

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**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**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**BENNY CELESTINO, OSORIO HUAMANÍ**

**PROMOCIÓN 2014**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo María – Perú

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 09 de Enero del 2019, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS, para calificar la Tesis titulada:

### **“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”**

Presentado por el Bachiller: **BENNY CELESTINO, OSORIO HUAMANÍ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 21 de Agosto de 2019.

**Dr. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU**  
PRESIDENTE

**Dra. YANE LEVI RUIZ**  
MIEMBRO

**Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA**  
MIEMBRO

**Blgo. CÉSAR AUGUSTO GOZME SULCA**  
ASESOR

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



### 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.

Autor : Bach. Benny Celestino, Osorio Huamaní

Asesor de Tesis : Blgo. César Augusto, Gozme Sulca.

Escuela Profesional : Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación : Biodiversidad.

Programa de Investigación : Diversidad y ecosistemas.

Eje Temático de Investigación : Uso de índices para cuantificar la biodiversidad.

Lugar de Ejecución : Distrito de Pichanaqui, Microcuenca Kitihuarero.

Duración Fecha de Inicio : Marzo 2017

Terminó : Agosto 2017

Financiamiento : 6062.28

FEDU : NO

Propio: SI

Otros : NO

## DEDICATORIA

A mi madre Avelina Huamaní Noa y mi padre Adolfo Osorio Alarcón. Gracias por apoyarme en todo momento de mi vida y compartir tiempos inolvidables.

A mi hijo AMAD y mi esposa Leydi Karen, son mi inspiración profunda y mi fortaleza para seguir adelante en el camino de la vida. Gracias por tu apoyo y estar presente en todo momento cuando más lo necesité.

A mis hermanos, por ser causa fundamental de todos mis logros alcanzados. Gracias por los triunfos y la unidad que los caracteriza.

*Gracias a Dios por bendecir mi familia y mi hogar, y traerme mucha felicidad en la vida!!!*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento al profesor Blgo. Cesar Gozme Sulca, mi asesor de tesis, por los conocimientos impartidos, la amistad y por los buenos consejos recibidos; y siempre considerado un guía como persona y como buen profesional.

También agradezco a los miembros de Jurado de Tesis de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme todo el apoyo y las facilidades para hacer realidad esta investigación.

Al Doctor José Guerra Lu, presidente del Jurado de Tesis, gracias por las enseñanzas y ese fino juicio crítico que me ayudo a culminar con éxito esta investigación.

A la Ingeniera Magister Yané Leví Ruiz, quien tuvo la amabilidad de acompañarme a la zona de estudio, brindarme sus conocimientos, apoyo y mucho aliento durante el desarrollo de mi tesis.

Al Ingeniero Edilberto Díaz Quintana, gracias por las enseñanzas y los buenos consejos, que me sirvieron mucho para seguir adelante con el término de esta investigación.

También quiero agradecer profesor Blgo. M. Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante, quien siempre ha estado llano en apoyarme para que este trabajo llegara a concretarse, así como su formidable capacidad de trabajo y conocimiento, disciplina, su amistad y los buenos consejos.

Al Dr. Manuel Ñique Álvarez, por su amistad, por sus conocimientos y brindarme las facilidades para desarrollar mi proyecto de investigación, cuando tenía el cargo de Decano de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estrado-SERNANP, por darme facilidades de emprender el proyecto de investigación en una de las Áreas Naturales Protegidas-ANP que dignamente rigen.

A la Ing. Anamelva Zambrano Yaringaño, Jefe del Bosque de Protección Pui Pui-BPPP; por su comprensión, su amistad y sus enseñanzas y ser participé de esta investigación en aves dentro del BPPP.

A los especialistas del BPPP, al Ingeniero Wilfredo Daza Romero y Jack Carhuacosme Huamán, grandes amigos y profesionales. Gracias por brindarme su apoyo y consejos, que fueron muy necesarios para hacer realidad este objetivo.

A los Guardaparques, para ellos, mis más sinceros reconocimientos y agradecimientos por tan ardua labor y acompañarme en la realización de los estudios iniciales de aves en la microcuenca del Kitihuarero. A Johan Doñe Sánchez, Hugo Llantoy Cárdenas y Jossy Odar Albuja.

