo (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

Las aves juegan un papel muy importante dentro del ambiente, debido a que cada especie tiene una función específica que cumplir. Por ejemplo, los colibríes (*Trochilidae*) y mieleros (*Thraupidae*) transportan el polen de algunas flores para que estas plantas puedan reproducirse, los frugívoros distribuyen las semillas para que crezcan en diferentes lugares y expandir así su distribución en determinadas áreas y contribuyen de esta manera a la regeneración natural de los bosques y a la dispersión de semillas (Martínez, DeClerck, Florian, & Estrada, 2016). Por otro lado,

también son importantes para la investigación, siendo muchas de ellas indicadoras de la calidad o estado de conservación de ciertos hábitats.

Las aves del Perú han sido estudiadas desde el año 1779, fecha en la cual se registra la primera recopilación sistemática sobre aves peruanas realizada al norte del Perú (Trujillo) por el Obispo Baltazar Jaime Martínez Compañón y Bujanda. Desde allí, numerosos investigadores como Dessaline d'Orbigny, Francis-Louis de Castelnau, Antonio Raimondi y más recientemente John P. O'Neill, Theodor A. Parker III, Thomas S. Schulenberg, Douglas F. Stotz y Daniel Lane; entre otros, han ido contribuyendo con el conocimiento de las aves en el Perú y han destacado su importancia (Franke, 2007).

### **A. Estudio de las comunidades de aves**

El estudio de las comunidades de aves contribuye con valiosa información en la caracterización de las unidades geográficas, para desarrollar trabajos en “políticas de conservación y manejo de ecosistemas”. El conocimiento de la biología como la reproducción, dieta, migración y otros; así como su ecología, llámese la riqueza, estructura y grados de cambio en gradientes ecológicos, permite de manera rápida y confiable conocer el estado de conservación de los hábitats (Osorio B. , 2019).

Según Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker (2010) “las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza y así caracterizar los ecosistemas y los hábitats en que residen, algunas de estas características son el tener comportamiento llamativo, identificación rápida y confiable, fáciles de detectar y son el grupo animal mejor conocido”.

### **B. Método de muestreo de las aves**

“El método de conteo por puntos es el principal método de monitoreo de aves terrestres usado en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos. En los censos por puntos, el observador permanece en un punto fijo, al que se le puede agregar un radio fijo de observación para mejorar los registros dentro y fuera del área estimada y tomar nota de todas las aves observadas o escuchadas, en un área limitada o

ilimitada durante un periodo de tiempo determinado. El censo puede efectuarse una o más veces desde el mismo punto” (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

El muestreo de aves por esta técnica, se le puede agregar otra técnica de búsqueda intensiva, para incorporar mayores registros de aves en forma general. Ambas técnicas requieren técnicas básicas como empezar a observar aves desde la salida del sol hasta 4 horas después, ya que durante este periodo las aves están más activas, muestrear a lo largo de todo el año para registrar especies residentes y migratorias y no muestrear cuando la neblina sea muy densa, cuando llueva o cuando la temperatura sea extrema. Fijar el radio del punto de conteo depende de la disposición de los puntos en una unidad de muestreo y de la zona de estudio, que puede presentar hábitats cerrados o hábitats más abiertos donde los registros demandan mayores esfuerzos, por lo que se recomienda un radio de 50 metros en puntos distribuidos en cuadrículas de censado (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

El periodo de conteo dentro de la superficie circular, normalmente suele estar entre 5 minutos y 10 minutos, aunque en específico se recomienda que el periodo de censado debe ser de 5 minutos, si el tiempo de desplazamiento entre puntos es inferior a 15 minutos, y de 10 minutos si el tiempo de desplazamiento supera los 15 min. Si el censo es meramente de inventario y se efectúa en sólo unos pocos puntos, 10 min por punto serán apropiados (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

La separación entre puntos de conteo debe guardar ciertas distancias para evitar la repetición en los registros de las aves, siendo este del valor mínimo de 250 metros (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996)

### **C. Tamaño de la unidad muestral**

“El tamaño de la unidad muestral, que constituye la unidad básica de análisis, está relacionado con el área mínima de una comunidad, que surge del criterio que, para toda comunidad, existe una superficie, por debajo de la cual, esta no puede expresarse como tal; por lo que, para obtener una unidad muestral representativa, se debe conocer el área mínima de expresión del elemento de estudio” (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

En una unidad muestral, el registro del número especies suele ser pequeño, mientras que a medida que se incrementa el área de estudio, el número de

especies también incrementa; primero bruscamente y luego cada vez con más lentitud, hasta llegar a un momento, donde el registro de especies nuevas en las consecutivas unidades experimentales es muy bajo o nulo (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

El procedimiento, para determinar el área mínima consiste en tomar una unidad experimental pequeña y contar el número de especies, luego se va duplicando el área, y contando las nuevas especies encontradas y así sucesivamente, se repite la operación hasta presenciar que el número de especies nuevas disminuye al mínimo. Posteriormente se realiza la gráfica de especies – área, en función de la superficie de la unidad de muestreo (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996).

#### **2.2.5.2. Aves acuáticas**

De acuerdo al Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC, (2013), las aves acuáticas pertenecen a diferentes órdenes y diversas familias de aves, las que incluyen patos, gansos, garzas, chorlitos, playeros, entre otros estas son tanto aves marinas como de estuarios y de agua dulce, y hay especies que pueden moverse entre los tres ambientes.

Muchos aspectos ecológicos de las aves acuáticas han hecho que sean utilizadas como bioindicadores. Las aves acuáticas han demostrado en varios países, donde han sido utilizadas como bioindicadores ya que muestran variaciones ambientales tanto a corto (meses) como a largo plazo (años), tanto a nivel de especie como a nivel de comunidad. Hay algunas especies que indican áreas de alta diversidad, y otras que son utilizadas para medir cambios ambientales (Green & Figuerola, 2003).

Así mismo muchas especies son depredadores superiores, y como muchos contaminantes, son a menudo acumulados a través de la cadena trófica, tales especies son utilizadas como indicadores de los cambios que ocurren en los niveles más bajos de la cadena. El uso de las aves como bioindicadores de cambios ambientales se fundamenta en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectados por una gran variedad de factores. Además, son relativamente fáciles de identificar, ya que existen varias guías ilustradas a nivel nacional. El monitoreo no es complicado, ya que la mayoría son gregarias, fácilmente visibles, se perturban con facilidad cuando las condiciones no son

apropiadas; también conviene que son atractivas al público en general, por lo que se puede lograr más fácilmente la participación ciudadana en el monitoreo (SINAC, 2013).

### **2.2.5.3. Principales aves de la zona de estudio**

#### **A. *Fulica gigantea* (Gallareta gigante)**

Común en los lagos andinos 3900 – 4600 msnm, los enormes adultos aparentemente no vuelan Longitud: 65 cm. Pico rojizo con punta amarilla. Escudete amarillo con zona central blanquecina. Patas rojas. Cabeza y cuello negro. Resto del cuerpo gris pizarra oscuro. Diurna y nocturna. Se alimenta principalmente en la superficie del agua; menos frecuente en el suelo de la orilla. Construye balsas grandes de plantas acuáticas para su nido. Habita en lagunas y lagos de agua dulce altoandinos, principalmente del altiplano y laderas adyacentes; puede estar localmente abundante en época reproductiva; construye el nido en vegetales acuáticos, formando una gran plataforma (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **B. *Gallinula chloropus* (Polla de agua)**

Esta ave es muy común en Sudamérica, está adaptada a la costa, sierra e incluso a la Amazonia. Se alimenta mientras nada. Superficialmente similar a una gallareta pequeña, pero de porte más ligero y, cuando nada, mantiene la cola más arriba del cuerpo. En todas las edades presentan una línea blanca a los dos lados del cuerpo. El canto es un cacareo áspero, que se desacelera y desciende en tono. Llamadas un “¡PIIK!” agudo (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **C. *Fulica ardesiaca* (Gallareta andina)**

Es la gallareta más común y ampliamente distribuida; en casi toda la costa y los Andes, en pantanos y lagos. Se congregan en bandadas. Plumaje gris tiznado, con muy poco o nada de blanco en las subcaudales. Una sola combinación de color de pico y escudo, se suele ver más aves con escudo castaño y pico amarillo. Juvenil gris claro con pico apagado. “tics” secos de llamada (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **D. *Rollandia rolland* (Zambullidor pimpollo)**

Ampliamente distribuido en la costa y los Andes, por encima de 3200 msnm, los adultos tienen la cara clara que contrastan con el resto de la cabeza y el cuello. Juvenil sin mechones blanquecinos en mejillas y con líneas blanquinegras en los lados de la cara. Apparently el canto es una serie de gemidos (rara vez oído) (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **E. *Oxyura ferrugínea* (Pato rana)**

Bastante común en los Andes y en la costa, 2800 - 4500 msnm, relativamente corpulento y cuello grueso. El macho es el único pato de pico azul brillante y cabeza negra común y de amplia distribución; hembra muy opaca; reconocida mejor por la forma característica del cuerpo. Usualmente silencioso. La llamada del macho durante la exhibición es una serie con ritmo similar a un motor de dos tiempos que termina en un graznido (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **F. *Anas cyanoptera* (Pato colorado)**

Común en pantanos costeros, al menos hasta Lambayeque en el norte. También común en lagos y pantanos en el sur de los Andes, 3200 – 4400 msnm, pero visitante raro en el lago Junín. Tamaño mediano. Macho castaño en plumaje alterno inconfundible con motas y listas negras; algunos tienen motas negras dispersas en los flancos. La hembra es el pato marrón rojizo de pico negro más común; macho “eclipse” similar pero más bermejo y con iris rojo (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **G. *Anas puna* (Pato puna)**

Común y ampliamente distribuido en los Andes, 3000 – 4600 msnm, en lagos y pantanos; divagante raro en la costa. Gregario. Notar pico azul brillante, birrete oscuro y mejillas y garganta blancas. Llamada compuesta por prolongados graznidos quejumbrosos (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **H. *Anas flavirostris* (Pato sutro)**

Ampliamente distribuido en los Andes, por encima de los 2800 msnm, en lagos, ríos y pantanos; también divagante raro en la costa. Pequeño de color

marrón grisáceo, el pico es amarillo con línea longitudinal negra al medio, las patas son de color café amarillento. Las llamadas incluyen un claro silbido ascendente (macho) y graznidos (hembra) (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

### **I. *Anas geórgica* (Pato jerga)**

Bastante común en los lagos y pantanos de los Andes, 3200 – 4400 msnm; residente local en la costa sur y divagante raro en la costa central y norte. Se encuentran en bandadas pequeñas. Cuello largo y esbelto y cola relativamente larga y puntiaguda. Fácilmente reconocible por su forma, cabeza pálida y pico amarillo. Las llamadas incluyen un gorjeo corto a manera de campana (macho) y un graznido bronco gruñón (hembra) (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010).

#### **2.2.5.4. Aves como bioindicadores**

Eisermann (2006), expresa que las aves han sido identificadas como organismos adecuados para ser utilizados como indicadores biológicos o biomonitores de los cambios ambientales en los diferentes tipos de hábitats que existen. En el caso de las aves acuáticas, esto se fundamenta en que debido a su posición en la cadena trófica éstas se verán afectadas por una gran variedad de factores, tales como la pérdida de hábitat dada por la desecación y degradación de los humedales, así como las diferentes condiciones físicas de los humedales.

En principio, las aves acuáticas pueden servir como bioindicadores en distintas escalas, y su eficacia como tal dependerá en parte en la escala utilizada. En escalas mayores (nacional o regional, por ejemplo, correspondiendo con distintas poblaciones biogeográficas de aves migratorias), se detectan declives en algunas poblaciones de aves acuáticas que parecen explicarse por la pérdida de hábitat (desecación y degradación de humedales) (Green & Figuerola, 2003).

Parra (2014), explica que los bioindicadores son organismos vivos utilizados para evaluar la calidad ambiental de ecosistemas mediante la estimación de los niveles de exposición de contaminantes, y su abundancia y biodisponibilidad. Usualmente se utilizan organismos como indicadores de bioacumulación, ya que reflejan la distribución de los contaminantes en los diferentes niveles de las cadenas tróficas, así como sus efectos finales en ellas en los ecosistemas. Existen

ciertas características con las que deben contar los organismos, para poder ser consideradas como bioindicadores.

Osorio, señalan que las aves son barómetros biológicos muy eficientes que, con su presencia o ausencia, indican la calidad ambiental en áreas naturales, rurales o urbanas. Un ave que deja de observarse en un parque o en una ciudad, indica el deterioro ambiental del parque o de la ciudad (Osorio & Molina, 2009).

Por su diversidad y movilidad las aves pueden decirnos mucho acerca de los cambios ambientales; la disminución de las especies o sus poblaciones, indica deterioros en el ambiente (BirdLife International, 2018).

### **2.2.6. Indicadores fisicoquímicos**

Las características de los indicadores fisicoquímicos de las aguas han sido utilizadas tradicionalmente como indicadores para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos, existiendo una amplísima bibliografía al respecto y numerosos índices de calidad más o menos utilizados en la actualidad.

Las características hidro químicas resultan de las complejas interrelaciones entre los componentes físicos y bióticos del sistema natural y la presión antrópica, por lo que es difícil establecer su calidad y valores de referencia (Karr & Chu, 2011).

No reflejan bien los impactos relacionados con vertidos puntuales, alteraciones físicas del propio humedal o la introducción de especies exóticas. Por tanto, la utilización exclusiva de indicadores hidro químicos no proporciona una buena información sobre la integridad del ecosistema acuático (Alba, 1996).

#### **2.2.6.1. Análisis fisicoquímicos**

##### **A. Fosfato ( $P_4^{3-}$ )**

Los fosfatos son las formas de fósforo más asimilables por las plantas acuáticas (macrófitas), algas y bacterias, que los usan en la síntesis de materia orgánica. Son liberados de los sedimentos hacia la columna de agua cuando se produce anoxia en la zona más profunda. Bajos niveles de fosfatos pueden indicar un agotamiento del nutriente debido a una elevada actividad biológica. La absorción del fosfato por los organismos acuáticos es estimulada por la presencia de luz (González, 2012).

Un aumento del fosfato en el medio acuático está asociado con diversas actividades humanas, principalmente el uso de fertilizantes, vertidos de detergentes domésticos comunes (que son ricos en fosfatos), industriales y pecuarios, este aumento generalmente provoca una floración de algas y cianobacterias potencialmente nocivas (González, 2012).

## **B. Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )**

Sigler & Bauder (2012), señalan con relación a los iones nitratos y nitritos como compuestos solubles conformados molecularmente por nitrógeno y oxígeno. En el ambiente, el nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) generalmente se convierte a nitrato fácilmente ( $\text{NO}_3^-$ ), lo que significa que el nitrito raramente está presente en aguas subterráneas. El nitrato es esencial en el crecimiento de las plantas. Por esta razón su uso predominante es como fertilizante y se produce en grandes cantidades industrialmente.

Si bien es cierto, estos compuestos forman parte del ciclo natural del nitrógeno, las actividades humanas incrementan sus niveles principalmente en el suelo, y es debido a su solubilidad en agua, por lo que llega a alcanzar concentraciones importantes en ríos o lechos profundos. Se puede hablar entonces de que existen dos tipos de fuentes de contaminación de las aguas naturales por compuestos nitrogenados: la contaminación puntual y la dispersa. El primer caso se asocia a actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas, y lixiviación de vertederos, entre otros), mientras que, en la contaminación dispersa o difusa, la actividad agronómica es la causa principal (Smith & Smith, 2014).

Las principales rutas de ingreso de nitrógeno a las masas de agua son a través de aguas residuales industriales o municipales, por tanques sépticos o descargas de corrales ganaderos, residuos animales (incluyendo aves y peces) y también por las descargas de la emisión de gases de vehículos (Salcedo, Artica, & Trama, 2013)

## **2.2.6.2. Análisis de indicadores de contaminación bioquímico**

### **A. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La DBO, es la cantidad de oxígeno disuelto (OD) en mg/L, que se requiere para estabilizar (degradar) la materia orgánica de una muestra por la acción bioquímica aeróbica de microorganismos en condiciones determinadas: 5 días, 20°C. Esta demanda de OD la ejercen tres clases de materiales: carbonatos, nitrogenados y ciertos compuestos químicos reductores (Lermann, Gilli, & Eliggi, 2016).

La prueba de DBO mide la cantidad de oxígeno requerido para la respiración de los microorganismos responsables de la estabilización u oxidación de la materia orgánica a través de su actividad metabólica en medio aerobio. La DBO es la demanda bioquímica de oxígeno que tiene un agua. Es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra (González, 2012).

## **2.2.6.3. Microorganismos presentes en el medio acuático**

### **A. Coliformes Termotolerantes**

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004).

La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Vivas, Tosic, & Espinosa, 2012).

García & Lannacone (2014) señalan que es un grupo de bacterias que pertenecen a la familia enterobacteriácea y tienen una característica principal, que

es la capacidad que poseen para fermentar la lactosa con producción de gas y ácido. Estas bacterias habitan en el intestino de los animales y del ser humano, pero también se encuentran en otros hábitats, tales como el agua, el suelo, las plantas, la cáscara de huevo, etc.

### **2.2.7. Calidad ambiental**

Ministerio del Ambiente (2010) se puede definir el la “calidad ambiental como el conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos; y el conjunto de características (ambientales, sociales, culturales y económicas) que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región. Todo esto necesario para el mantenimiento y crecimiento de la calidad de vida de los seres humanos” (p. 3).

Ortega, Martínez, & Padilla (2003), señalan que la calidad ambiental de un ecosistema es el conjunto de propiedades inherentes del mismo que nos permite compararlo con otros, en función de su estado de conservación. Esta calidad se puede apreciar desde distintas perspectivas relacionadas. Desde un punto de vista económico o productivo, puede estar referida a la calidad y cantidad de los recursos para el hombre que genera el ecosistema. Desde la perspectiva ecológica, la calidad vendría dada por el mantenimiento del estado de sus procesos y funciones o, en definitiva, por su integridad.

A las distintas escalas, los componentes ambientales que determinan las características funcionales y estructurales de los humedales son los factores climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, hidro químicos y bióticos. Por otra parte, la presión que ejercen los distintos usos del suelo y las actividades humanas sobre los humedales generan impactos derivados de cambios hidrológicos, alteraciones físicas, pérdida de calidad de las aguas y cambios bióticos (Ortega, Martínez, & Padilla, 2003).

Conesa (1997), señala que la Calidad ambiental es la calidad del medio físico o natural (contaminación del aire, agua, desechos, etc) y está en estrecha relación con la calidad de vida. Debe de contemplar la repercusión en el hombre que es perjudicado o beneficiado con cualquier impacto sobre el medio ambiente. La calidad ambiental se define de forma general como el estado del ambiente que se percibe objetiva o subjetivamente en

términos de las medidas de los componentes de ambos medios, tanto físico como socio económico.

### 2.2.8. Estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua

Los Estándares de Calidad Ambiental para agua, actualmente aprobados mediante el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM (Congreso de la República del Perú, 2017), establecen el nivel o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpos receptores, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. Según el parámetro particular al que se refiera, la concentración o grado podrá expresarse en máximos, mínimos o rangos.

Según, el uso del agua en el área donde se desarrolló la investigación se encuentra en la Categoría 4 (conservación del ambiente acuático), Sub Categoría E1 (lagos y lagunas), el cual presenta sus respectivos Estándares de Calidad Ambiental.

**Tabla 6**

*ECA agua - categoría 4 (conservación del ambiente acuático) – sub categoría E1 (lagunas y lagos)*

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	E1: LAGUNAS Y LAGOS
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	5
Fosfatos (P <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.035
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000

Fuente: D.S. N°004-2017-MINAM Congreso de la República del Perú (2017)

### **2.2.9. Índice de calidad ambiental**

Para definir el índice de calidad relacionado al valor de un determinado parámetro primero se ha de establecer la función de transformación representando en el eje de las abscisas el valor del parámetro ambiental medido y en el eje de las ordenadas, los valores del índice de calidad el cual se encontrará, por convención, entre cero y uno donde cero es considerado como la situación menos favorable mientras que un valor de uno representará la situación más óptima (Cotán & Pinto, 2007, como se citó en Gotuzzo, 2018).

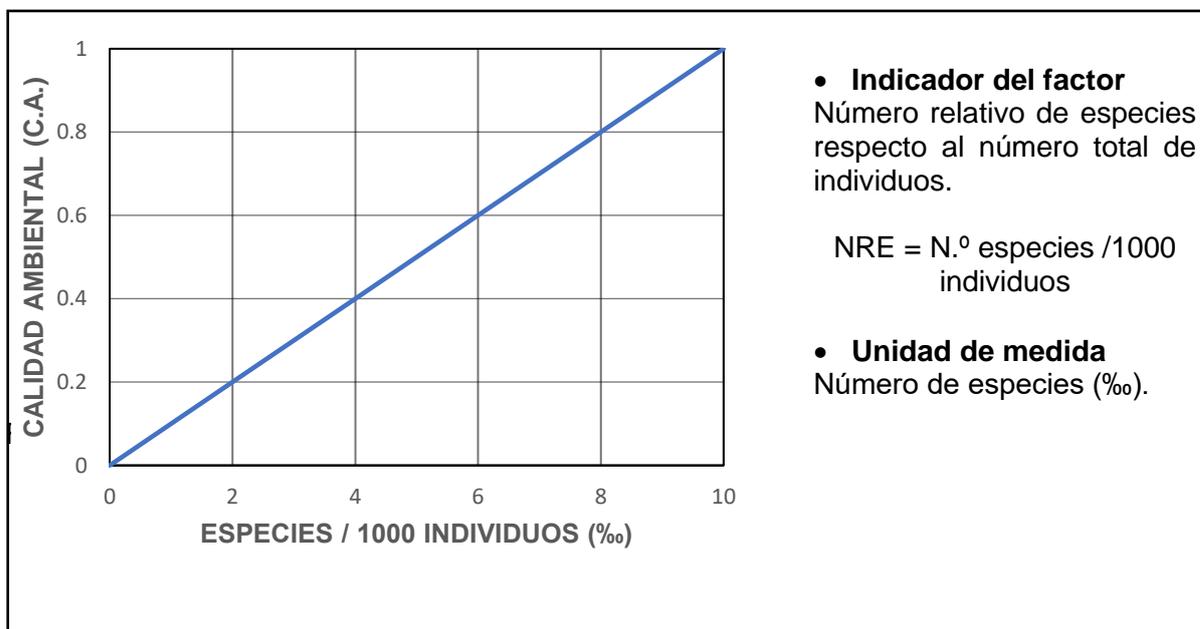
Ciertamente, “algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras otros emplean conceptos de valoración calificativos, tales como excelente, muy bueno, regular, deficiente, nulo, etc.” (Conesa, 1997).

Según Conesa (1997), la función de transformación relaciona la magnitud de un factor ambiental y la calidad ambiental, expresando esta última en función de aquella; el concepto de función de transformación, transforma variables no comparables, en otras unidades de calidad ambiental homogéneas y comparables entre sí.

En ordenadas se sitúa la calidad ambiental, en el caso de que la función mida calidades ambientales absolutos, o bien la variación de la calidad ambiental en el caso de que la función represente variaciones de calidad entre diferentes estados del medio (inicial, final, después de introducir medidas correctoras, entre otros). Los factores ambientales positivos o beneficios, cuya presencia mejora la calidad del medio, presentan funciones directas, con pendiente positiva (Conesa, 1997).

**Figura 7**

*Escala de valoración de la calidad ambiental*



Para obtener la escala del eje X, se aplica la siguiente fórmula:

**Figura 8**

*Valoración del eje X en la calidad ambiental*

$$\frac{(N^{\circ} \text{ especies} * 1000 \text{ individuos})}{N^{\circ} \text{ Individuos}} = X$$

Fuente: Conesa, 1997

Para encontrar el valor del eje Y (C.A.), solo proyectamos el valor de x sobre la recta para evaluar la calidad ambiental, mediante la ecuación lineal:

**Figura 9**

*Valoración del eje Y en la calidad ambiental*

$$Y = 0.1X$$

Fuente: Conesa, 1997

Dichos valores se obtendrán para cada punto de muestreo para luego hallar el promedio.

La escala de valoración de la calidad ambiental según la metodología elaborado por Batelle – Columbus para biodiversidad de aves. Donde en una gráfica; en el eje de las ordenadas (Y) se estima la calidad ambiental que va desde cero (0) hasta uno (1), “0” representa una calidad baja, “1” representa una calidad alta y 0,5 una calidad media; que supone valores donde se expresa un estado mínimo admisible, de tal forma que valores por debajo de este comprometen la homeostasis del ecosistema; mientras que en el eje de las abscisas (X) se localiza al número de especies por mil individuos (Gomez, 2014).

Para Pacori (2014), los criterios de evaluación son:

- Las funciones de transformación relacionan la magnitud de un factor ambiental y la calidad ambiental, expresando la calidad ambiental en función del factor ambiental considerado.
- El valor de cada parámetro resulta de la distribución relativa de 1000 unidades asignadas al total de parámetros, que representan un medio ambiente de calidad óptima.

#### **2.2.10. Convenio de diversidad biológica**

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible. La conservación de la diversidad biológica es un interés común de toda la humanidad (Decenio de las naciones unidas sobre la biodiversidad, 2020).

El CDB cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. También cubre la biotecnología a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación hasta la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más (Decenio de las naciones unidas sobre la biodiversidad, 2020)

##### **2.2.10.1. Especies amenazadas**

Son aquellas especies que el futuro inmediato puede estar en peligro de extinción. En 1994 la Unión Internacional para la Conservación (UICN), adopto un

conjunto de reglas, las Categorías de Clasificación de Especies Amenazadas en las Listas Rojas y en los Libros Rojos de Datos de la Unión Mundial para la Naturaleza (SERFOR, 2018).

Muchas especies están en camino de extinguirse por la pérdida y modificación de sus hábitats, introducción de especies foráneas y por presión directa a las especies. Esta pérdida de la diversidad biológica es una de las crisis más apremiantes del mundo y la preocupación sobre el estado de los recursos biológicos, de los cuales depende significativamente la vida (SERFOR, 2018).

Una especie amenazada es aquella que presenta problemas de conservación (amenazas) que significa riesgo de extinción en el mediano plazo (al menos 10% de probabilidad de extinción en 100 años). Por este motivo, estas especies han sido incluidas o listadas en alguna de las categorías de conservación que significan amenaza. Esas listas son conocidas frecuentemente como Listas de Especies Amenazadas. Lista de Especies con Problemas de Conservación o Lista Rojas (SERFOR, 2018).

Conocer el estado de conservación, o el riesgo de extinción de las especies, posee relevancia mundial y nacional, esto permite enfocar o dirigir los esfuerzos de conservación, facilitando la gestión de fondos y programas de investigación; protección y/o recuperación; y la propuesta de medidas de regulación necesarias (Ministerio del Ambiente, 2015)

#### **2.2.10.2. Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)**

La Lista Roja de IUCN es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo. Mucho más que una lista de especies y su estado, es una poderosa herramienta para informar y catalizar acciones para conservación de biodiversidad y cambios de políticas, que son críticos para proteger los recursos naturales que necesitamos para sobrevivir. Provee información acerca de distribución, tamaño poblacional, hábitat y ecología, uso y/o tráfico, amenazas, y acciones de conservación que ayudarán a brindar información para decisiones de conservación necesarias (IUCN, 2019).

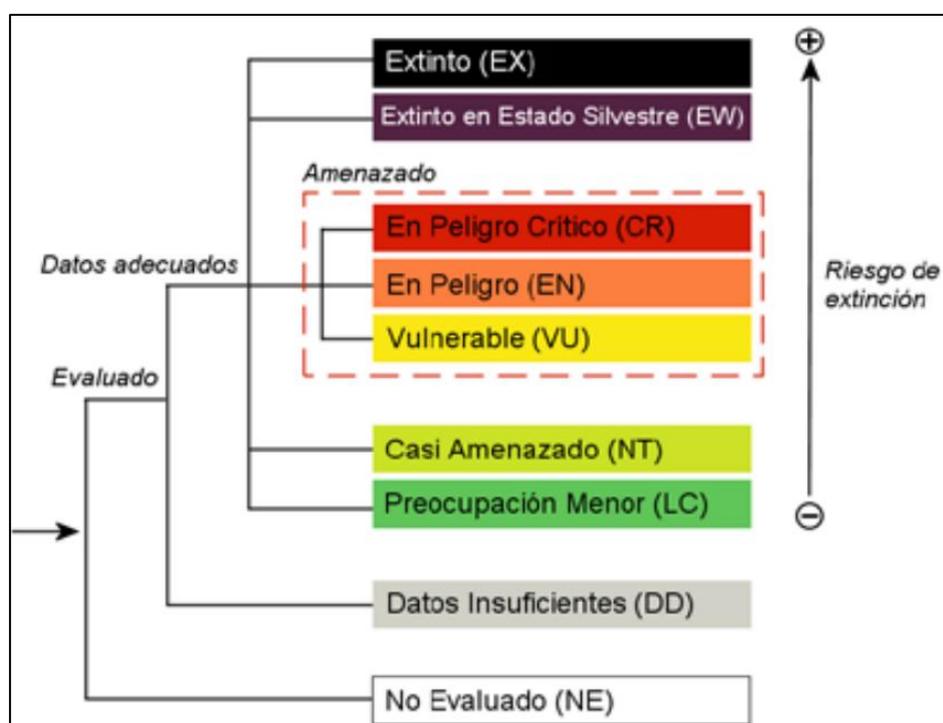
Existen nueve categorías en el sistema de la Lista Roja de la IUCN. La clasificación para las categorías de las especies amenazadas, se basan a través de

un conjunto de cinco criterios, estos criterios están basados en factores biológicos relacionados con el riesgo de extinción, e incluyen; tasa de disminución, tamaño de la población, área de distribución geográfica, y grado de fragmentación de la población y la distribución (IUCN, 2012).

El objetivo general de la Lista Roja es transmitir la urgencia y magnitud de los problemas de conservación al público y a los encargados de tomar decisiones, y motivar a la comunidad mundial a tratar de reducir la extinción de las especies (SERFOR, 2018).

**Figura 10**

*Estructura de las categorías de las especies amenazadas*



Fuente: IUCN, 2012

### 2.2.10.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)

La CITES es un acuerdo internacional concertado bajo adhesión voluntaria entre países. Tiene como finalidad mantener la sostenibilidad de las especies de flora y fauna silvestre, de tal forma que el comercio internacional de estas no constituya una amenaza para su supervivencia (Ministerio del Ambiente, 2017).

Actualmente está constituida por 183 países miembros conocidos como “Partes”, los cuales tienen la obligación de aplicar los lineamientos de comercialización de las especies que establece la CITES. Esta convención entró en vigencia el 1 de julio de 1975 y el Perú forma parte de ese mismo año (Ministerio del Ambiente, 2017).

Las especies comprendidas en la CITES aparecen en una lista control que se actualizan cada dos años; distribuidos en anexos o apéndices:

- Apéndice I; incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies se permite solamente en circunstancias excepcionales.
- Apéndice II; incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia.
- Apéndice III; contiene las especies que están protegidas al menos en un país, y que han solicitado a otras partes de la CITES ayuda para controlar su comercio.

Las especies que no figuren en ninguna categoría, el comercio de estas especies no está regido por la CITES y no exige control; en caso que figure en la lista, se permite el comercio exterior solamente cuando la autoridad administrativa de la convención emite un permiso (Ministerio del Ambiente, 2017).

En Perú de acuerdo al Decreto Supremo N°030-2005-AG (Congreso de la República del Perú, 2005) y su modificatoria, Decreto Supremo N°001-2008-MINAM (Congreso de la República del Perú, 2008), el MINAG (ahora MINAGRI) es la autoridad administrativa CITES para los especímenes de las especies de fauna y flora silvestres incluidos en los apéndices I, II o III de la Convención, que se reproducen en tierra incluyendo toda la clase anfibia y la flora acuática emergente. Asimismo, el Ministerio de la Producción (PRODUCE) es la autoridad administrativa CITES para los especímenes de las especies hidrobiológicas marinas y continentales incluidas en los apéndices I, II o III de la Convención.

#### **2.2.10.4. Categoría de especies amenazadas de fauna silvestre**

El Ministerio de Agricultura y Riego por Decreto Supremo N°004 - 2014 – MINAGRI (Congreso de la República del Perú, 2014), resuelve aprobar la actualización de la lista de actualización de la lista de clasificación sectorial de las especies amenazadas de fauna silvestre establecidas en las categorías de: peligro crítico; en peligro; y vulnerables. Así también incorporan las categorías casi amenazadas y datos insuficientes como medida precautoria para asegurar la conservación de las especies establecidas en estas categorías. Prohíbe la caza, captura, tenencia, comercio, transporte o exportación con fines comerciales de todos los especímenes, productos y/o sub productos de las especies amenazadas de fauna silvestre en el Perú.

Para la elaboración de la clasificación oficial de especies amenazadas de fauna silvestre en el Perú, se utilizaron como base los criterios y categorías de la UICN, la clasificación oficial del Perú consta de 535 especies: 124 mamíferos, 190 aves, 52 reptiles, 146 anfibios y 23 invertebrados, distribuidos indistintamente en las categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT) y Datos Insuficientes (DD) (Congreso de la República del Perú, 2014).

De acuerdo a la información brindada por el por el Decreto Supremo N°004 - 2014 – MINAGRI (Congreso de la República del Perú, 2014), las categorías de especies de aves amenazadas se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Categorías de especies de aves amenazadas, según el Decreto Supremo N°004 – 2014 - MINAGRI.*

CATEGORÍA	SÍMBOLO	NÚMERO DE ESPECIES DE AVES
En Peligro Crítico	CR	15
En Peligro	EN	29
Vulnerable	VU	78
Casi Amenazado	NT	68
Datos insuficientes	DD	0
TOTAL		190

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1. *Según la finalidad*

Básica, porque va a generar información acerca de la biodiversidad de aves en el humedal de Conococha esto es fundamental ya que busca el conocimiento de la realidad o de los fenómenos de la naturaleza, lo que permitirá contribuir a una sociedad más comprometida en la conservación de la biodiversidad.

##### 3.1.2. *Según el enfoque*

Descriptiva, porque busca observar y describir la biodiversidad de las aves en un determinado lugar, ya que se utiliza la observación cuantitativa, que ha permitido la recopilación objetiva de datos.