A mi primo Econ. M. Sc. Jhon Kenet Aguilar Guizado, por su esmerado apoyo moral y siempre estar presente en los momentos más importantes de la vida y, perseguir nuestros objetivos principales.

A todos aquellos que han contribuido a que este trabajo sea una realidad, mis más sinceros agradecimientos.

Benny C. Osorio Huamaní

Tingo María, 2019

## ÍNDICE

Página

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1. General .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. Específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Área Natural Protegida. ....	4
2.2. Zona de Amortiguamiento (ZA) .....	5
2.3. Inventarios de biodiversidad .....	6
2.4. La Biodiversidad .....	7
2.4.1. Medición de la diversidad alfa.....	8
2.4.2. Medición de la diversidad beta ( $\beta$ ).....	11
2.5. Estudio de las comunidades de aves .....	13
2.5.1. Método de muestreo de las aves .....	13
2.5.2. Tamaño de la unidad muestral .....	15
2.6. Calidad Ambiental (CA) .....	15
2.6.1. Índice de Calidad Ambiental .....	17
2.6.2. Las aves como indicadoras ambientales .....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. Ubicación del Bosque de Protección Pui Pui .....	20
3.2. Características Biofísicas del Bosque de Protección Pui Pui .....	23
3.2.1. Fisiografía y Paisaje .....	23
3.2.2. Hidrografía.....	23
3.2.3. Sistemas Ecológicos .....	24
3.2.4. Zonas de Vida .....	25
3.2.5. Diversidad Biológica .....	26
3.3. Ubicación de la zona de estudio .....	31
3.3.1. Ubicación política .....	31
3.3.2. Ubicación geográfica .....	31
3.4. Materiales y equipos.....	32
3.4.1. Materiales.....	32



3.4.2. Equipos .....	32
3.5. Métodos .....	34
3.5.1. Etapa de pre-campo .....	34
3.5.2. Identificación de especies de aves y su abundancia.....	36
3.5.3. Medición de la diversidad alfa.....	40
3.5.4. Medición de la diversidad beta .....	40
3.5.5. Determinación de la calidad ambiental .....	41
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
4.1. Identificación de especies de aves y su abundancia.....	43
4.1.1. Abundancia. ....	49
4.2. Medición de la diversidad alfa .....	58
4.2.1. Cálculo de la riqueza específica (S).....	58
4.2.2. Índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ ).....	60
4.2.3. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ).....	61
4.3. Medición de la diversidad beta. ....	64
4.3.1. Coeficiente de similitud de Jaccard ( $C_j$ ).....	64
4.3.2. La complementariedad (C) .....	65
4.4. Determinación de la calidad ambiental .....	67
4.4.1. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa.....	67
4.4.2. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Seca. 67	
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>75</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>VIII. ABSTRACT .....</b>	<b>78</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>79</b>
<b>X. ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
10.1. Panel fotográfico .....	84
10.2. Lista de especies de aves registradas.....	90