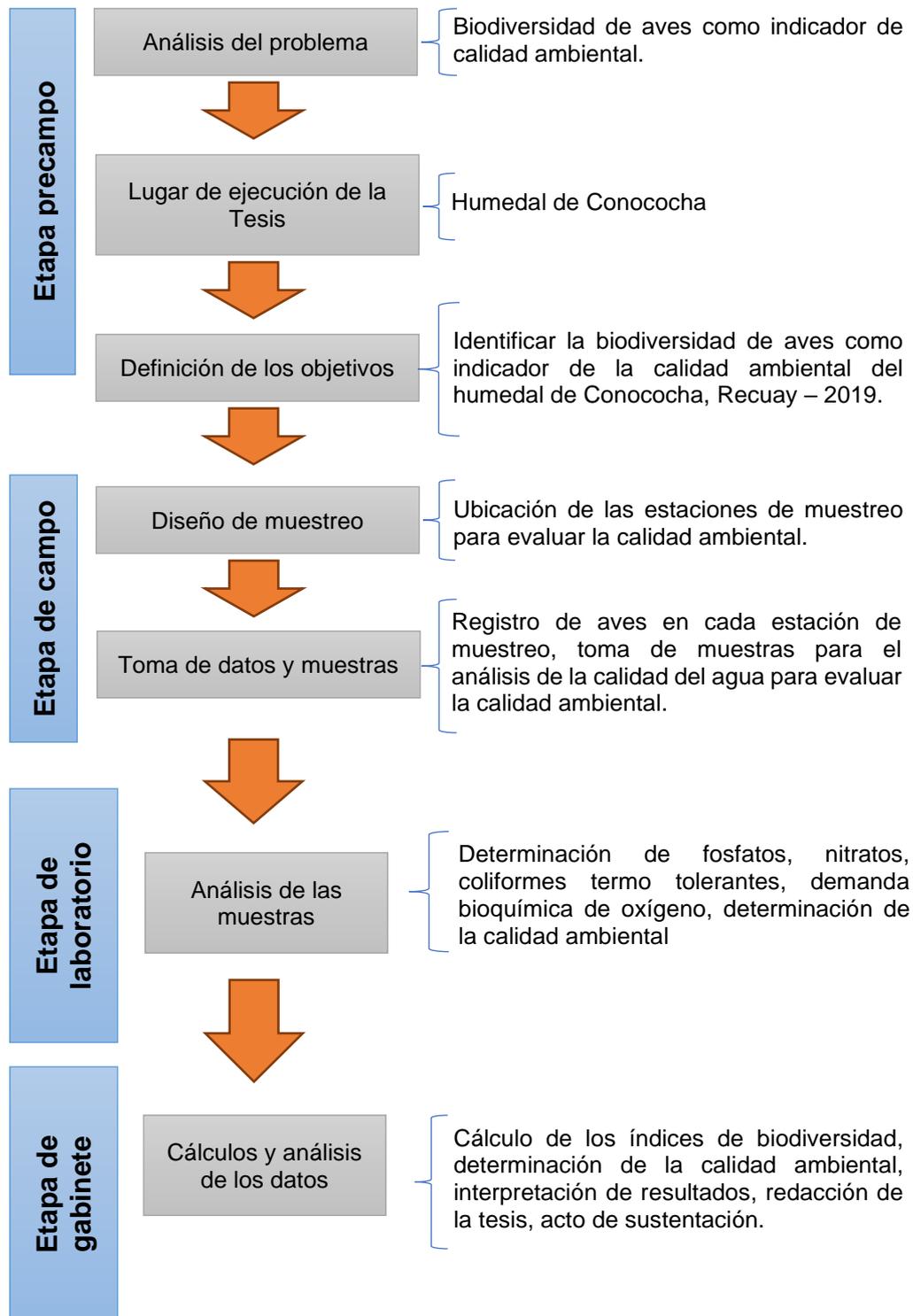
##### 3.1.3. *Según la temporalidad*

Longitudinal de Tendencia, porque estudia la distribución de las aves en periodos de tiempo, a la misma población, pero en distintos puntos de muestreo.

### 3.2. Diseño de la investigación

Figura 11

*Etapas del diseño de la investigación*



### 3.3. Técnicas de la investigación

#### 3.3.1. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio, el humedal de Conococha, se encuentra ubicada en el distrito de Cátac, provincia de Recuay, departamento de Ancash, con coordenadas UTM WGS 84, en la zona geográfica 18 S: 249732 E, 8879582 N situado en la vertiente hidrográfica del Pacífico, en las cuencas de los ríos Santa, Fortaleza y Pativilca

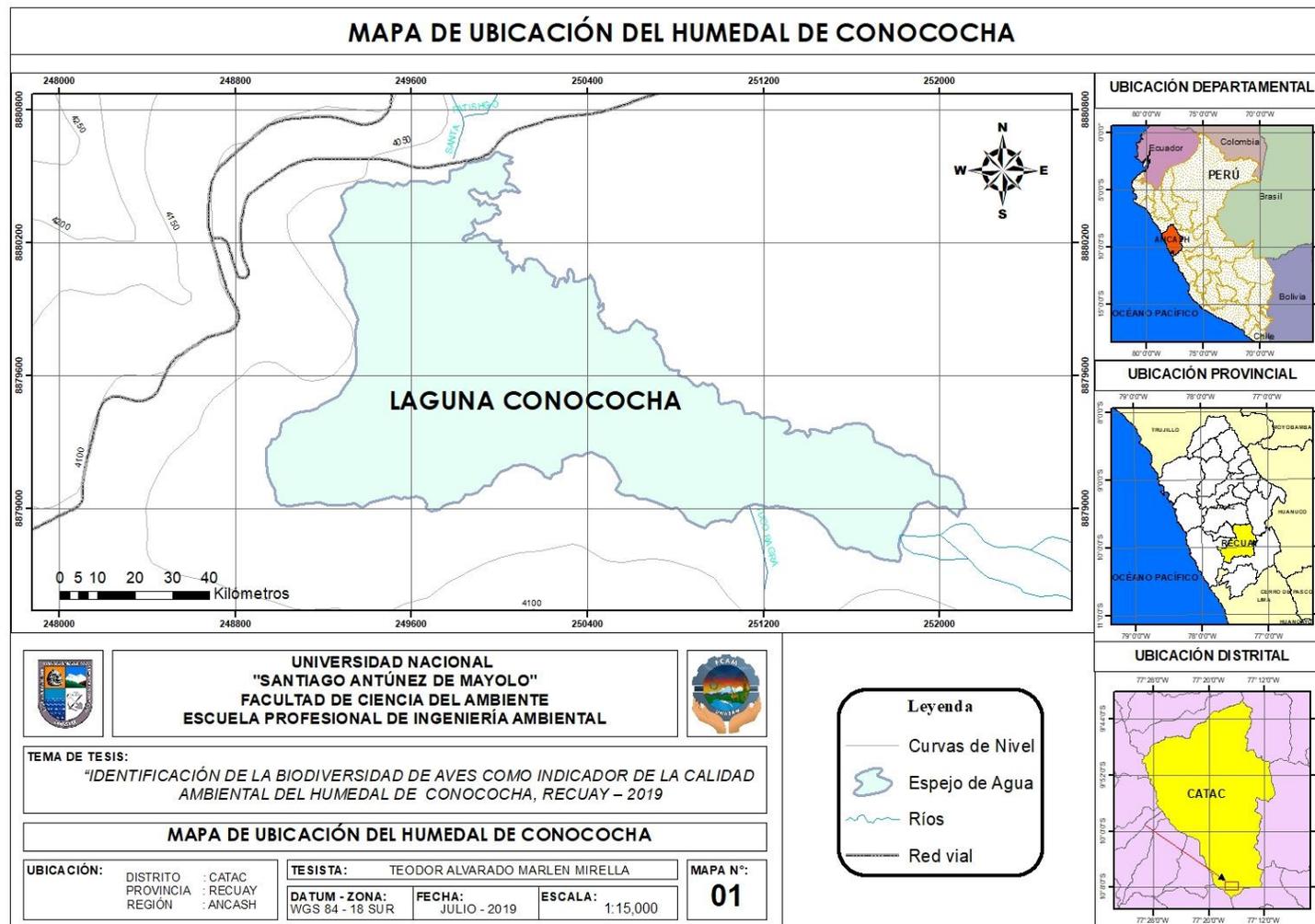
El humedal de Conococha se encuentran conformado por la laguna Conococha y ambientes húmedos adyacentes como bofedales y pastizales húmedos, la laguna presenta un amplio espejo de agua de 2.5 Km de largo por 1.0 km de ancho con un área aproximada de 250 hectáreas. Según la clasificación de recursos hídricos de DIGESA, R. D. N° 1152/2005/DIGESA /SA, la laguna Conococha se clasifica como cuerpo de agua Clase VI, aguas de preservación de hábitat para la flora y la fauna silvestre o para la pesca recreativa o comercial.

El área de estudio se encuentra en una planicie extensa, al lado oeste limita con una ladera de pendiente media y afloramientos rocosos, en la parte baja presenta pequeñas zonas pantanosas que forman bofedales, en el sector noroeste se puede evidenciar un canal que llega a la laguna y es usado por los pobladores para el lavado de prendas con diversos productos químicos además en el sector suroeste se encuentra un afloramiento de aguas termales el cual es usado por los pobladores para bañarse, de igual manera estas aguas llegan a la laguna, en el lado sur se encuentran canales que se originan en la parte alta permitiendo la formación de bofedales, con abundante materia orgánica en descomposición producto del pastoreo y acopio de residuos sólidos, en el lado norte el humedal limita con laderas de pendiente baja, los cuales son atravesados por una carretera, además se encuentra un dique de contención, en el lado este limita con planicies extensas pantanosas.

En la cuenca de Conococha existen tres unidades hidrográficas: unidad hidrográfica quebrada Tuco, unidad hidrográfica quebrada Seca y unidad hidrográfica quebrada Shacsha.

Figura 12

Mapa de ubicación del humedal de Conocochoa



### **3.3.2. Recopilación de la información**

- A.** La técnica empleada fue la observación sistemática del humedal de Conococha, realizando visitas previas a la recopilación de la información y evaluando los puntos claves para la selección de las estaciones de muestreo, así como para determinar el horario de mayor actividad de las aves, teniendo en cuenta lo siguiente:
- Accesibilidad peatonal que sean necesarias, de tal manera que permitieron obtener las muestras y su transporte.
  - Representatividad de la biodiversidad localizada en el espejo de agua.
  - Seguridad, las estaciones de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas.
- B.** Se empleó la técnica de recolección de información en campo, porque se tomaron los datos entre las 6 y las 10 am, se documentaron los hallazgos según los puntos de muestreo, se tomaron evidencias fotográficas y se llenaron las fichas de registro de aves para la evaluación de la comunidad de aves presentes en el humedal de Conococha.
- C.** Se empleó la técnica bibliográfica, porque se recopiló la información relacionada al tema de investigación, disponible en las bases de datos de los diferentes repositorios de las universidades y revistas científicas de investigación.

### **3.4. Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1. Población**

Está compuesto por el humedal de Conococha, habitado por las aves en estudio.

#### **3.4.2. Muestra**

Se identificaron las seis zonas de muestreo alrededor del espejo de agua del humedal de Conococha, por medio del muestreo probabilístico, puesto que todas las aves tienen la oportunidad de ser seleccionadas.

### 3.4.3. Muestreo

Se ubicaron los seis puntos de muestreo, teniendo en cuenta la accesibilidad, así como la presencia de vegetación acuática, estas estaciones fueron distribuidas de manera óptima con la finalidad de abarcar todo el humedal de Conococha, ver tabla 8 y figura 13.

**Tabla 8**

*Ubicación de los puntos de muestreo en el humedal de Conococha*

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
1	249258.8	8880157.3
2	249035.0	8879400.8
3	249681.8	8878988.7
4	250901.9	8878926.5
5	251002.2	8879630.7
6	250260.1	8880026.8

**Figura 13**

*Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en el humedal de Conococha*



### 3.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la colecta de datos

Se realizó la colecta de datos en los seis puntos de muestreo, en el horario programado de acuerdo a las técnicas ya mencionadas; los cuales a continuación expongo:

#### 3.5.1. Método para la determinación de la biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha

##### A. Técnica e instrumentos:

- **Técnica:** observación in-situ y trabajo en gabinete.
- **Instrumento documental:** guía de campo de aves del Perú, libreta de apuntes, y la ficha de registro de aves que se muestra en el Anexo A.
- **Instrumento operacional electrónico:** cámara fotográfica, GPS.
- **Instrumento operacional manual:** binoculares de 10 x 42 y guías de campo de aves del Perú (Schulenberg, Stotz, Lane, O'Neill, & Parker, 2010) y aves Conococha (Barrio, 2017); para la determinación de los nombres científicos de las especies se tuvo en cuenta la clasificación de South American Classification Committee, de igual manera se usó como referencia la guía de inventario de la fauna silvestre, aprobado con la Resolución N°057-2015 - MINAM (MINAM, 2015).
- **Instrumento digital:** se desarrollaron las fórmulas de los índices de biodiversidad en el programa Microsoft Excel, así como en el programa PAST (Paleontological Statistics; Estadísticas paleontológicas), que nos permitió calcular los índices de biodiversidad.

##### B. Procedimiento:

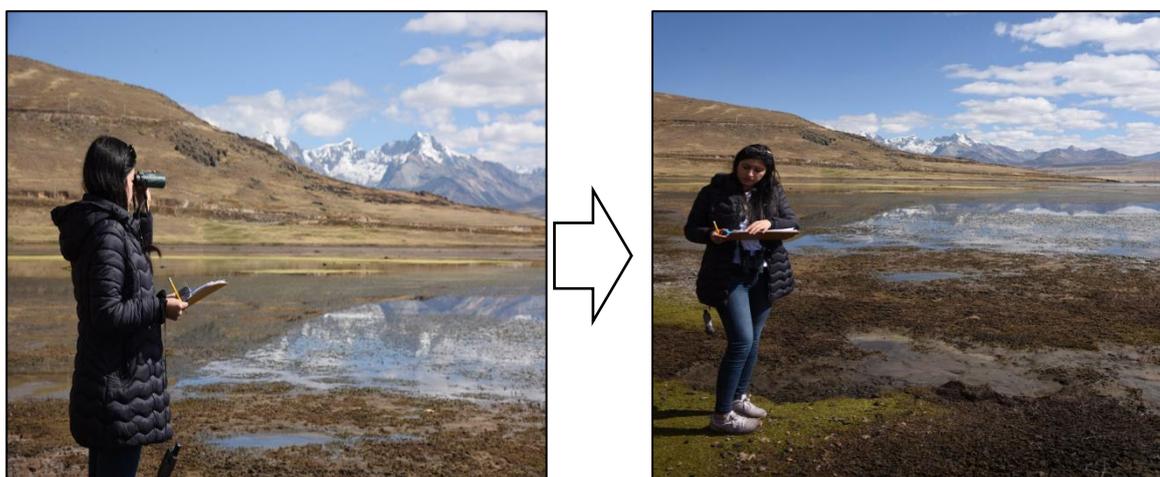
Para el censo de las aves se realizaron 02 visitas previas de reconocimiento de la zona de estudio para determinar los puntos estratégicos y el esfuerzo de muestro de muestreo tanto en el periodo de precipitación como el de estiaje, acorde a la densidad de aves, se estableció la metodología de “conteo por puntos” (Ralph, Geupel, & Pyle, 1996), para ello nos posicionamos en un punto fijo y se registró todas las aves vistas en un tiempo de 10 minutos, cuyo vuelo era en una sola

dirección; la distancia entre punto y punto de muestreo se estableció en 250 metros aproximadamente.

Antes de evaluar se dejó transcurrir cinco minutos al lugar a ser evaluado, por la posible perturbación que se originaría, los conteos por puntos se realizaron desde las 6:00 horas a 10:00 horas periodo en el cual las aves de hábitats acuáticas son más activas, ver figura 14.

### Figura 14

*Evaluación de aves a través de binoculares*



Posteriormente, se procedió a la tabulación, análisis y a la interpretación de los datos obtenidos por los programas digitales, de acuerdo a la aplicación de las fórmulas de los índices de biodiversidad y al protocolo de evaluación de la fauna silvestre.

#### **3.5.2. Método para conocer las características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha**

##### **A. Técnica e instrumentos:**

- **Técnica:** extracción de muestras in-situ.
- **Instrumento documental:** rotulados de muestras.
- **Instrumento operacional electrónico:** cámara fotográfica y GPS.

##### **B. Procedimiento:**

Se utilizó un pequeño bote facilitado por un poblador de la zona, en cada estación de muestreo determinada se procedió a tomar las muestras para los análisis de fosfatos, nitratos, DBO y coliformes termotolerantes, por lo que se emplearon frascos de plásticos de un litro, las mismas que estuvieron debidamente rotulados para cada estación de muestreo; siguiendo el protocolo de custodia para el traslado de las muestras de acuerdo al procedimiento de muestreo de agua superficial del Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, ver figura 15.

### Figura 15

*Recolección de muestras de agua del humedal de Conococha*



#### 3.5.3. *Método para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha*

##### A. Técnica e instrumento:

- **Técnica:** trabajo en gabinete.
- **Instrumento de evaluación:** se empleó la función de transformación para el parámetro de diversidad de especies (Conesa, 1997).

##### B. Procedimiento:

Se evaluó en función a la recta de tendencia para la diversidad especies.

### **3.5.4. Método para identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha**

#### **A. Técnica e Instrumento:**

- **Técnica:** trabajo en gabinete.
- **Instrumento legal:** se utilizó la lista roja del UICN, el listado de especies de la fauna silvestre CITES y el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI categoría de especies amenazadas de fauna silvestre.

#### **B. Procedimiento:**

Para identificar las categorías de conservación de aves se realizó una comparación según los instrumentos legales y la riqueza de especies de aves del humedal de Conococha.

### **3.6. Procedimiento para el procesamiento de datos y análisis estadístico de la información**

#### **3.6.1. Tratamiento de datos para evaluar la biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha**

Para evaluar la diversidad alfa de aves del humedal de Conococha se utilizó el siguiente conjunto de indicadores, ver tabla 9.

**Tabla 9**

*Índices de biodiversidad alfa de aves*

INDICADORES	CARACTERIZACIÓN	FÓRMULA
Índice de riqueza específica	Riqueza específica	Número total de especies obtenido por un censo en la comunidad de aves
Índice de dominancia	Índice de Simpson	$\sigma = \sum (Pi)^2$
Índice de equidad	Índice de Shannon - Wiener	$H = - \sum_{i=1}^s (Pi)(\ln Pi)$
	Índice de Pielou	$E = \frac{H'}{H \max}$

Fuente: (Moreno, 2001)

Posterior a este tratamiento se elaboró las correspondientes matrices para cada índice y luego se realizó la interpretación de los valores obtenidos del índice de Simpson, índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou de acuerdo a los rangos y su significado de las tablas 5, 2 y 3 respectivamente.

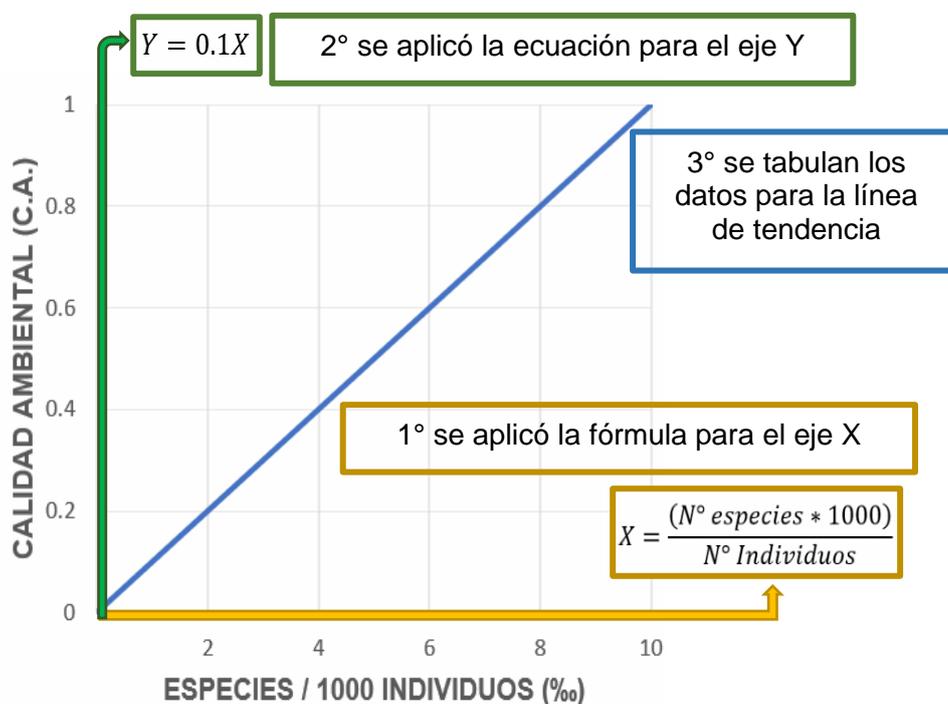
**3.6.2. Tratamiento de datos para conocer las características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha.**

Se realizó la comparación de la concentración de fosfatos, DBO, nitratos y coliformes termotolerantes del humedal de Conococha, con los Estándares de Calidad Ambiental para agua – Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, - Sub categoría E1: Lagunas y lagos, ver tabla 6.

### 3.6.3. Tratamiento de datos para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha

Figura 16

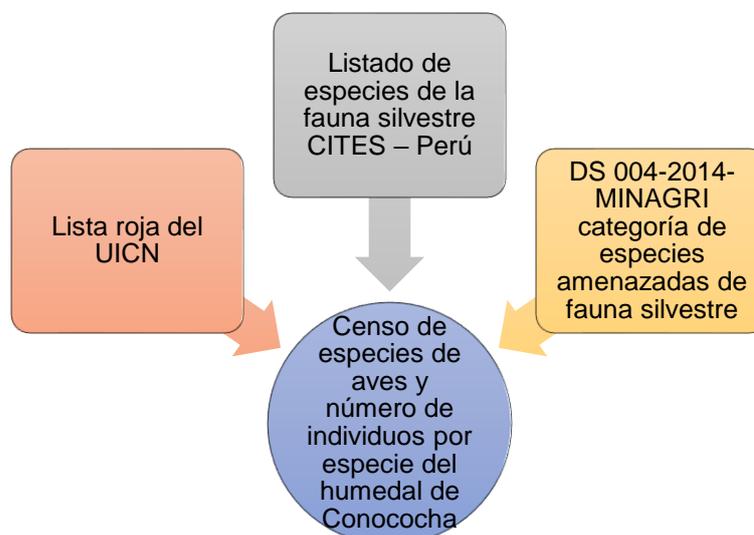
Gráfico para evaluar la calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves



### 3.6.4. Tratamiento de datos para identificar las categorías de conservación de aves del humedal de Conococha

Figura 17

Esquema para identificar las categorías de conservación de aves



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Los resultados expresaremos en función a los objetivos propuestos.

#### 4.1. La biodiversidad alfa de aves del humedal de Conococha

La biodiversidad alfa se halló mediante el análisis de riqueza de especies y el análisis de la estructura comunitaria del humedal de Conococha.

##### 4.1.1. Riqueza de especies en el humedal de Conococha

La riqueza de especies se determinó mediante 2 censos realizados, uno en el periodo de precipitación y otro en el periodo de estiaje, en el humedal de Conococha.

##### 4.1.1.1. Censo realizado en el periodo de precipitación

Se registró 09 órdenes, 16 familias, 24 especies y 5260 individuos; donde destacó en mayor cantidad el orden Gruriformes, familia Rallidae con 2681 individuos entre los que se observaron: *Gallinula chloropus* (Pollo de agua), *Fulica ardesica* (Gallareta andina) y *Fulica gigantea* (Gallareta gigante); así mismo se observó en menor cantidad el orden Ardeiformes, familia Ardeidae con 26 individuos de *Egreta alba* (Garza blanca grande); en las 06 estaciones de muestreo, ver tabla 10.

- Se observa que la mayor cantidad de aves durante el periodo de precipitación son las *Fúllica gigantea* (Gallaretas gigantes), seguido de las *Fúllica ardesica* (Gallaretas andinas). Así mismo, se observa en menor cantidad de aves

durante el periodo de precipitación como es *Sicalis uropygialis* (Triles altoandinos) seguidos de *Egretta alba* (Garzas blancas grandes); ver figura 18.

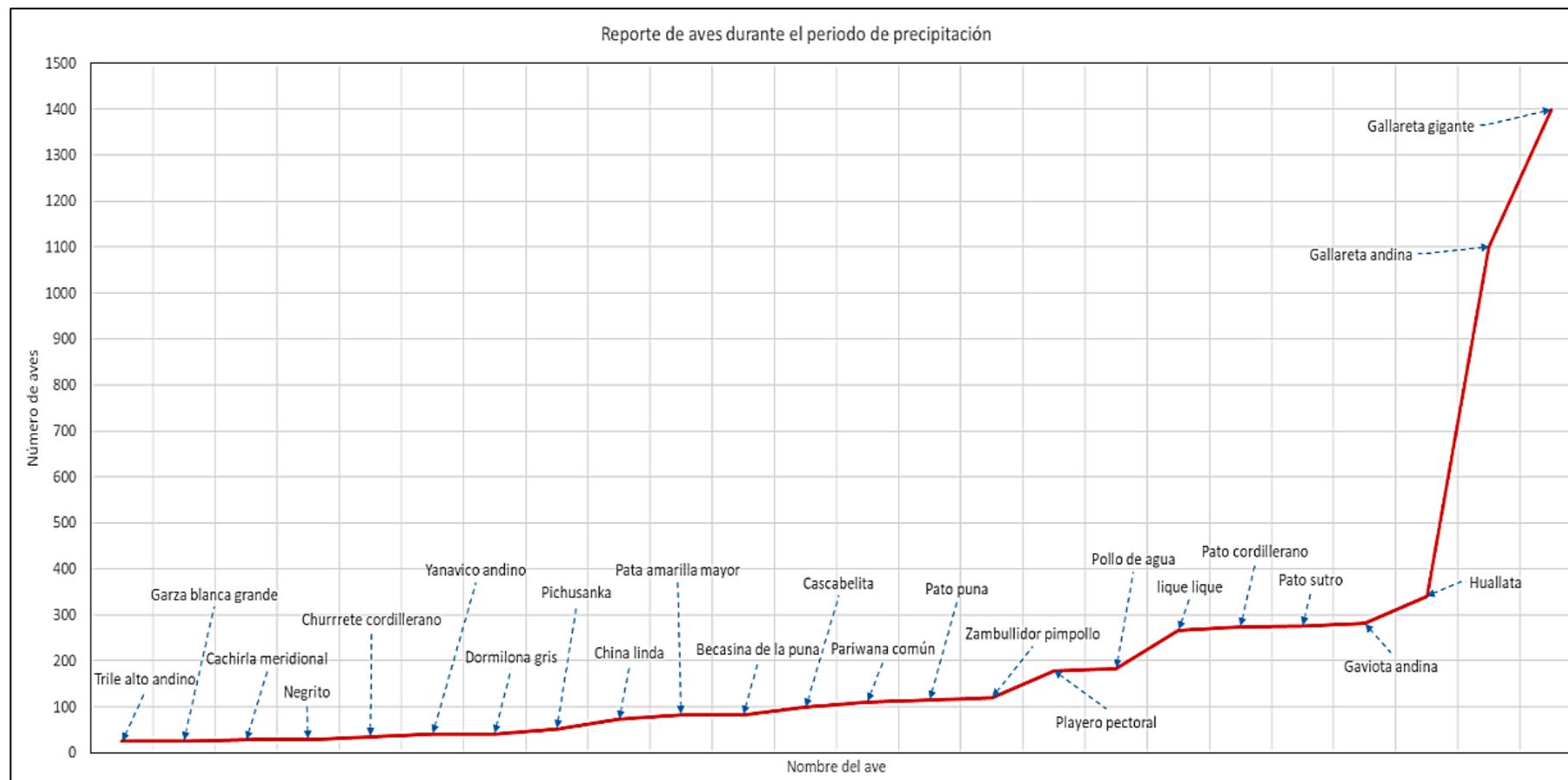
**Tabla 10**

*Reporte de aves durante el periodo de precipitación en el humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Est 1	Est. 2	Est. 3	Est.4	Est. 5	Est. 6	Total
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	18	23	8	16	21	34	120
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	7	2	11	0	4	2	26
3	Pelecaniformes	Threskiomithidae	Plegadis ridgwayi	Yanavico andino	6	4	3	14	8	6	41
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana común	19	23	12	11	23	23	111
5	Anseriformes	Anatidae	Chloephaga melanoptera	Huallata	56	89	67	45	43	41	341
6	Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	Pato sutro	45	89	56	34	18	34	276
7	Anseriformes	Anatidae	Anas specularioides	Pato cordillerano	45	38	34	56	34	67	274
8	Anseriformes	Anatidae	Anas puna	Pato puna	34	24	14	12	10	21	115
9	Gruriformes	Rallidae	Gallinula chloropus	Pollo de agua	34	67	13	23	34	12	183
10	Gruriformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	323	234	112	231	89	111	1100
11	Gruriformes	Rallidae	Fulica gigantea	Gallareta gigante	234	198	312	231	189	234	1398
12	Charadriiformes	Charadiidae	Vanellus resplendes	Lique lique	34	11	78	45	43	56	267
13	Charadriiformes	Scolopacidae	Tinga melanoleuca	Pata amarilla mayor	45	12	8	7	11	0	83
14	Charadriiformes	Scolopacidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	11	12	34	11	3	12	83
15	Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris melanotos	Playero pectoral	14	22	32	34	21	56	179
16	Charadriiformes	Laridae	Laurus serranus	Gaviota andina	45	34	67	34	56	45	281
17	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	6	7	8	12	23	43	99
18	Passeriformes	Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrrete cordillerano	12	6	7	4	4	2	35
19	Passeriformes	Thraupidae	Phalcoboenus megalopterus	China linda	24	12	11	6	11	9	73
20	Passeriformes	Tyrannidae	Muscisaxicola alpina	Dormilona gris	12	11	0	4	6	8	41
21	Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia oreas	Negrito	7	8	5	6	2	1	29
22	Passeriformes	Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	4	4	7	0	5	8	28
23	Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusanka	6	13	11	2	9	11	52
24	Passeriformes	Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	3	4	3	6	3	6	25
<b>Total</b>											5260

**Figura 18**

*Gráfico del reporte de aves durante el periodo de precipitación en el humedal de Conococha*



En el eje de las abscisas (X) se registran a las especies de aves, y en el eje de las ordenadas (Y) el número de especies de aves, la curva nos representa la abundancia de especies.

#### 4.1.1.2. Censo realizado en el periodo de estiaje

- Se registró 10 órdenes, 16 familias, 31 especies y 6324 individuos; donde destacó en mayor cantidad el orden Gruriformes, familia Rallidae con 3741 individuos entre los que se observaron: *Gallinula chloropus* (Pollo de agua), *Fulica ardesica* (Gallareta andina) y *Fulica gigantea* (Gallareta gigante); así mismo se observó en menor cantidad el orden Pelecaniformes, familia Threskiornithidae con 14 individuos de *Plegadis ridwayi* (Yanavico andino); en las 06 estaciones de muestreo, ver tabla 11.
- Se observa que la mayor cantidad de aves durante el periodo de estiaje son las *Fúllica gigantea* (Gallaretas gigantes), seguido de las *Fúllica ardesica* (Gallaretas andinas). Así mismo, se observa en menor cantidad de aves durante el periodo de estiaje como *Mussisaxicola alpina* (Dormilonas frailes) seguidos de los *Anas discors* (Patos media luna); ver figura 19.

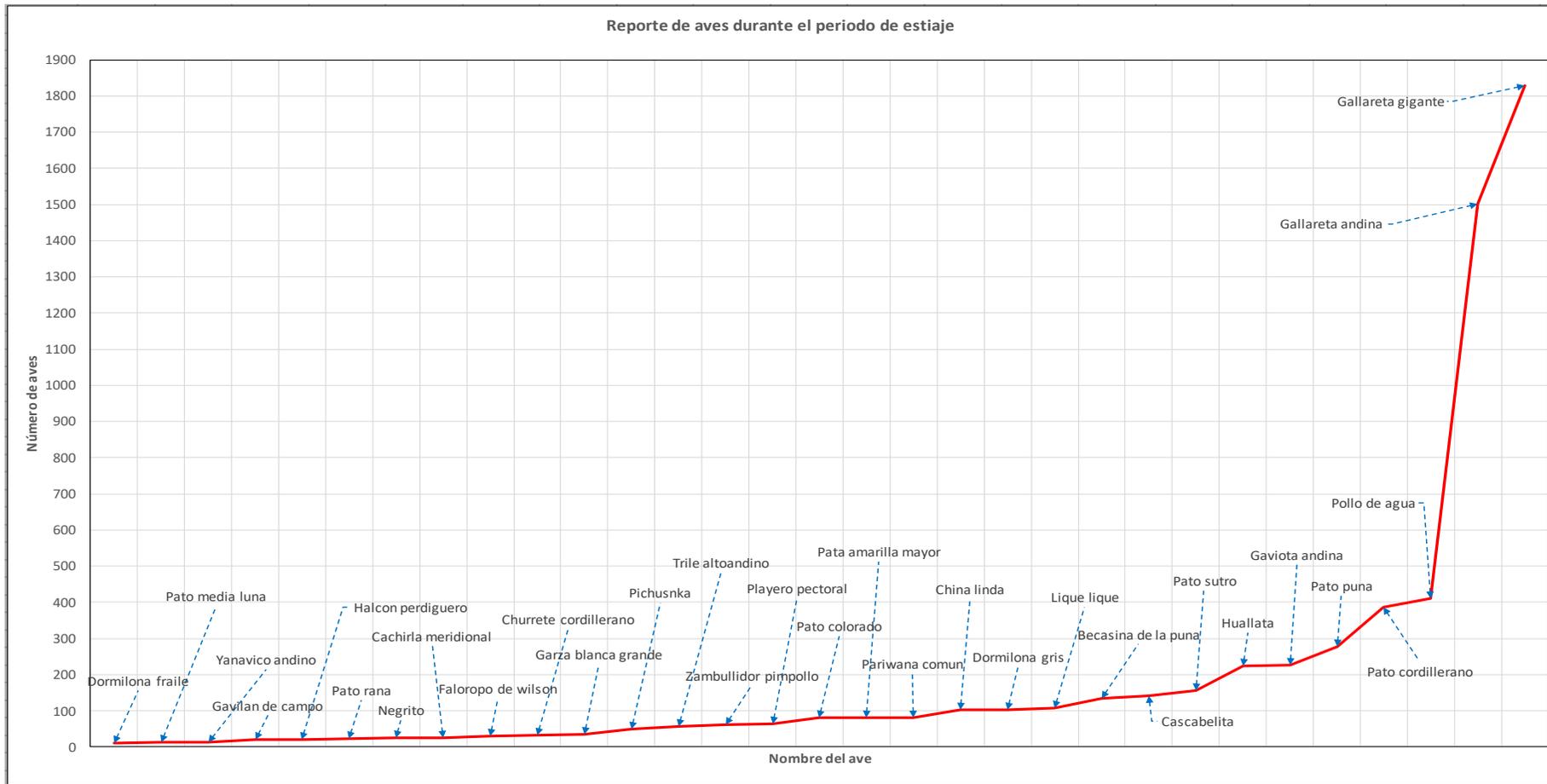
**Tabla 11**

*Reporte de aves durante el periodo de estiaje en el humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Est.1	Est.2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Total
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	12	8	11	16	6	9	62
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	0	4	11	5	6	8	34
3	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis ridwayi	Yanavico andino	3	2	0	4	3	2	14
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana comun	8	11	23	8	16	15	81
5	Anseriformes	Anatidae	Chloephaga melanoptera	Huallata	14	34	23	89	42	23	225
6	Anseriformes	Anatidae	Anas cyanoptera	Pato colorado	5	12	21	9	12	21	80
7	Anseriformes	Anatidae	Anas discors	Pato media luna	2	0	4	5	0	1	12
8	Anseriformes	Anatidae	Oxyura ferruginea	Pato rana	1	14	6	2	0	0	23
9	Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	Pato sutro	16	45	14	25	23	34	157
10	Anseriformes	Anatidae	Anas puna	Pato puna	31	34	89	34	45	45	278
11	Anseriformes	Anatidae	Anas specularioides	Pato cordillerano	45	67	34	67	78	95	386
12	Gruiformes	Rallidae	Gallinula chloropus	Pollo de agua	34	45	143	89	34	65	410
13	Gruiformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	189	234	378	245	267	189	1502
14	Gruiformes	Rallidae	Fulica gigantea	Gallareta gigante	167	202	405	389	345	321	1829
15	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus resplendes	Lique lique	12	11	7	12	43	23	108
16	Charadriiformes	Scolopidae	Tringa melanoleuca	Pata amarilla mayor	45	6	8	9	11	1	80
17	Charadriiformes	Scolopidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	11	12	34	11	23	44	135
18	Charadriiformes	Scolopidae	Phalaropus tricolor	Faloropo de wilson	0	12	0	8	0	9	29
19	Charadriiformes	Scolopidae	Calidris melanotos	Playero pectoral	14	22	21	2	6	0	65
20	Charadriiformes	Laridae	Laurus serranus	Gaviota andina	23	31	29	37	45	61	226
21	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	6	11	12	23	45	45	142
22	Passeriformes	Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	11	8	11	9	12	5	56
23	Passeriformes	Thraupidae	Phalcoenus megalopterus	China linda	12	34	0	23	14	19	102
24	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola flavirostris	Dormilona fraile	1	0	4	2	1	3	11
25	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola alpina	Dormilona gris	12	34	0	23	14	19	102
26	Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia oreas	Negrito	2	4	6	4	2	7	25
27	Passeriformes	Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	7	3	4	2	4	6	26
28	Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusnka	9	5	11	6	8	11	50
29	Passeriformes	Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrete cordillerano	8	7	0	11	6	0	32
30	Falconiformes	Accipitridae	Circus cinereus	Gavilan de campo	3	4	3	6	2	3	21
31	Falconiformes	Accipitridae	Falco femoralis	Halcon perdiguero	5	3	5	2	4	2	21
<b>TOTAL</b>											<b>6324</b>

**Figura 19**

*Gráfico de reporte de aves durante periodo de estiaje en el humedal de Conococha*



En el eje de las abscisas (X) se registran a las especies de aves, y en el eje de las ordenadas (Y) el número de especies de aves, la curva nos representa la abundancia de especies.