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Hitos que delimitan el Bosque de Protección Pui Pui. ....	21
2. Sistemas ecológicos terrestres del área Bosque de Protección Pui Pui .....	24
3. Número de especies Objeto de Conservacion-OC probable para cada taxa en el área Bosque de Protección Pui Pui. ....	24
4. Sistemas ecológicos presentes en el BPPP y su ZA. ....	25
5. Coordenadas de referencia de la zona de estudio-microcuenca Kitihuarero. ....	31
6. Puntos de muestreo en el estrato Zona de Amortiguamiento. ....	36
7. Puntos de muestreo en el estrato Bosque de Protección Pui Pui. ....	37
8. Especies amenazadas registradas en el estudio dentro de la microcuenca Kitihuarero. ....	49
9. Riqueza específica de aves. ....	58
10. Índice de Diversidad de Margalef (DMg). ....	60
11. Índice de Shannon – Wiener. ....	61
12. Datos de abundancia del BPPP y ZA. ....	62
13. Coeficiente de similitud de Jaccard. ....	65
14. Riqueza total para ambos sitios combinados ( <b>S</b> <sub>ZA y BPPP</sub> ) y número de especies únicas de los dos estratos ( <b>U</b> <sub>ZA y BPPP</sub> ). ....	65
15. Índice de complementariedad (CZA y BPPP). ....	66
16. Especies de aves del Estrato Bosque de Protección Pui Pui. ....	90
17. Especies de aves del Estrato Zona de Amortiguamiento. ....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Niveles de organización jerárquica de la biodiversidad y atributos de composición, estructura y función. ....	7
2. Escala de valoración de la calidad ambiental. ....	17
3. Mapa del Bosque de Protección Pui Pui. ....	22
4. Bosque de Protección Pui Pui, luego de cesar la lluvia. Se aprecia en ecosistema cerrado y accidentado. ....	26
5. Hurón o Umairo ( <i>Eira barbara</i> ) registrado en la Zona de Amortiguamiento. ..	28
6. Huella de Tapir registrado en el Rio La Florida. ....	29
7. Venado gris registrado en la parte sierra del BPPP. ....	29
8. El pito andino ( <i>Colaptes rupícola</i> ), registrado en el sector de Talhuis del BPPP. ....	30
9. Mapa de ubicación del Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Estudio- microcuenca Kitihuarero. ....	33
10. Curva de acumulación de especies en la Zona de Amortiguamiento. ....	35
11. Curva de acumulación de especies en el Bosque de Protección Pui Pui. ..	35
12. Mapa de distribución de los puntos de muestreo. ....	39
13. Escala de valoración de la calidad ambiental. ....	42
14. Se aprecia que en la ZA en estación lluviosa, se registró a un 85.91% de especies de aves observadas en campo ( <i>Sobs_campo</i> ) . ....	45
15. En la ZA en estación seca, todos los estimadores dieron como resultado un registro que superan el 95.05 % de especies esperadas. ....	46
16. En BPPP, en estación lluviosa, con el estimador Bootstrap se obtuvo un registro mínimo del 93.85%. ....	46
17. En BPPP, en estación seca, con el estimador Jackknife 1 se obtuvo un registro mínimo del 86.48%. ....	47
18. El número de especies en la microcuenca Kitihuarero segun el gradiente altitudinal ....	48
19. Número de individuos de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Lluviosa, y modelo logarítmico de abundancia. ....	50

20. Abundancia relativa de aves de la Zona de Amortiguamiento, en Estación Lluviosa-Marzo. ....	51
21. Iridisornis analis alimentándose sobre matorrales. ....	52
22. Número de individuos de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Seca, y modelo logarítmico de abundancia. ....	53
23. Abundancia relativa de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Seca. ....	54
24. Número de individuos de aves del BPPP, en Estación Lluviosa, y modelo logarítmico de abundancia. ....	55
25. Abundancia relativa de aves -BPPP, en Estación Lluviosa. ....	56
26. Número de individuos de aves del BPPP, en Estación Seca, y modelo logarítmico de abundancia. ....	57
27. Abundancia relativa de aves -BPPP, en Estación Seca. ....	57
28. Penelope montagnii, pava de montaña sobre vegetación enmarañada de ladera. ....	58
29. Diferencias en la Riqueza específica de aves, en dos estaciones climáticas, para el BPPP y ZA. ....	59
30. Índice de Diversidad de Margalef para las aves, en dos estaciones. ....	61
31. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener para las aves, en dos estaciones. ....	62
32. Coeficiente de similitud de Jaccard para las aves, en dos estaciones. ....	65
33. Índice de complementariedad. ....	66
34. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa. ....	67
35. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Seca. ....	68
36. Comparación de la Calidad ambiental en la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa y Seca. ....	69
37. Al fondo. El Bosque de Protección Pui Pui, al límite con la Zona de Amortiguamiento. ....	84
38. Cadena montañosa que limita a la microcuenca Kitihuarero con la sierra, en el Bosque de Protección Pui Pui. ....	84
39. Recursos hídricos del Bosque de Protección Pui Pui, que discurren de diferentes puntos en forma de cascada al río Kitihuarero. ....	85

40. Explorando el Bosque de Protección Pui Pui, realizando búsqueda intensiva de aves, con el guardaparque Hugo Llantoy Cárdenas.....	85
41. Ubicando las coordenadas del punto de conteo, en la Zona de Amortiguamiento.....	86
42. Fotografiando las aves para su identificación.....	86
43. Realizando la verificación en campo de la ejecución de tesis, a cargo de la Ing M.Sc. Yané Leví Ruiz, Miembro de Jurado de Tesis.....	87
45. Tangara de gorro blanco ( <i>Sericossypha albocristata</i> ). Especie registrada a más de 2800 m.s.n.m en el BPPP. ....	87
44. Trogón enmascarado ( <i>Trogon personatus</i> ). Especie de bosques de neblina y rango restringido. ....	88
46. Gallito de las rocas ( <i>Rupicola peruviana</i> ). Ave emblemática del BPPP. ....	88
47. Quetzal crestado ( <i>Pharomachrus antisianus</i> ). Una especie de rango de hábitat muy restringido.....	89
48. Carpintero olivo dorado ( <i>Colaptes rubiginosus</i> ), presente en la Zona de Amortiguamiento.....	89

## RESUMEN

La presente investigación en diversidad de aves como indicador de la Calidad Ambiental (CA), se desarrolló en la Microcuenca Kitihuarero, del Distrito de Pichanaqui, conformado por dos estratos, el Bosque de Protección Pui Pui (BPPP) y su Zona de Amortiguamiento (ZA). Se realizó en dos periodos de muestreo; uno en Estación Lluviosa y otro en Estación Seca, con 16 puntos de conteo en el BPPP y ZA. Se determinó la CA de la Microcuenca Kitihuarero en estación lluviosa y seca, según CONESA *et al.* (1997) y se calculó la diversidad Alfa con el Índice de Diversidad de Margalef (**DMg**) y El Índice de Equidad de Shannon-Wiener (**H'**); y la Diversidad Beta, con el Coeficiente de Similitud de Jaccard (**Ij**) e Índice de Complementariedad (**C**). Los resultados evidenciaron una CA muy buena de la microcuenca Kitihuarero (Lluviosa: 1.32, Seca: 1.22), con una alta diversidad de aves en la ZA (**DMg**: Lluviosa: 6.79, Seca: 11.98, y **H'**: Lluviosa: 3.52, Seca: 4.11) y el BPPP (**DMg**: Lluviosa: 5.59, seca: 3.35; **H'**: Lluviosa: 3.10, seca: 2.73); asimismo para la diversidad beta, presenta una alta disimilitud, (**Ij** Lluvioso: 0.08 y **Ij** Seco: 0.07) y baja complementariedad en los pares de biotas estudiados (**C**: Lluvioso: 0.92, Seca: 0.93).

Palabras clave: Calidad Ambiental, Biodiversidad, Aves, Microcuenca Kitihuarero.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú alberga una gran diversidad de especies de aves, en sus diferentes ecosistemas, y los bosques nublados como la zona de estudio de la presente investigación; la microcuenca Kitihuarero, guardan una importante variedad de especies de aves que juegan un rol muy importante en la dinámica de los ecosistemas; como agentes polinizadores, dispersores de semillas, controladores biológicos y muchos otros roles de vital importancia inmersos en la homeostasis del medio ambiente, tal es así que pueden ser utilizadas como bioindicadores del estado de salud del ambiente bajo ciertos parámetros y coadyuvar en la toma de decisiones.

Las aves presentan muchas características importantes que son idóneas para el inventario de las comunidades, definir los ecosistemas y sus hábitats, tales como poseer comportamientos atractivos, rápida detección y también son sensibles a las perturbaciones que suscitan en sus hábitats; y que pueden ser utilizadas provechosamente para establecer las políticas de manejo de un territorio (VILLARREAL *et al.*, 2006).

El conocimiento de la diversidad de aves de la microcuenca Kitihuarero permitirá caracterizar el territorio en cuestión, a fin de conocer su riqueza específica, el grado de cambio en la biodiversidad en dos pares de biotas como son el Bosque de Protección Pui Pui y la Zona de Amortiguamiento; mediante la división de la diversidad en los componentes alfa (la riqueza propia de un ecosistema) y beta (asociado al grado de cambio o remplazo que ocurre en una comunidad en función a la composición de especies) según los conceptos desarrollados en (Whittaker, 1972, citado por MORENO, 2001).