## 4.1.2. Estructura comunitaria en el humedal de Conococha

### 4.1.2.1. Índice de dominancia

#### A. Índice de Simpson

- ✓ En el periodo de precipitación se puede observar que la dominancia de Simpson es 0.134699, entonces, el índice de diversidad de Simpson es 0.865301, por lo tanto, según la tabla 5 es homogénea en la abundancia; de diversidad alta o baja dominancia, ver tabla 12.
- ✓ En el periodo de estiaje se puede observar que la dominancia de Simpson es 0.155830, entonces, el índice de diversidad de Simpson es 0.844170, por lo tanto, según la tabla 5 es homogénea en la abundancia; de diversidad alta o baja dominancia, ver tabla 13.

**Tabla 12**

*Índice de diversidad de Simpson para el periodo de precipitación del humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Total	pi = n/N	pi2
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	120	0.022814	0.000520
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	26	0.004943	0.000024
3	Pelecaniformes	Threskiomithidae	Plegadis ridgwayi	Yanavico andino	41	0.007795	0.000061
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana común	111	0.021103	0.000445
5			Chloephaga melanoptera	Huallata	341	0.064829	0.004203
6	Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	Pato sutro	276	0.052471	0.002753
7			Anas specularioides	Pato cordillerano	274	0.052091	0.002713
8			Anas puna	Pato puna	115	0.021863	0.000478
9			Gallinula chloropus	Pollo de agua	183	0.034791	0.001210
10	Gruriformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	1100	0.209125	0.043733
11			Fulica gigantea	Gallareta gigante	1398	0.265779	0.070639
12		Charadiidae	Vanellus resplendes	Lique lique	267	0.050760	0.002577
13			Tinga melanoleuca	Pata amarilla mayor	83	0.015779	0.000249
14	Charadriiformes	Scolopacidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	83	0.015779	0.000249
15			Calidris melanotos	Playero pectoral	179	0.034030	0.001158
16		Laridae	Laurus serranus	Gaviota andina	281	0.053422	0.002854
17	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	99	0.018821	0.000354
18		Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrrrete cordillerano	35	0.006654	0.000044
19		Thraupidae	Phalcoboenus megalopterus	China linda	73	0.013878	0.000193
20	Passeriformes	Tyrannidae	Muscisaxicola alpina	Dormilona gris	41	0.007795	0.000061
21			Lessonia oreas	Negrito	29	0.005513	0.000030
22		Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	28	0.005323	0.000028
23		Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusanka	52	0.009886	0.000098
24		Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	25	0.004753	0.000023
<b>TOTAL</b>					<b>5260</b>	<b>Dominancia</b>	<b>0.134699</b>
						<b>DS = 1 - <math>\sigma</math></b>	<b>0.865301</b>

**Tabla 13**

*Índice de diversidad de Simpson para el periodo de estiaje del humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Total	pi = n/N	pi2
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	62	0.009804	0.000096
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	34	0.005376	0.000029
3	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis ridwayi	Yanavico andino	14	0.002214	0.000005
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana comun	81	0.012808	0.000164
5			Chloephaga melanoptera	Huallata	225	0.035579	0.001266
6			Anas cyanoptera	Pato colorado	80	0.012650	0.000160
7			Anas discors	Pato media luna	12	0.001898	0.000004
8	Anseriformes	Anatidae	Oxyura ferruginea	Pato rana	23	0.003637	0.000013
9			Anas flavirostris	Pato sutro	157	0.024826	0.000616
10			Anas puna	Pato puna	278	0.043960	0.001932
11			Anas speculariodes	Pato cordillerano	386	0.061037	0.003726
12			Gallinula chloropus	Pollo de agua	410	0.064832	0.004203
13	Gruiformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	1502	0.237508	0.056410
14			Fulica gigantea	Gallareta gigante	1829	0.289216	0.083646
15		Charadriidae	Vanellus resplendes	Lique lique	108	0.017078	0.000292
16			Tringa melanoleuca	Pata amarilla mayor	80	0.012650	0.000160
17	Charadriiformes	Scolopidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	135	0.021347	0.000456
18			Phalaropus tricolor	Faloropo de wilson	29	0.004586	0.000021
19			Calidris melanotos	Playero pectoral	65	0.010278	0.000106
20		Laridae	Laurus serranus	Gaviota andina	226	0.035737	0.001277
21	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	142	0.022454	0.000504
22		Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	56	0.008855	0.000078
23			Phalcoboenus megalopterus	China linda	102	0.016129	0.000260
24			Mussisaxicola flavirostris	Dormilona fraile	11	0.001739	0.000003
25	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola alpina	Dormilona gris	102	0.016129	0.000260
26			Lessonia oreas	Negrito	25	0.003953	0.000016
27		Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	26	0.004111	0.000017
28		Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusnka	50	0.007906	0.000063
29		Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrete cordillerano	32	0.005060	0.000026
30	Falconiformes	Accipitridae	Circus cinereus	Gavilan de campo	21	0.003321	0.000011
31			Falco femoralis	Halcon perdiguero	21	0.003321	0.000011
<b>TOTAL</b>					<b>6324</b>	<b>Dominancia</b>	<b>0.155830</b>
						<b>DS = 1 - σ</b>	<b>0.844170</b>

#### 4.1.2.2. Índice de equidad

##### A. Índice de Shannon – Wiener

- En el periodo de precipitación se puede observar el índice de diversidad de especie de Shannon y Weiner es 2.4843 bit/ind, por lo tanto, según la tabla 2 reporta una diversidad media, ver tabla 14.
- En el periodo de estiaje se puede observar el índice de diversidad de especie de Shannon y Weiner es 2.4428 bit/ind, por lo tanto, según la tabla 2 reporta una diversidad media, ver tabla 15.

##### B. Índice de Pielow

- En el periodo de precipitación se puede observar el índice de equitatividad de Pielow es 0.7817, por lo tanto, según la tabla 3 reporta una significancia homogénea en abundancia lo que muestra una diversidad alta, ver tabla 16.

**Tabla 14**

*Índice de equitatividad de Pielow para el periodo de precipitación en el humedal de Conococha.*

H'	H'max	Pielow
2.4843	3.1781	0.7817

- En el periodo de estiaje se puede observar el índice de equitatividad de Pielow es 0.7114, por lo tanto, según la tabla 3 reporta una significancia homogénea en abundancia lo que muestra una diversidad alta, ver tabla 17.

**Tabla 15**

*Índice de equitatividad de Pielow para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha*

H'	H'max	Pielow
2.4428	3.4340	0.7114

**Tabla 16**

*Índice de diversidad de Shannon y Wiener para el periodo de precipitación en el humedal de Conococho*

Nº	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Total	$pi = n/N$	$\ln(Pi)$	$Pi * \ln Pi$
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	120	0.022814	-3.780395	-0.086245
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	26	0.004943	-5.309790	-0.026246
3	Pelecaniformes	Threskiomithidae	Plegadis ridgwayi	Yanavico andino	41	0.007795	-4.854314	-0.037838
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana común	111	0.021103	-3.858356	-0.081422
5			Chloephaga melanoptera	Huallata	341	0.064829	-2.736004	-0.177372
6	Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	Pato sutro	276	0.052471	-2.947485	-0.154659
7			Anas specularioides	Pato cordillerano	274	0.052091	-2.954758	-0.153917
8			Anas puna	Pato puna	115	0.021863	-3.822954	-0.083582
9			Gallinula chloropus	Pollo de agua	183	0.034791	-3.358400	-0.116842
10	Gruriformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	1100	0.209125	-1.564821	-0.327244
11			Fulica gigantea	Gallareta gigante	1398	0.265779	-1.325088	-0.352181
12		Charadiidae	Vanellus resplendes	Lique lique	267	0.050760	-2.980638	-0.151299
13			Tinga melanoleuca	Pata amarilla mayor	83	0.015779	-4.149046	-0.065470
14	Charadriformes	Scolopacidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	83	0.015779	-4.149046	-0.065470
15			Calidris melanotos	Playero pectoral	179	0.034030	-3.380500	-0.115040
16		Laridae	Laurus serranus	Gaviota andina	281	0.053422	-2.929532	-0.156502
17	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	99	0.018821	-3.972766	-0.074773
18		Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrete cordillerano	35	0.006654	-5.012538	-0.033353
19		Thraupidae	Phalcooenus megalopterus	China linda	73	0.013878	-4.277427	-0.059364
20			Muscisaxicola alpina	Dormilona gris	41	0.007795	-4.854314	-0.037838
21	Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia oreas	Negrito	29	0.005513	-5.200590	-0.028672
22		Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	28	0.005323	-5.235682	-0.027871
23		Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusanka	52	0.009886	-4.616643	-0.045640
24		Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	25	0.004753	-5.349010	-0.025423
<b>TOTAL</b>					<b>5260</b>	$\sum Pi * \ln Pi$		<b>-2.4843</b>
						<b>H'</b>		<b>2.4843</b>

**Tabla 17**

*Índice de diversidad de Shannon y Wiener para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Total	$p_i = n/N$	$\ln(P_i)$	$P_i * \ln P_i$
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	62	0.009804	-4.624973	-0.045343
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	34	0.005376	-5.225747	-0.028095
3	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis ridwayi	Yanavico andino	14	0.002214	-6.113050	-0.013533
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana comun	81	0.012808	-4.357658	-0.055814
5			Chloephaga melanoptera	Huallata	225	0.035579	-3.336007	-0.118691
6			Anas cyanoptera	Pato colorado	80	0.012650	-4.370081	-0.055282
7			Anas discors	Pato media luna	12	0.001898	-6.267201	-0.011892
8	Anseriformes	Anatidae	Oxyura ferruginea	Pato rana	23	0.003637	-5.616613	-0.020427
9			Anas flavirostris	Pato sutro	157	0.024826	-3.695861	-0.091754
10			Anas puna	Pato puna	278	0.043960	-3.124486	-0.137351
11			Anas specularioides	Pato cordillerano	386	0.061037	-2.796270	-0.170677
12			Gallinula chloropus	Pollo de agua	410	0.064832	-2.735950	-0.177378
13	Gruiformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	1502	0.237508	-1.437554	-0.341431
14			Fulica gigantea	Gallareta gigante	1829	0.289216	-1.240583	-0.358796
15		Charadriidae	Vanellus resplendes	Lique lique	108	0.017078	-4.069976	-0.069506
16			Tringa melanoleuca	Pata amarilla mayor	80	0.012650	-4.370081	-0.055282
17	Charadriiformes	Scolopidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	135	0.021347	-3.846832	-0.082119
18			Phalaropus tricolor	Faloropo de wilson	29	0.004586	-5.384811	-0.024693
19			Calidris melanotos	Playero pectoral	65	0.010278	-4.577720	-0.047051
20		Laridae	Larus serranus	Gaviota andina	226	0.035737	-3.331572	-0.119060
21	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	142	0.022454	-3.796280	-0.085242
22		Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	56	0.008855	-4.726756	-0.041856
23			Phalcooenus megalopterus	China linda	102	0.016129	-4.127134	-0.066567
24			Mussisaxicola flavirostris	Dormilona fraile	11	0.001739	-6.354212	-0.011053
25	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola alpina	Dormilona gris	102	0.016129	-4.127134	-0.066567
26			Lessonia oreas	Negrilo	25	0.003953	-5.533231	-0.021874
27		Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	26	0.004111	-5.494011	-0.022588
28		Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusnka	50	0.007906	-4.840084	-0.038268
29		Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrete cordillerano	32	0.005060	-5.286371	-0.026750
30	Falconiformes	Accipitridae	Circus cinereus	Gavilan de campo	21	0.003321	-5.707585	-0.018953
31			Falco femoralis	Halcon perdiguero	21	0.003321	-5.707585	-0.018953
<b>TOTAL</b>					<b>6324</b>	$\sum P_i * \ln P_i$		<b>-2.4428</b>
						<b>H'</b>		<b>2.4428</b>



#### 4.1.3. Índice de biodiversidad alfa de aves con el Software Past 4.2

El Software Past 4.2 incorpora a los diferentes índices de diversidad alfa, con sus respectivos valores que indican la cuantificación de la biodiversidad.

Los resultados globales del índice de diversidad alfa, las mismas que fueron obtenidas con el uso del Software Past 4.2, en el cual nos indicó el registro taxa, la cantidad de individuos, así como los diferentes valores de los índices de diversidad alfa tanto para el periodo de precipitación como para el periodo de estiaje del humedal de Conococha, ver tablas 18 y 19.

**Tabla 18**

*Índice de diversidad alfa determinada mediante el software Past para el periodo de precipitación en el humedal de Conococha*

DIVERSIDAD ALFA	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Total
Taxa_S	24	24	23	22	24	23	24
Individuals	1044	947	913	844	670	842	5260
Dominance_D	0.1614	0.1339	0.1591	0.1672	0.124	0.1232	0.1347
Simpson_1-D	0.8386	0.8661	0.8409	0.8328	0.876	0.8768	0.8653
Shannon_H	2.364	2.434	2.358	2.276	2.548	2.512	2.484
Evenness_e^H/S	0.4431	0.475	0.4596	0.4425	0.5323	0.5361	0.4997
Brillouin	2.313	2.378	2.303	2.22	2.473	2.453	2.47
Menhinick	0.7428	0.7799	0.7612	0.7573	0.9272	0.7926	0.3309
Margalef	3.309	3.356	3.227	3.117	3.535	3.266	2.684
Equitability_J	0.7439	0.7657	0.7521	0.7362	0.8016	0.8012	0.7817
Fisher_alpha	4.381	4.479	4.286	4.132	4.866	4.367	3.247
Berger-Parker	0.3094	0.2471	0.3417	0.2737	0.2821	0.2779	0.2658
Chao-1	24	24	23	22	24	23	24

**Tabla 19**

Índice de diversidad alfa determinada mediante el software Past para el periodo de estiaje en el humedal de Conococha

DIVERSIDAD ALFA	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Total
Taxa_S	29	29	26	31	28	28	31
Individuals	708	919	1317	1177	1117	1086	6324
Dominance_D	0.1439	0.132	0.1969	0.1715	0.168	0.1406	0.1558
Simpson_1-D	0.8561	0.868	0.8031	0.8285	0.832	0.8594	0.8442
Shannon_H	2.495	2.555	2.137	2.335	2.34	2.467	2.443
Evenness_e^H/S	0.4181	0.4436	0.3259	0.3332	0.3709	0.421	0.3712
Brillouin	2.415	2.488	2.094	2.281	2.288	2.413	2.428
Menhinick	1.09	0.9566	0.7164	0.9036	0.8378	0.8497	0.3898
Margalef	4.267	4.104	3.48	4.243	3.847	3.863	3.428
Equitability_J	0.741	0.7586	0.6559	0.68	0.7023	0.7404	0.7114
Fisher_alpha	6.086	5.698	4.592	5.836	5.212	5.246	4.242
Berger-Parker	0.2669	0.2546	0.3075	0.3305	0.3089	0.2956	0.2892
Chao-1	29.33	29	26	31	28	28.33	31

Se observa que las especies *Fulica gigantea* (Gallareta andina) y *Fulica ardesiaca* (Gallareta gigante), se encuentran en el mismo grupo pues comparten semejanza de mayor cantidad de aves avistados durante el periodo de precipitación y estiaje, ver figuras 20 y 21.