El conocimiento de la riqueza de especies de aves puede ser utilizada para realizar nuevos cálculos o estimaciones basados en el número de

especies y su abundancia a través de funciones de transformación y una escala de valoración (CONESA, 1997), que permitirá conocer el estado de la calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero, y que a futuro conllevará a tomar acciones según sea necesario.

El Perú al ser un país megadiverso, promueve políticas y estrategias para el monitoreo y la conservación de la diversidad biológica, a través de diferentes entidades públicas, como es el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), donde se monitorea la avifauna dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), como un componente muy importante para caracterizar una unidad de territorio en cuanto a los hábitats, distribución, dinámica poblacional, comportamiento y función de ecosistemas.

La microcuenca Kitihuarero, que se superpone con el ANP. el Bosque de Protección Pui Pui (BPPP), no ha sido muy explorada y cuenta con poca información respecto a los recursos biológicos del lugar y en específico a la avifauna; y en esa causa el SERNANP viene realizando intervenciones a esta zona a manera de percibir las actividades antrópicas, recursos biológicos, turísticos, sociales y agrícolas, a fin de realizar una mejor gestión del territorio.

Según esto, en específico, se ha podido percibir que estas zonas albergan una gran diversidad de aves, pero también son considerados hábitats muy frágiles, propensos de sufrir los impactos negativos productos de la agricultura convencional y migratoria, que a la actualidad en aras de fortalecer el desarrollo de los cultivos de café, los pobladores locales, vienen manejando la idea de aperturar trochas carrozables e intensificar los cultivos locales, lo que en efecto generaría mayor deforestación y pérdida de hábitats.

Por lo que se justifica el presente proyecto de investigación: “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”, para conocer la calidad ambiental, la diversidad de la avifauna y su abundancia; y coadyuvar también con la gestión del Bosque de Protección Pui Pui.



Conociendo el enfoque problemático de la presente tesis de investigación, se responde al siguiente **problema**: ¿Cuál es la calidad ambiental del Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento en la microcuenca Kitihuarero, usando la diversidad de aves y su abundancia?

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. General

- ✓ Determinar la 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

### 1.1.2. Específicos

- ✓ Identificar las especies de aves y su abundancia en el Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento de la microcuenca Kitihuarero.
- ✓ Medir la diversidad alfa ( $\alpha$ ) de aves en el Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento de la microcuenca Kitihuarero.
- ✓ Medir la diversidad beta ( $\beta$ ) de aves de la microcuenca Kitihuarero (Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento).
- ✓ Determinar la calidad ambiental mediante el cálculo de la diversidad de aves de la microcuenca Kitihuarero en el Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento, usando la escala de valoración propuesta en CONESA *et al.* (1997).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Área Natural Protegida.

Según el Servicio de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, “las Áreas Naturales Protegidas, son los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país”.

En la actualidad existen seis (06) Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el Perú en la categoría de Bosques de Protección, que cubren una superficie de 389 986,99 hectáreas que representan el 0,3 % del territorio nacional siendo uno de ellos el Bosque de Protección Pui Pui (BPPP), que “se estableció con el objeto de garantizar la protección de las cuencas altas o colectoras, las riberas de los ríos y de otros cursos de agua y en general, para proteger las tierras frágiles y conservar la Diversidad Biológica del país” (SERNANP, 2014).

Según SERNANP (2014), la creación del Bosque de Protección Pui Pui, nace como una de las estrategias de cooperación intergubernamental en el Perú, que se realizó a través de la creación de Proyectos Especiales. Referido a Selva Central se estableció el “Proyecto Especial Pichis Palcazú”, quien contribuyó a la conservación de los recursos naturales y mantenimiento del ecosistema de la Amazonía, a través de la promoción y ejecución de proyectos de desarrollo sostenible para la conservación de la biodiversidad y de las áreas naturales protegidas, determinando que existen áreas boscosas que por su ubicación topográfica y características especiales de pendiente, vegetación y clima, debían ser declaradas como Áreas Naturales Protegidas.

La creación del “Bosque de protección Pui Pui”, constituye el resultado de la iniciativa de la Región Agraria XVI – Junín, en 1984, en el marco del proyecto Especial Pichis-Palcazú, y a través del Proyecto Satipo-Chanchamayo, determinó la importancia de realizar el expediente justificatorio en una de las áreas boscosas comprendida entre el sistema montañoso de la Cordillera de Pui Pui del departamento de Junín, y es así, que el 31 de enero de 1985 se establece la creación del Área Natural Protegida “Bosque de Protección Pui Pui”, a través de la Resolución Suprema N° 0042-85-AG/DGFF, con una extensión de 60,000 hectáreas, dicho Bosque se sitúa en el divortium acuarium de la cordillera de Pui Pui del departamento de Junín, considerada un área de importancia a nivel Nacional, para ser conservada a perpetuidad (SERNANP, 2014).

A partir del 2008, el Blgo. Genaro Yarupaitan Galván, Jefe del Parque Nacional Otishi, quien estuvo encargado de ver el BPPP, realiza una prospección de los sectores vinculados al BPPP para iniciar la gestión del BPPP (SERNANP, 2014).

En el periodo de mayo a septiembre del 2009, el personal de la Reserva Comunal Asháninka (RCAS) tuvo la predisposición de apoyar en iniciar la gestión del BPPP, a cargo de la Jefatura de la Reserva Comunal Asháninka, Blgo. José Ríos Suárez, contribuyendo con el apoyo al inicio de la gestión; siendo designado como Jefe encargado a partir de setiembre del 2009, asumiendo la gestión con el apoyo del personal de la RCAS (SERNANP, 2014).

A partir del 2010, después de 25 años de no contar con personal, el BPPP, establece su gestión propiamente a través de la contratación del Jefe del ANP a exclusividad y su personal, por lo que el proyecto MACC- Selva Central (Fase II), orientó las líneas de acción mediante el fortalecimiento, posicionamiento de la Jefatura del BPPP y elaboración de los términos de referencia del Plan Maestro del BPPP, como herramienta de gestión planificada, participativa y estratégica (SERNANP, 2014).

## **2.2. Zona de Amortiguamiento (ZA)**

Las zonas de amortiguamiento son establecidas con la finalidad de proteger la integridad del ANP, garantizar su funcionalidad y su capacidad para minimizar los impactos de contaminantes o actividades humanas que se desarrollen en su entorno. Es definida como la zona adyacente al ANP y que requiere un tratamiento especial para garantizar la conservación. El reglamento de la ley de ANP indica que “en estas zonas se promueve el ecoturismo, el manejo o recuperación de población de flora y fauna, el reconocimiento de áreas de conservación privada, conservación y de servicios ambientales, la investigación y/o recuperación del hábitat, el desarrollo de actividades agroforestales o la combinación de actividades que contribuyan a los objetivos por la cual ha sido creada el BPPP” (SERNANP, 2014).

### **2.3. Inventarios de biodiversidad**

Los inventarios de biodiversidad, permiten describir y conocer la estructura y función de los diferentes niveles jerárquicos, que elementos o entidades la componen, para la gestión y conservación de los recursos; que además, es de necesidad producir información básica y confiable para el desarrollo de la toma de decisiones, con la ardua labor que conlleva la generación de estrategias para obtener información, a corto y mediano plazo, a fin de conocer la composición y los patrones de distribución de la biodiversidad (Haila y Margules, 1996, citado por VILLARREAL *et al.*, 2006).

Entonces la comprensión de la biodiversidad implica el entendimiento de los diferentes niveles de organización de la vida (genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas), así como de sus propiedades de composición, estructura y función (Noss, 1990, citado por VILLARREAL *et al.*, 2006). Ver Figura 1.

Según VILLARREAL *et al.* (2006), una adecuada planeación y diseño de un inventario requiere lo siguiente: **1.** Definir los objetivos, el nivel de organización, la escala e intensidad de muestreo, **2.** Elegir los grupos biológicos (taxonómicos) y desarrollar los métodos de muestreo, **3.** La generación, captura

y organización de los datos, que facilite su uso y sea acorde al tipo de análisis e información que se desea obtener.