Las aves que comparten semejanzas de menor cantidad en el periodo de precipitación se encuentran agrupados en el grupo 1 y son: *Cinclodes fuscus* (Churrete cordillerano), *Lessonia oreas* (Negrito), *Muscisaxicola alpina* (Dormilona gris), *Plegadis*

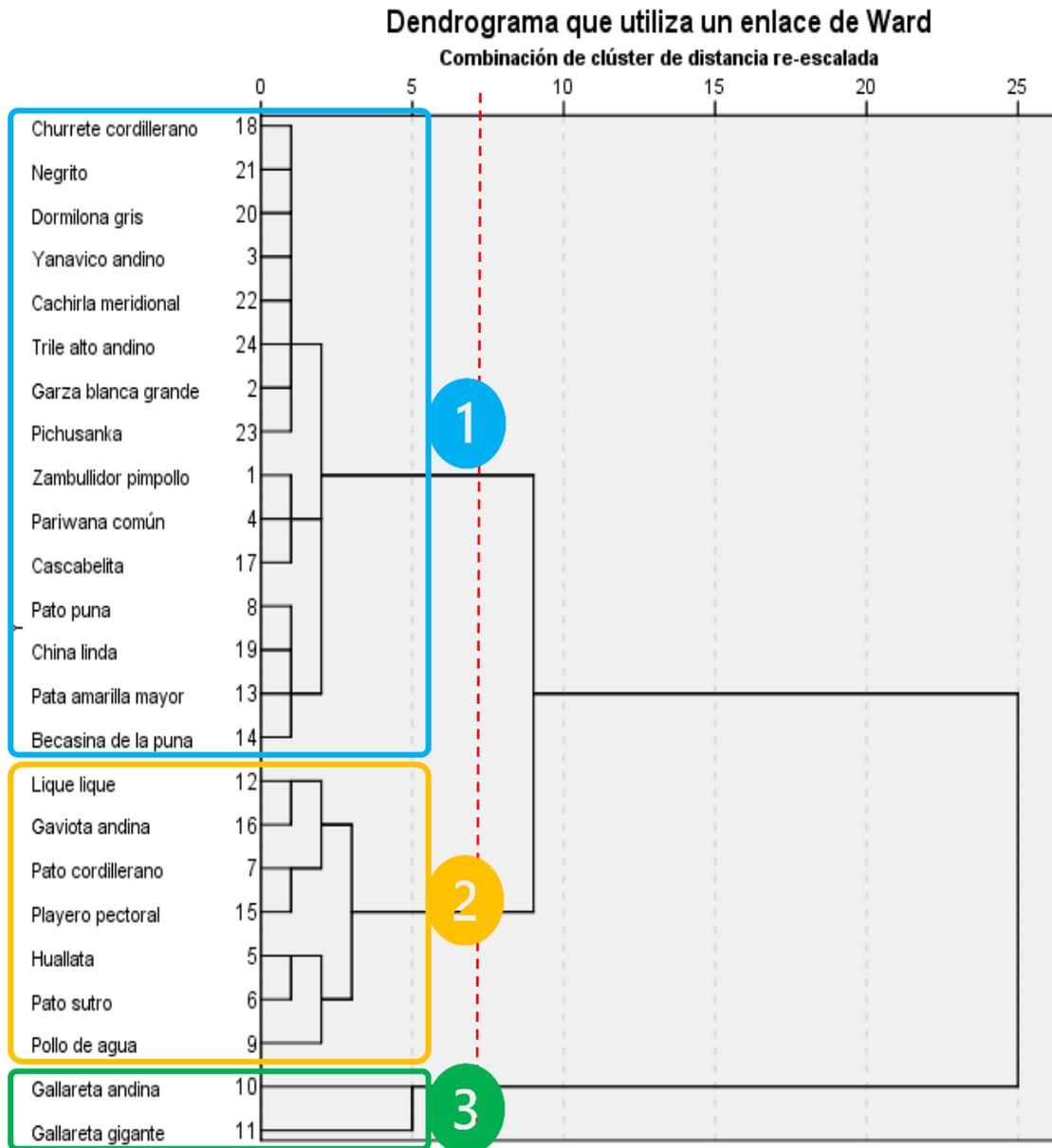
*ridgwayi* (Yanavico andino), *Anthus correndera* (Cachirla meridional), *Sicalis uropygialis* (Trile altoandino), *Egreta alba* (Garza blanca grande), *Zonotrichia capensis* (Pichuzanka), *Rollandia rolland* (Zambullidor pimpollo), *Phoenicopterus chilensis* (Parihuana común), *Metriopelia ceciliae* (Cascabelita), *Anas puna* (Pato puna), *Phalcoboenus megalopterus* (China linda), *Tinga melanoleuca* (Pata amarilla mayor) y *Gallinago andina* (Becasina de la puna); ver figura 20.

Las aves que comparten semejanzas de menor cantidad en el periodo de estiaje se encuentran agrupados en el grupo 1 y son: *Phalcoboenus megalopterus* (China linda), *Muscisaxicola alpina* (Dormilona gris), *Anas flavirostris* (Pato sutro), *Vanellus resplendes* (Lique lique), *Metriopelia ceciliae* (Cascabelita), *Gallinago andina* (Becasina de la puna), *Larus serranus* (Gaviota andina), *Anas puna* (Pato puna), *Gallinula chloropus* (Pollo de agua), *Chloephaga melanoptera* (Huallata) y *Anas specularioides* (Pato cordillerano); ver figura 21.

Finalmente, las aves que pertenecen en el grupo 2, representan en una cantidad moderada del avistamiento de aves en el periodo de precipitación y estiaje respectivamente para el humedal de Conococha; ver figura 20 y 21.

**Figura 20**

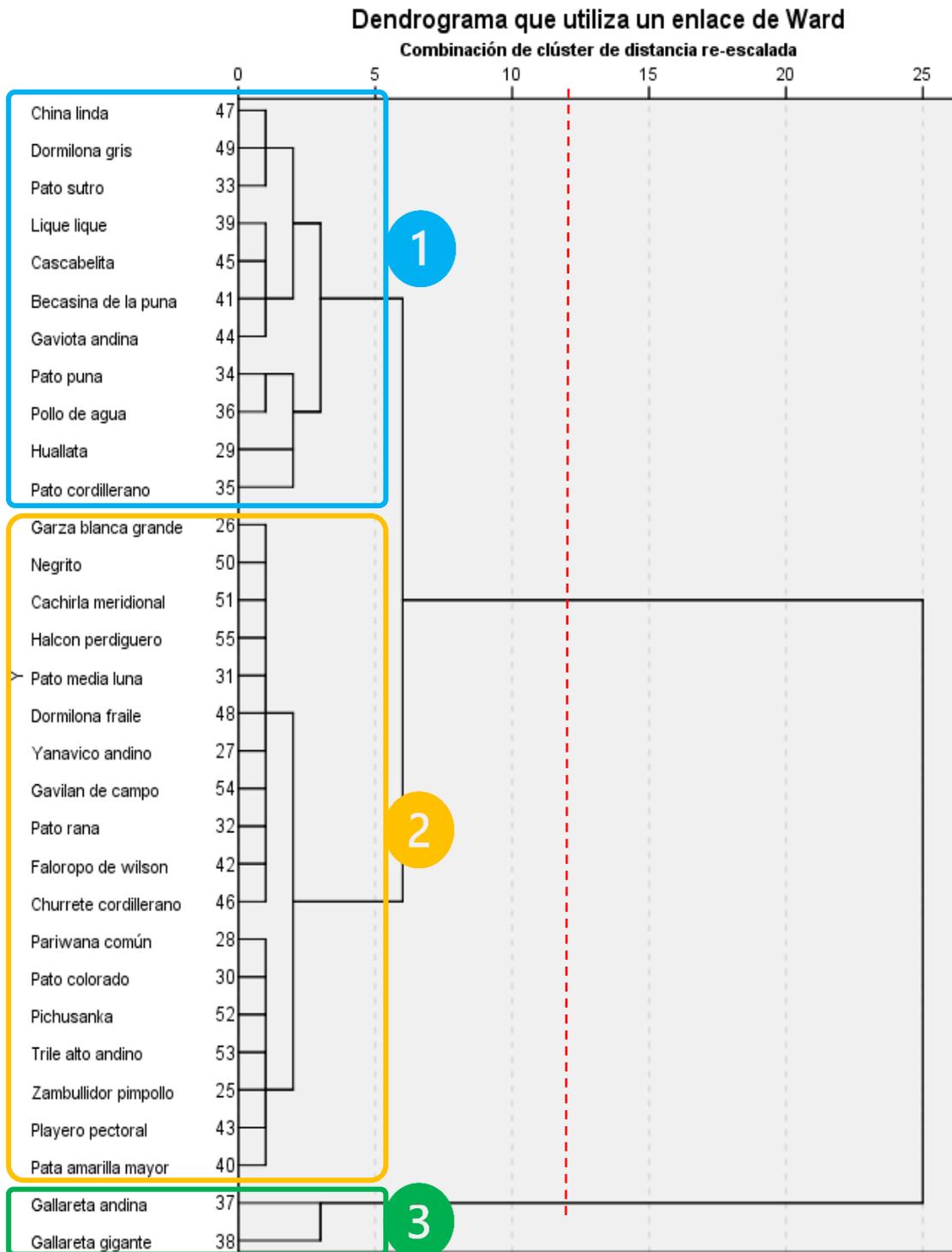
*Análisis de clúster del reporte de aves durante el periodo de precipitación del humedal de Conococha*



Clúster jerárquico de similitud de especies de aves acomodados en grupos, donde los grupos se encuentran bien separados y las especies dentro de ellos lo más cercano posible.

**Figura 21**

*Análisis de clúster del reporte de aves durante el periodo de estiaje del humedal de Conocochoa*



Clúster jerárquico de similitud de especies de aves acomodados en grupos, donde los grupos se encuentran bien separados y las especies dentro de ellos lo más cercano posible.

#### 4.2. Características fisicoquímicas y biológicas de la calidad del agua del humedal de Conococha

Se reporta el registro de los valores de los parámetros fisicoquímicos (fosfatos, nitratos y DBO) y biológico (coliformes termotolerantes) durante los periodos de precipitación y estiaje en los 06 puntos de muestreo, ver tablas 20 y 21.

**Tabla 20**

*Registro de parámetros fisicoquímicos del periodo de precipitación y estiaje en el humedal de Conococha*

<b>FOSFATOS (P<sub>4</sub><sup>3-</sup>)</b>							
Punto de muestreo/periodo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	Promedio
Precipitación	9.63	11.33	13.84	10.20	12.15	10.20	11.22
Estiaje	12.68	16.54	17.83	18.14	18.12	16.15	16.58
<b>Promedio total</b>							<b>13.90</b>

<b>NITRATOS (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>							
Punto de muestreo/periodo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	Promedio
Precipitación	2.60	2.90	3.50	2.00	3.10	3.90	3.00
Estiaje	4.10	4.30	4.80	3.20	4.20	4.90	4.25
<b>Promedio total</b>							<b>3.63</b>

<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</b>							
Punto de muestreo/periodo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	Promedio
Precipitación	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Estiaje	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.67
<b>Promedio total</b>							<b>3.34</b>

**Tabla 21**

Registro del parámetro biológico del periodo de precipitación y estiaje en el humedal de Conococha.

<b>Coliformes Termotolerantes</b>							
Punto de muestreo/periodo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	Promedio
Precipitación	43	39	< 2	28	93	93	59.2
Estiaje	93	93	23	75	93	150	87.83
<b>Promedio total</b>							<b>73.52</b>

#### 4.2.1. Estándares de Calidad de Agua (ECA)

A través de estos estándares, se determinó el estado de conservación del ambiente acuático del humedal de Conococha, encontrándose al fosfato por encima del valor del ECA tanto en el periodo de precipitación como en el de estiaje ver tabla 22.

**Tabla 22**

Comparación de los parámetros del humedal de Conococha y el ECA agua – Categoría 4 – Sub categoría E1 de lagos y lagunas

PÁRAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	HUMEDAL DE CONOCOCHA		ECA
		Periodo de precipitación	Periodo de estiaje	E1: lagunas y lagos
Fosfatos	mg/L	11.2	16.6	0.035
DBO	mg/L	3.0	3.7	5
Nitratos	mg/L	3.0	4.3	13
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	59.2	87.8	1000

#### 4.3. Calidad ambiental mediante la biodiversidad de aves del humedal de Conococha

Se determinó la calidad ambiental a partir de la biodiversidad de aves, en la tabla 23 se presenta el registro del número de aves por especies e individuos durante los periodos de precipitación y estiaje.

**Tabla 23**

*Número de especies reportadas en el humedal de Conococha*

Periodo	Nº de especies	Nº Individuos
Precipitación	24	5260
Estiaje	31	6324

Para el cálculo de la calidad ambiental en el periodo de precipitación y estiaje se calculó el valor del eje X e Y, donde se usaron las fórmulas de la figura 8 y 9 y se realizaron los siguientes cálculos:

- Calculando la calidad ambiental para el periodo de precipitación

Obteniendo la escala del Eje X

$$Eje X = \frac{(N^{\circ} especies * 1000)}{N^{\circ} Individuos}$$

$$Eje X = \frac{(24 * 1000)}{5260}$$

$$Eje X = 4.563$$

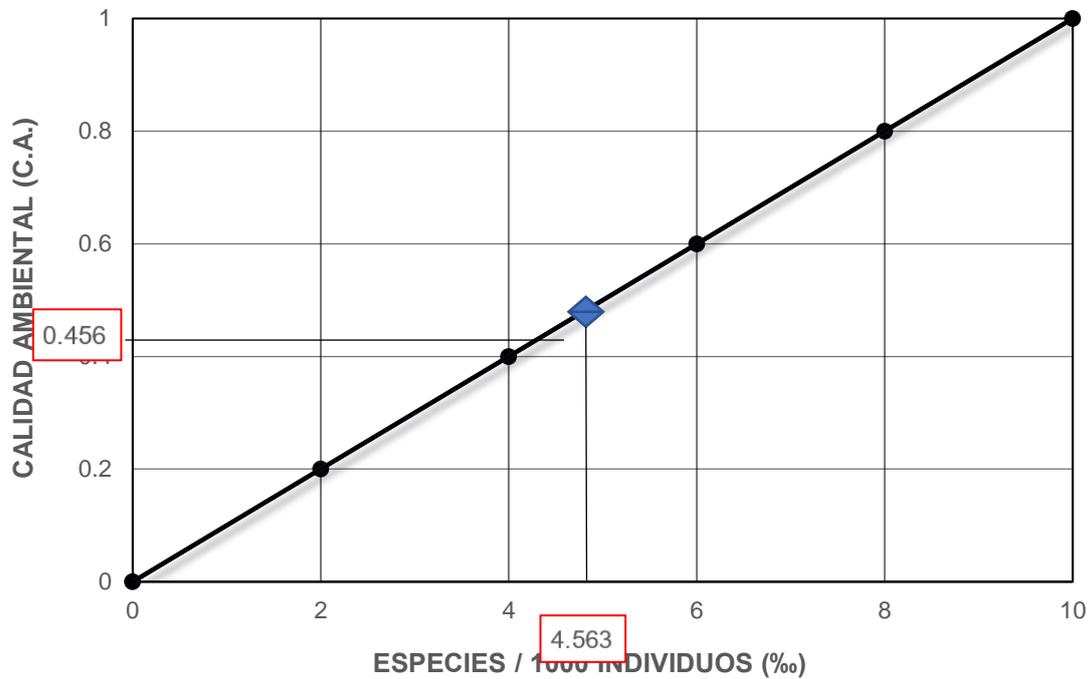
En el eje Y encontramos la Calidad Ambiental.

$$Calidad ambiental = \frac{(4.563)}{10}$$

$$Calidad ambiental = 0.456$$

**Figura 22**

*Índice de calidad ambiental del humedal de Conococha durante el periodo de precipitación*



La calidad ambiental durante el periodo de precipitación es de 0.456, lo que representa que la calidad ambiental del humedal de Conococha está ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”.

- Calculando la calidad ambiental para el periodo de estiaje

Obteniendo la escala del Eje X

$$Eje X = \frac{(N^{\circ} especies * 1000)}{N^{\circ} Individuos}$$

$$Eje X = \frac{(31 * 1000)}{6324}$$

$$Eje X = 4.90$$

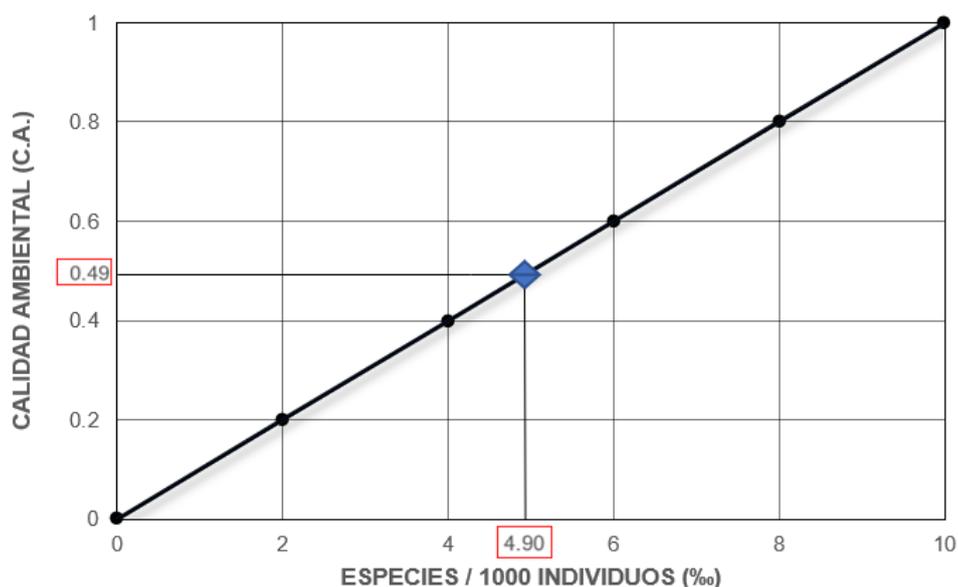
En el eje Y encontramos la Calidad Ambiental.

$$Calidad ambiental = \frac{(4.90)}{10}$$

$$Calidad ambiental = 0.490$$

**Figura 23**

*Índice de calidad ambiental del humedal de Conococha durante el periodo de estiaje.*



La calidad ambiental durante el periodo de estiaje es de 0.49, lo cual representa que la calidad ambiental del humedal de Conococha está ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”.