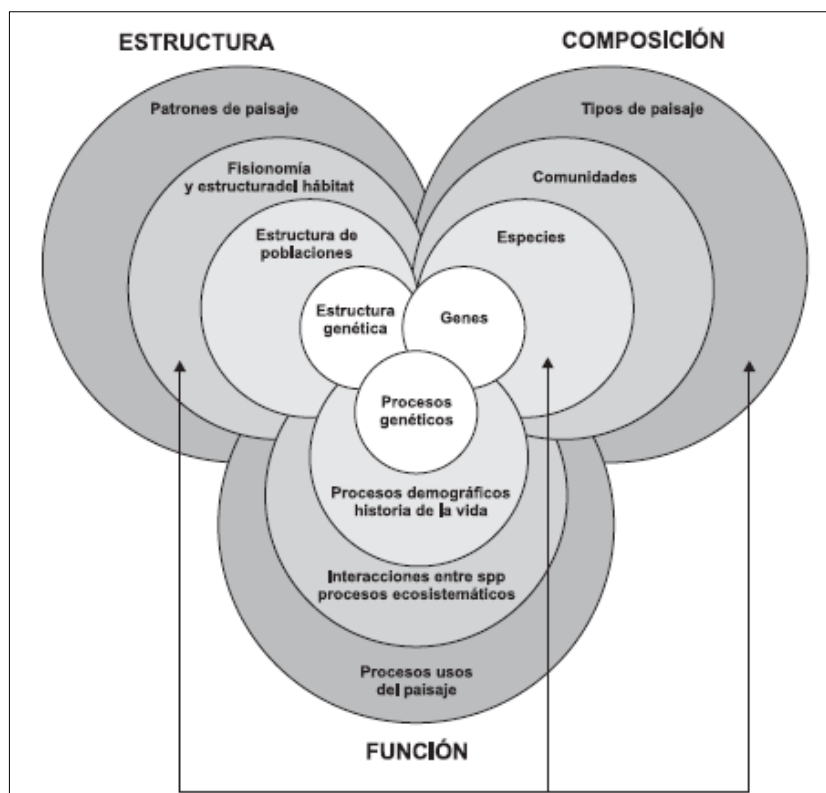


Figura 1. “Niveles de organización jerárquica de la biodiversidad y atributos de composición, estructura y función”.

Fuente: Noss (1990), citado por VILLARREAL *et al.* (2006).

## 2.4. La Biodiversidad

La biodiversidad sigue siendo un tema central en ecología y muchos ecólogos han centrado su interés en definirla, por lo que ha sido objeto de amplio debate, según las percepciones y el enfoque problemático de quienes los observan de diferentes ángulos (MAGURRAN, 1989), a tal punto que se llegó al extremo de considerarla como un no concepto (Hurlbert, 1971, citado por MAGURRAN, 1989). “Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental” (Spellerberg, 1991, citado por MORENO, 2001).

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” (UNEP, 1992, citado por MORENO, 2001). “Entonces para abordar la diversidad se tiene que observar la escala biológica de medición, sea este a escala genética, a nivel de especies, comunidades y paisaje” (Solbrig, 1991; Halffter y Ezcurra, 1992; Heywood, 1994; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1994, citado por MORENO, 2001).

“En cada unidad geográfica, o paisaje, existe variabilidad de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, es factible la separación en los componentes alfa, beta y gamma, siendo de gran utilidad como medida para caracterizar los ecosistemas” (Whittaker, 1972, citado por 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” (Whittaker, 1972, citado por MORENO, 2001).

#### **2.4.1. Medición de la diversidad alfa**

“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: **1)** Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (como la riqueza específica e índice de Margalef) y **2)** 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).

#### 2.4.1.1. Riqueza específica (S)

“La riqueza específica o riqueza de especies (**S**) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que sólo tiene en cuenta el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de importancia. En este caso un inventario completo nos permitirá conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio” (MORENO, 2001).

#### 2.4.1.2. Índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ )

El Índice de diversidad de Margalef, “transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S=k.N$ , donde  $k$  es constante (Magurran, 1988, citado por MORENO, 2001). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida” (MORENO, 2001).

En el caso de que sólo haya una especie y esa especie tenga al menos dos individuos, entonces  $D_{Mg}=0$ . El valor del índice de Margalef será máximo cuando  $S=N$ . Entonces  $D_{Mg}=(N-1)/LnN$ . Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la riqueza y diversidad de especies (GARCIA, 2014).