El promedio de la calidad ambiental para ambos periodos es de 0.473, encontrándose ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”, ver tabla 24.

**Tabla 24**

*Valores de la calidad ambiental en los periodos de precipitación y estiaje del humedal de Conococha.*

PERIODO	CA
PRECIPITACIÓN	0.456
ESTIAJE	0.490
PROMEDIO	0.473

#### 4.4. Categorías de conservación de aves del humedal de Conococha

En la Tabla 25, se muestra las diferentes categorías de conservación de aves halladas en el humedal de Conococha, referidas a la IUCN, CITES y el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

De acuerdo a las categorías de la IUCN, todas las especies se hallan en la categoría de “Preocupación menor” (LC) a excepción de la especie *Phoenicopterus chilensis* (Pariwana común) que está catalogada como casi amenazada.

Con respecto a la CITES, una de las especies de aves registradas se halla en el apéndice II (especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio), siendo esta *Phoenicopterus chilensis* (Pariwana común).

En lo referente al Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI, se han registrado dos especies de aves *Phoenicopterus chilensis* (Pariwana común) y *Fulica gigantea* (Gallareta gigante) que se encuentran en la categoría casi amenazado (NT).

**Tabla 25**

*Categorías de conservación de aves del humedal de Conococha*

Nº	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	IUCN (2016)	CITES (APÉNDICE)	D.S. N°004-2014-MINAGRI
1	Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo	LC		
2	Ardeiformes	Ardeidae	Egreta alba	Garza blanca grande	LC		
3	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Plegadis ridwayi	Yanavico andino	LC		
4	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Phoenicopus chilensis	Pariwana comun	NT	NT (II)	NT
5	Anseriformes	Anatidae	Chloephaga melanoptera	Huallata	LC		
6	Anseriformes	Anatidae	Anas cyanoptera	Pato colorado	LC		
7	Anseriformes	Anatidae	Anas discors	Pato media luna	LC		
8	Anseriformes	Anatidae	Oxyura ferruginea	Pato rana	LC		
9	Anseriformes	Anatidae	Anas flavirostris	Pato sutro	LC		
10	Anseriformes	Anatidae	Anas puna	Pato puna	LC		
11	Anseriformes	Anatidae	Anas speculariodes	Pato cordillerano	LC		
12	Gruiformes	Rallidae	Gallinula chloropus	Pollo de agua	LC		
13	Gruiformes	Rallidae	Fulica ardesica	Gallareta andina	LC		
14	Gruiformes	Rallidae	Fulica gigantea	Gallareta gigante	LC		NT
15	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus resplendes	Lique lique	LC		
16	Charadriiformes	Scolopidae	Tringa melanoleuca	Pata amarilla mayor	LC		
17	Charadriiformes	Scolopidae	Gallinago andina	Becasina de la puna	LC		
18	Charadriiformes	Scolopidae	Phalaropus tricolor	Faloropo de wilson	LC		
19	Charadriiformes	Scolopidae	Calidris melanotos	Playero pectoral	LC		
20	Charadriiformes	Laridae	Larus serranus	Gaviota andina	LC		
21	Columbiformes	Columbidae	Metriopelia ceciliae	Cascabelita	LC		
22	Passeriformes	Fumariidae	Cinclodes fuscus	Churrete cordillerano	LC		
23	Passeriformes	Thraupidae	Phalcooenus megalopterus	China linda	LC		
24	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola flavirostris	Dormilona fraile	LC		
25	Passeriformes	Tyrannidae	Mussisaxicola alpina	Dormilona gris	LC		
26	Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia oreas	Negrito	LC		
27	Passeriformes	Motacillidae	Anthus correndera	Cachirla meridional	LC		
28	Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia capensis	Pichusnka	LC		
29	Passeriformes	Thraupidae	Sicalis uropygialis	Trile altoandino	LC		
30	Falconiformes	Accipitridae	Circus cinereus	Gavilan de campo	LC		
31	Falconiformes	Accipitridae	Falco femoralis	Halcon perdiguero	LC		

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las aves son especies conocidas como indicadoras de calidad ambiental, las especies más abundantes son nombradas generalistas, las cuales se pueden desarrollar en una amplia gama de condiciones ambientales y pueden hacer uso de una variedad de recursos, por lo tanto cabe resaltar que en el periodo de precipitación y estiaje las especies generalistas son: *Fulica gigantea* y *Fulica ardesica*; lo que coincide con el estudio de Valenzuela (2020).

Así también Moreno (2001) resalta la necesidad de usar índices de diversidad que no solo midan la riqueza de una comunidad sino también el valor de importancia del cambio en las abundancias de cada especie, por lo que las especies menos abundantes son más sensibles a perturbaciones ambientales, motivo por el cual se debe de dar mayor atención, medir su abundancia relativa e identificar si el cambio de estas indican algún proceso empobrecedor; por lo tanto, las especies menos abundantes en el humedal de Conococha en el periodo de precipitación son: *Egretta alba* (Garza blanca grande) y *Sicalis uropygialis* (Trile altoandino); en el periodo de estiaje son: *Mussisaxicola flavirostris* (Dormilona fraile) y *Anas discors* (Pato media luna), coincidiendo con lo propuesto por Moreno (2001).

Respecto a la diversidad de especies, en los reportes de sostenibilidad de Antamina (2005), se observó que en los censos realizados en estos dos años no hubo una variación significativa en la diversidad de especies, reportando 68 especies, agrupadas en 20 familias; sin embargo, en el estudio realizado se encontró 31 especies, agrupadas en 31 familias lo que nos muestra que la diversidad de especies ha disminuido en el humedal de Conococha, posiblemente por efectos de migración de aves.

En el trabajo de Valenzuela (2020), especifica que la biodiversidad alfa para el humedal de Conococha según los índices de Simpson es de 0.81 y Shannon y Wiener es de 2.24 bit/ind; para el estudio realizado se encontró de acuerdo al índice de Simpson 0.86 y al índice de Shannon y Wiener es de 2.46 bit/ind, lo cual refleja similitud en los resultados e indica diversidad media y baja dominancia. El índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Halffter, Moreno, & Pineda, 2001).

Para la evaluación de la calidad ambiental a partir de la diversidad de aves, es pertinente conocer el estado del humedal, para lo cual se registró los valores de fosfatos, nitratos, DBO y coliformes termotolerantes como se muestra en las tablas 20 y 21, registrando valores de fosfatos (13.9 mg/l), nitratos (3.63 mg/l) y DBO (3.34 mg/l) del humedal de Conococha, indicando valores elevados en comparación a la investigación de Diaz & Sotomayor (2013), registró valores de fosfatos en la temporada de lluvia de 0.1289 mg/l y estiaje fue de 0.132 mg/l; para los de nitratos en la temporada de lluvia de 0.2017 mg/l y estiaje de 0.23 mg/l, esto nos indica que las aguas del humedal de Conococha están sobre enriquecidas de nutrientes, lo que niveles de eutrofización, es necesario señalar que la presencia de fosfatos y nitratos influyen en la abundancia de la vegetación acuática, elemento indispensable para la alimentación de las aves y con ella garantiza la biodiversidad.

El reporte de sostenibilidad de Antamina (2005) registró valores de DBO fueron por debajo de 25 mg/l, el cual para ese año se consideraba aceptable según el reglamento anterior (Ley General de Aguas) y mencionaron que en ese año se mantuvo en equilibrio aparente, lo que permitía el desarrollo y crecimiento de las plantas acuáticas y mantenía una variada y abundante población de invertebrados, los cuales sostienen a las poblaciones de aves. Por lo que el dato obtenido coincide con el registro de la presente investigación (ver tabla 20) donde el promedio de DBO fue de 3.34 mg/l el cual también se mantiene dentro del estándar de calidad de agua.

Según los valores establecidos por el ECA agua – categoría 4 – subcategoría E1 de lagunas y lagos (0.035 mg/l), se observó que la concentración de fosfatos se encuentra por encima del estándar de calidad para conservación de ambientes acuáticos, en los periodos de precipitación (11.2 mg/l) y estiaje (16.6 mg/l).

Evaluando la calidad ambiental, según la función de transformación para los parámetros de diversidad de especies; los valores obtenidos para la calidad ambiental en periodo de precipitación (ver figura 22) es de 0.456 y en el periodo de estiaje es de 0.490 (ver figura 23), donde se puede determinar que el estado admisible del humedal de Conococha está ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”, posiblemente como consecuencia del ligero estado de eutrofización (Diaz & Sotomayor, 2013), en la actualidad el humedal de Conococha muestra un desequilibrio en el ecosistema lo que se acentúa con el pastoreo.

Conesa (1997), asegura que las investigaciones que se realizan en calidad ambiental usando la diversidad de aves, pueden arrojar valores superiores a la unidad, lo cual significa que puede haber ecosistemas, donde su estado de conservación y salud ambiental, se encuentren en óptimas condiciones y proyectan una calidad ambiental muy buena por encima del valor “1”; el cual nos muestra que en el caso del humedal de Conococha el promedio de calidad ambiental es de 0.475, lo que indica una calidad ambiental media comprometiendo a la homeostasis del ecosistema, Gotuzzo (2018) reportó como valor promedio de 0.21 con respecto a la calidad ambiental en las Lomas de Villa María del Triunfo, en cuanto al estudio de Osorio (2019), obtuvo valores en la Microcuenca Kitihuarero que superan el valor límite de la escala “1” de igual manera Lazaro (2021) obtuvo un valor de 1.108 en el humedal laguna El Oconal de Villa Rica, por lo que no coinciden con nuestro reporte por encontrarse en diferentes ecosistemas.

De acuerdo con las categorías de la IUCN y así como el Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI, se han registrado dos especies de aves, *Phoenicopterus chilensis* y *Fulica gigantea* las mismas que se encuentran en la categoría Casi Amenazado, por lo que las autoridades competentes en el aspecto de avifauna deben tomar acciones de conservación para que no sean consideradas como categorías de mayor preocupación, puesto que estas especies se ven afectadas por la actividad antropogénica.

Valenzuela (2020), mencionó a la especie *Fulica gigantea* como la más abundante para el humedal de Conococha; lo cual concuerda con la presente investigación realizada, siendo una de las especies más abundantes para el periodo de precipitación (1398 individuos) y estiaje (1829 individuos).

En el reporte de sostenibilidad de Antamina (2004), en el censo de aves realizado en el humedal de Conococha, señalan como las especies más abundantes a *Fulica gigantea* y *Anas flavirostris*, el cual concuerda con el estudio realizado respecto a la *Fulica gigantea*

como una de las más abundantes, sin embargo la especie *Anas flavirostris* no es la más abundante, lo indica un descenso en su población el cual debe de tomar la atención de las autoridades y realizarse estudios específicos del porque la diferencia de la variación de la población de aves en el humedal de Conococha.

La hipótesis planteada es afirmativa en virtud, a que las aves del humedal de Conococha han permitido evaluar la calidad ambiental.

Con los resultados obtenidos se consigue contribuir en el conocimiento sobre la biodiversidad de las aves como indicadores de la calidad ambiental del humedal de Conococha, para el establecimiento de políticas de conservación, tener información con respecto al estado de conservación de la avifauna es fundamental para el planeamiento estratégico de las medidas que deben ser tomadas con el fin de reducir el riesgo de extinción de las especies y garantizar su supervivencia. Así mismo, sirve de información para la planificación de la toma de decisiones de las autoridades, instituciones pertinentes y la participación activa de la población, sobre el establecimiento de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos negativos en el humedal de Conococha.

La presente investigación valdrá como información para el establecimiento de la línea base ambiental para estudios de impacto ambiental, además la metodología empleada aporta en la valoración de impactos sobre la diversidad de especies, puesto que generalmente la valoración de impactos sobre la diversidad de especies depende del juicio del valor del especialista responsable del estudio ambiental, pero al utilizar la función de transformación para el parámetro de diversidad de especie establecida por el método de Battelle Columbus se obtiene datos cuantitativos el cual representa una ventaja para las autoridades ambientales, impulsores de proyectos y consultoras ambientales, puesto que ofrecerá un método más confiable para el cálculo de impactos.

## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSIONES

- En el humedal de Conococha se identificaron 09 órdenes, 16 familias, 24 especies y 5260 individuos durante el periodo de precipitación y en el periodo de estiaje se identificaron 10 órdenes, 16 familias, 31 especies y 6324 individuos. La diversidad alfa a través del índice de Shannon y Wiener para los periodos de precipitación y estiaje fue de 2.48 bit/ind y 2.44 bit/ind respectivamente, estos valores demuestran que la diversidad presente es considerada como media, el índice de Simpson para la estación de precipitación es de 0.87 y para la estación de estiaje es de 0.84, demostrando que es homogénea en abundancia, así mismo el índice de equitatividad de Pielow para el periodo de precipitación es 0.78 y estiaje es 0.71, lo que también muestra que es homogénea en abundancia.
- La concentración de fosfatos se encuentra por encima de los Estándares de Calidad Ambiental, en los periodos de precipitación (11.2 mg/l) y estiaje (16.6 mg/l); esto nos indica que las aguas están sobre enriquecidas de nutrientes, lo que influyen en la abundancia de la vegetación acuática, elemento indispensable para la alimentación de las aves y con ello garantiza la biodiversidad.
- Los valores obtenidos para la calidad ambiental en el periodo de precipitación son de 0.456 y en el periodo de estiaje es de 0.490, lo que nos señala que la calidad ambiental del humedal de Conococha está ligeramente por debajo de la “calidad ambiental media”.
- Con relación a las diferentes categorías de conservación de aves halladas en el Humedal de Conococha, se registró una especie de ave *Phoenicopterus chilensis* en

la categoría Casi Amenazado referidas a la IUCN y en el registro CITES, Apéndice II, así mismo con respecto al Decreto Supremo N°004-2014-MINAGRI. se identificaron dos especies *Phoenicopterus chilensis* y el *Fulica gigantea*.

## CAPÍTULO VII

### RECOMENDACIONES

- Generar programas de educación ambiental relacionados a la conservación y cuidado del humedal la misma que debe de estar dirigido a los pobladores y comunidad en general.
- Fomentar investigaciones relacionados a la variación temporal de la abundancia y diversidad de aves relacionados al cambio climático.
- Difundir la calidad ambiental de las aguas del humedal de Conococha con la finalidad de preservarlas y mantener los servicios ecosistémicos.
- Se recomienda que los actores y entidades competentes gestionen la designación del humedal de Conococha como sitio RAMSAR, para garantizar el sostenimiento y conservación de sus características ecológicas, así como la protección de las especies de avifauna y la biodiversidad de manera integrada

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Loja.

Alba, J. (1996). Macroinvertebrados cuáticos y calidad de las aguas de los ríos. En U. d. Granada, *Departamento de biología animal y ecología* (págs. 203-213). Almería: ISBN.

Antamina, C. M. (2004). *Reporte de Sostenibilidad*. San Marcos.

Antamina, C. M. (2005). *Reporte de Sostenibilidad*. San Marcos.

BirdLife International. (2018). *El estado de conservación de las aves del mundo*. Cambridge: Tris Allinson.

Carranza, J., Peña, E., & Seoane, J. (2018). *Comunidad de aves como indicador de biodiversidad en Dehesas*. Córdoba: Life bio Dehesas.

Conesa, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi - Prensa.

Congreso de la República del Perú. (2005). *DS N°030-2005-AG*. Lima: El peruano. Obtenido de [https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2016/04/DS-N\\_-030-2005-AG-Reglamento-para-la-implementacion-de-la-CITES-Per\\_.pdf](https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2016/04/DS-N_-030-2005-AG-Reglamento-para-la-implementacion-de-la-CITES-Per_.pdf)

Congreso de la República del Perú. (2008). *DS 001-2008-MINAM*. Lima: El peruano. Obtenido de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_001-2008-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_001-2008-minam.pdf)

Congreso de la República del Perú. (2014). *DS 004-2014-MINAGRI*. Lima: El peruano. Obtenido de [file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/ds04-2014-minagri%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/ds04-2014-minagri%20(1).pdf)

Congreso de la República del Perú. (2017). *DS-004-2017-MINAM*. Lima: Gaceta oficial del congreso. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Decenio de las naciones unidas sobre la biodiversidad. (2020). *Convenio sobre la diversidad biológica*. Montreal: PNUMA.

Díaz, A., & Sotomayor, L. (2013). Evaluación de la eutrofización de la laguna Conococha - Ancash. (*Tesis de titulación*). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.

Eisermann, K. (2006). *Evaluation of waterbird populations and their conservation in Guatemala*. Guatemala.

Franke, I. (2007). Historia de la ornitología peruana e importancia de las colecciones científicas de aves. *Revista peruana de biología*, 6.

García, L., & Lannacone, J. (2014). Evaluación de las investigaciones en etnobotánica desarrolladas en el contexto peruano. *The biologist*, 363-393.

Gomez, G. (2014). *Métodologías para la identificación y valoración del impacto ambiental*. Juárez: IEA.

González, G. (2012). *Microbiología del agua. Conceptos y aplicaciones*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Gotuzzo, D. (2018). Estimación del índice de calidad ambiental de la Loma de Villa María en términos de la diversidad de avifauna. (*Tesis de titulación*). Universidad Agraria La Molina, Lima.

Green, A., & Figuerola, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En D. d. aplicada, *EMC HUMEDALES* (págs. 47 - 60). Sevilla.

Halffter, G., Moreno, C., & Pineda, E. (2001). *Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de de la biosfera*. Zaragoza: M&T SEA.

IUCN. (2012). *Categorías y criterios de la lista roja de la unión internacional para la conservación de la naturaleza*. Gland, Suiza: UK: IUCN.

IUCN. (2019). Unión internacional para la conservación de la naturaleza. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.uicn.es/conservacion/>

Karr, J., & Chu, E. (2011). Sustaining living rivers. *Hydrobiologia*, 15.

Lazaro, A. (2021). Identificación de aves como indicador de la calidad ambiental del área de conservación Humedal Laguna el Oconal de Villa Rica, teniendo como referencia el DS-004-2014-Minagri-2019. (*Tesis de titulación*). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco.

Lermann, B., Gilli, M., & Eliggi, S. (2016). *Demanda Biológica de oxígeno*. Santa Fe: UNL.

Martínez, A., DeClerck, F., Florian, E., & Estrada, N. (2016). *Manual de técnicas para la identificación de aves silvestres*. Managua: CATIE.

Ministerio del Ambiente. (2010). *Compendio de la legislación ambiental peruana. Volumen V. Calidad ambiental*. Lima: Gráfica Técnica S.R.L.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. Lima: Zona Comunicaciones S. A. C.

Ministerio del Ambiente. (2017). ¿Por que es importante la CITES? Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://cites.org/esp/disc/what.php>

Morelli, F., Reif, J., Díaz, M., Tryjanowski, P., Ibáñez, J., Suhonen, J., . . . Benedetti, Y. (2021). Top ten birds indicators of high environmental quality in European cities. En F. o. Czech University of Life Sciences Prague, *Ecological indicators* (pág. 133). Praga: ELSEVIER.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.

Munn. (2004). *Marine microbiology: ecology and applications*. London: Taylor & Francis.

Muñoz, M., Fierro, C., & Rivera, H. (2007). Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 5-20.

Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. NNUU.

Ortega, M., Martínez, F., & Padilla, F. (2003). Aspectos metodológicos para evaluar la calidad ambiental de los humedales. En I. d. almerienses, *Ecología, manejo y conservación de Humedales* (págs. 125 - 137). Almería: Mariano Paracuellos.

Osorio, B. (2019). Diversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del bosque de protección Pui Pui y zona de amortiguamiento, de la microcuenca Kitihuarero, del distrito de Pichanaqui, Perú. (*Tesis de titulación*). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

Osorio, J., & Molina, L. (2009). A vuelo de pajar, las ciudades como refugio para las aves. *NODO*, 47-58.

Pacori, J. (2014). *Evaluación mediante indicadores homogéneos*. Lima: MBT.

Parra, E. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *CES Salud Pública*, 59-69.

Ralph, J., Geupel, G., & Pyle, P. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California: Berkeley.

Ramsar. (2018). *PERSPECTIVA MUNDIAL SOBRE LOS HUMEDALES: Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas*.

Salcedo, S., Artica, L., & Trama, F. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. *Apuntes de ciencia y sociedad*, 124-140.

Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'Neill, J., & Parker, T. (2010). *Aves de Perú*. Lima: Centro de Ornitología y Biodiversidad.

SERFOR. (2018). *Libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú*. Lima: Primera edición.

Sigler, A., & Bauder, J. (2012). Nitrato y nitrito. *Educación en el agua de pozo*, 2.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC. (2013). *Propuesta de indicadores para el programa de monitoreo ecológico en el ámbito de ecosistemas de aguas continentales*. San José: PROMEC.

Smith, T., & Smith, R. (2014). *Ecología*. Madrid: Pearson.

Tello, R., & Gonzales, A. (2021). Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental para puesta en valor de la Laguna Andiviela, sector Andiviela, distrito de Morales. (*Tesis de titulación*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Valenzuela, A. (2020). Determinación de la biodiversidad alfa y beta de aves de los humedales de Conococha y Querococha y el índice de valor de importancia para la conservación del ecosistema 2019. (*Tesis de titulación*). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.

Vivas, J., Tosic, M., & Espinosa, L. (2012). *Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano*. Santa Marta: REDCAM.

Zuluaga, J., & Macana, D. (2016). Instituto de investigación de recursos biológicos. *Biota Colombiana*, 136- 186.

# ANEXOS



## **ANEXO A**

**Modelo de Ficha de registro de aves para evaluar la  
comunidad de aves.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE**  
**IDENTIFICACION DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD**  
**AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE CONOCOCHA RECUAY – AGOSTO, 2020 – MAYO, 2021**

Fecha:

Estacion de Monitoreo:

Lugar:

Fecha:

Hora Inicio :

Hora final:

Iniciales del Inv.

Numero	Nombre Cientifico	Nombre comun	Nº Individuos	Total
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
n..				

# ANEXO B

## Panel Fotográfico

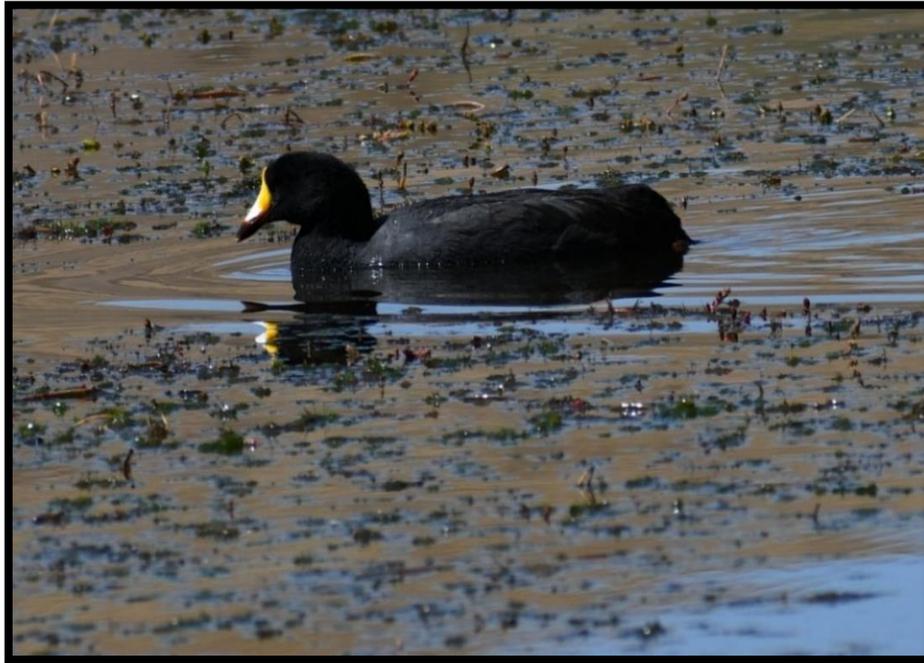




**Fotografía 1.** Vista panorámica, Grupo de *Phoenicopterus chilensis* en el humedal de Conococha.



**Fotografía 2.** Especie de ave *Phoenicopterus chilensis*, catalogada como especie Casi Amenazada con respecto a las categorías de conservación del humedal de Conococha.



**Fotografía 3.** *Fulica gigantea*, ave predominante en el humedal de Conococha.



**Fotografía 4.** *Plegadis ridgwayi*, conocido como el Yanavico o puna ibis



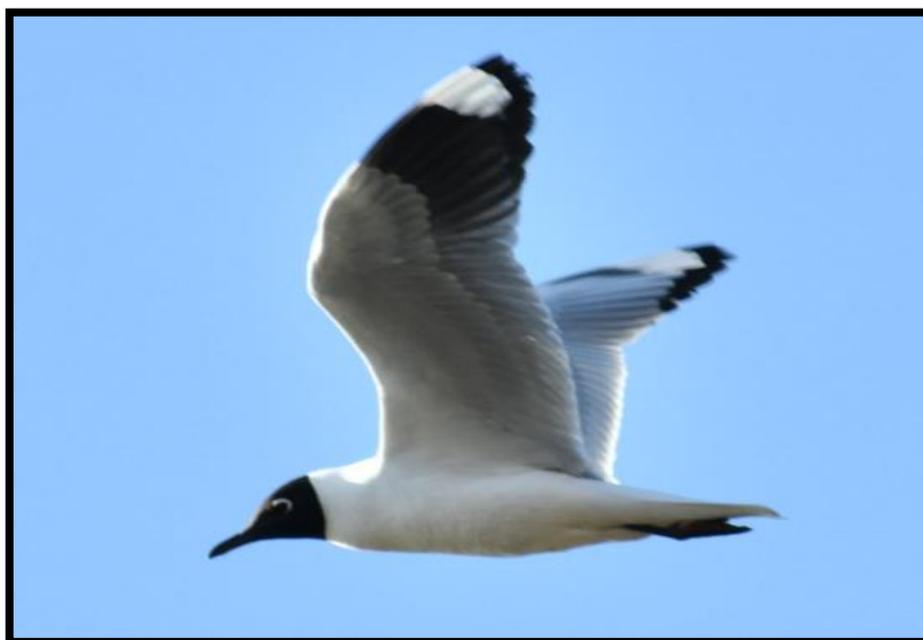
**Fotografía 5.** *Chloephaga melanoptera* “Huallata” muy común en el Humedal de Conococha.



**Fotografía 6.** *Anas puna* (pato puna) en el Humedal de Conococha.



Fotografía 7. *Egretta alba* (Garza blanca grande).



Fotografía 8. Vuelo de *Larus serranus* (Gaviota andina)



Fotografía 9. *Lessonia oreas* (Negrito).



Fotografía 10. *Vanellus resplendes* (Lique lique).



Fotografía 11. *Anthus correndera* (Cachirla meridional).



Fotografía 12. *Anas georgica* (Pato jerga)



Fotografía 13. *Muscisaxicola flavinucha* (Dormilona gris)



Fotografía 14. *Calidris bairdii* (Playero de baird)



Fotografía 15. *Rollandia rolland* (Zambullidor pimpollo).



Fotografía 16. Captura de fotografías de las aves del humedal de Conococha.



**Fotografía 17.** Vista panorámica del humedal de Conococha.



**Fotografía 18.** Recolección de muestra de agua para el análisis



**Fotografía 19.** Almacenamiento para traslado de las muestras recolectadas.

# ANEXO C

## Resultados de Laboratorio





### INFORME DE ENSAYO AG200197 - A

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS: IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - REDUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Minella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 26 de Agosto /2020  
**Fecha de análisis** : 26 de Agosto - 02 de Setiembre /2020  
**Cotización N°** : CC2000250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:45
					Código de Laboratorio	AG200197 - A
<b>FQ</b> ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		12.583
<b>CB</b> ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB01	Demandas Bioquímicas de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU</b> ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.1
<b>CM</b> INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		93

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition-2017

Huancayo, 02 de Setiembre de 2020

"Pie del Informe de Ensayo"



MSc. Quím. Mabel Leyva Collas  
 Administradora del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dimeritas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perechibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Camarero N°200 Huancayo - Anexos - Telef. 043 640020 - Anexos 3602-3501  
 E-mail: lqca@unasm.edu.pe

Página 1 de 1





## INFORME DE ENSAYO AG200198 - A

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS: IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marien Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 26 de Agosto /2020  
**Fecha de análisis** : 26 de Agosto - 02 de Setiembre/ 2020  
**Cotización N°** : CO200250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:18
					Código del Laboratorio	AG200198 - A
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		16.540
<b>CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		4
<b>NU ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.3
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		93

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 02 de Setiembre de 2020



*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG200199 - A

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 26 de Agosto /2020  
**Fecha de análisis** : 26 de Agosto - 02 de Setiembre/ 2020  
**Cotización N°** : CO200250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 03
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	14:56
					Código del Laboratorio	AG200199 - A
FQ	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		17.832
CB	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		4
NU	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.8
CM	<b>INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATÓGENOS</b>					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		23

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

\*Fin del Informe de Ensayo\*

Huaraz, 02 de Setiembre de 2020



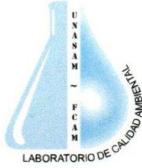
*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG200200 - A

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS: IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUYAG AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 26 de Agosto /2020  
**Fecha de análisis** : 26 de Agosto - 02 de Setiembre/ 2020  
**Cotización N°** : CO200250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 04
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	13:45
					Código del Laboratorio	AG200200 - A
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		18.142
<b>CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		3.2
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		75

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition-2017

Huaraz, 02 de Setiembre de 2020

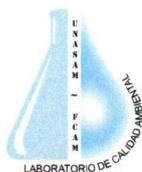
"Fin del Informe de Ensayo"



Msc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



### INFORME DE ENSAYO AG200201 - A

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 26 de Agosto /2020  
**Fecha de análisis** : 26 de Agosto - 02 de Setiembre/ 2020  
**Cotización N°** : CO200250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 05
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:02
					Código del Laboratorio	AG200200 - A
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatolibdato	0.010		18.120
<b>CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		4
<b>NU ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.2
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		93

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 02 de Setiembre de 2020

"Fin del Informe de Ensayo"



*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG200202 - A

**CLIENTE** Razón Social : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021

Dirección : Conococha  
Atención : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Laguna de Conococha  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC200079 - A

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 26 de Agosto /2020  
Fecha de análisis : 26 de Agosto - 02 de Setiembre/ 2020  
Cotización N° : CO200250

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 06
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	25/08/2020
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:30
					Código del Laboratorio	AG200200 - A
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>					
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatolibdato	0.010		16.145
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		4
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitros	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		4.9
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		150

Datos proporcionados por el cliente  
Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

\*Fin del Informe de Ensayo\*

Huaraz, 02 de Setiembre de 2020



*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG210035

**CLIENTE** Razón Social : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021

Dirección : Conococha  
Atención : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Laguna de Conococha  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 12 de Marzo /2021  
Fecha de análisis : 12 de Marzo - 19 de Marzo/ 2021  
Cotización N° : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	11/03/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:45
					Código del Laboratorio	AG210035
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		9.630
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.6
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		43

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 19 de Marzo de 2021



Msc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG210036

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 12 de Marzo /2021  
**Fecha de análisis** : 12 de Marzo - 19 de Marzo/ 2021  
**Cotización N°** : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	11/03/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	15:18
					Código del Laboratorio	AG210036
<b>FQ</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		11.334
<b>CB</b>	<b>ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO</b>					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU</b>	<b>ANÁLISIS DE NUTRIENTES</b>					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.9
<b>CM</b>	<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS</b>					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		39

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 19 de Marzo de 2021

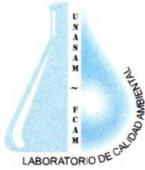


*Mario Leyva Collas*  
**MSc. Quím. Mario Leyva Collas**  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





### INFORME DE ENSAYO AG210037

**CLIENTE** Razón Social : PROYECTO DE TESIS: IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021

Dirección : Conococha  
Atención : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Laguna de Conococha  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 12 de Marzo /2021  
Fecha de análisis : 12 de Marzo - 19 de Marzo/ 2021  
Cotización N° : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 03
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	11/03/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	14:56
					Código del Laboratorio	AG210037
<b>FQ</b> ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		13.835
<b>CB</b> ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU</b> ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		3.5
<b>CM</b> INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		< 2

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 19 de Marzo de 2021



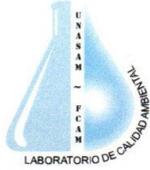
*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





### INFORME DE ENSAYO AG210038

**CLIENTE** Razón Social : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021

Dirección : Conococha  
Atención : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Laguna de Conococha  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 12 de Marzo /2021  
Fecha de análisis : 12 de Marzo - 19 de Marzo/ 2021  
Cotización N° : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 04
					Fecha de muestreo	11/03/2021
					Hora de muestreo	13:45
					Código del Laboratorio	AG210038
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatolibdato	0.010		10.198
<b>CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		2.0
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		28

Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd, Edition-2017

Huaraz, 19 de Marzo de 2021

"Fin del Informe de Ensayo"



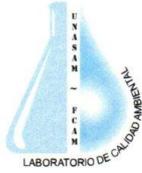
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





## INFORME DE ENSAYO AG210039

**CLIENTE** Razón Social : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021

Dirección : Conococha  
Atención : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Laguna  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial  
Procedencia : Laguna de Conococha  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 12 de Marzo /2021  
Fecha de análisis : 12 de Marzo - 19 de Marzo /2021  
Cotización N° : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 05
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	11/03/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:02
					Código del Laboratorio	AG210039
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatomolibdato	0.010		12.153
<b>CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO</b>						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
<b>NU ANALISIS DE NUTRIENTES</b>						
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		3.1
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		93

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 19 de Marzo de 2021



*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





### INFORME DE ENSAYO AG210040

**CLIENTE**  
**Razón Social** : PROYECTO DE TESIS : IDENTIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES COMO INDICADOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL CONOCOCHA - RECUAY AGOSTO, 2020 - MAYO, 2021  
**Dirección** : Conococha  
**Atención** : Marlen Mirella Teodor Alvarado

**MUESTRA**  
**Producto declarado** : Agua de Laguna  
**Matriz** : Aguas Naturales - Agua Superficial  
**Procedencia** : Laguna de Conococha  
**Ref./Condición** : Cadena de Custodia CC210017

**MUESTREO**  
**Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente  
**Referencia:** : No indica

**LABORATORIO**  
**Fecha de recepción** : 12 de Marzo /2021  
**Fecha de análisis** : 12 de Marzo - 19 de Marzo/ 2021  
**Cotización N°** : CO210050

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 06
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ20	Fosfato	mg/l PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	Vanadatolibdato	0.010		10.198
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO <sub>5</sub>	APHA 5210 B	1		3
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrospectral	1.0		3.9
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C	1		93

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

Huaraz, 19 de Marzo de 2021

"Fin del Informe de Ensayo"



Msc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

FI-001/Versión: 01/FE: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501  
E-mail: dgcie-ica-av@unasam.edu.pe

Página 1 de 1