Los valores del índice de Margalef disminuyen a medida que el número de especies en las poblaciones disminuye. Siendo  $S_1>S_2>S_3$  ( $D_{mg}(S_1) > D_{mg}(S_2) > D_{mg}(S_3)$ ) (GARCIA, 2014).

$$D_{Mg}=(S-1)/LnN$$

Dónde:

S = número de especies.

$N$  = número total de individuos.

“El valor que adquiere el índice puede ser igual para dos comunidades, incluso teniendo las mismas especies, ya que si en la comunidad 1 dos especies presentan ciertos valores, una muy abundante y la otra muy escasa, y en la comunidad 2 pasa exactamente lo contrario con las abundancias para las mismas dos especies, entonces el valor del índice no permitirá apreciar diferencias en las dos comunidades debido a diferencias en las abundancias individuales de las especies que se encuentran en cada una de las dos comunidades” (VILLARREAL *et al.*, 2006).

“Valores inferiores a 2,0 son considerados como zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad” (Margalef, 1995, citado por ORELLANA, 2009).

#### **2.4.1.3. Índice de equidad de Shannon-Wiener ( $H'$ )**

El índice de equidad de Shannon-Wiener “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” (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995, citado por MORENO, 2001).

“El índice de Shannon considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande, esto es, una población efectivamente infinita” (Pielou, 1975, citado por, MAGURRAN, 1989). “El índice también asume que todas las especies están representadas en la muestra, por lo que la estimación del índice es representativo para la parte no muestreada al igual que la porción muestreada de la comunidad” (MAGURRAN, 1989). Se calcula a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:



$n_i$ : número de individuos.

$p_i$ : abundancia proporcional.

“Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie,  $S = 1$ , entonces  $H' = 0$  ya que  $\ln 1 = 0$ ; y la diversidad máxima  $H'_{max}$ , que pudiera tener lugar, se hallaría en una situación en la que todas las especies fueran igualmente abundantes, en otras palabras, si  $H' = H'_{max} = \ln S$ . La relación entre diversidad observada y diversidad máxima puede, por consiguiente, ser tomada como una medida de uniformidad ( $E$ )” (Pielou, 1969 citado por, MAGURRAN, 1988). “Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor es la diversidad” (GARCÍA, 2014)

El valor del índice de diversidad de Shannon suele hallarse entre 1.5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4.5 (Margalef, 1972, citado por, MAGURRAN, 1989).

“Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras medidas con el índice de Shannon, son iguales; seguimos el procedimiento propuesto por Hutcheson en 1970” (Zar 1996, citado por, MORENO, 2001) el mismo que se describe con más detalle en la sección de resultados.

#### **2.4.2. Medición de la diversidad beta ( $\beta$ )**

“La medición de la diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales” (Whittaker, 1972, citado por MORENO, 2001). “A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias” (Magurran, 1988, citado por MORENO, 2001). “Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta

propriadamente dichos” (Wilson y Shmida, 1984 y Magurran, 1988, citado por MORENO, 2001). Siendo el Coeficiente de similitud de Jaccard un índice basado en datos cualitativos y uno de los más antiguos y útiles (MAGURRAN, 1989). y el índice de Complementariedad basado en la similaridad, que estima la proporción de cambio entre las comunidades de diferentes lugares (Colwell y Coddington, 1994, citado por VILLARREAL *et al.*, 2006).

#### **2.4.2.1. Coeficiente de similitud de Jaccard (C<sub>j</sub>)**

“El sistema más fácil para medir la diversidad  $\beta$  entre pares de localidades es mediante el uso de los coeficientes de similaridad. Unos de los más antiguos y útiles todavía es el coeficiente de similitud de Jaccard”. (MAGURRAN, 1989).

Comparando dos localidades A y B, se tiene la siguiente formula:

$$C_j = j/(a + b - f)$$

“Donde  $j$  es el número de especies presentes en ambas localidades y  $a$  el número de especies de la localidad A, siendo  $b$  el número de especies de la localidad B. el valor del índice será igual a 1 en casos de similaridad completa e igual a 0 si las localidades son disimilares y no tienen especies en común. Su ventaja es de estas medidas es su simplicidad, sin embargo el modelo no considera la abundancia de especies” (MAGURRAN, 1989).

#### **2.4.2.2. Complementariedad (C)**

Según COLWELL Y CODDINGTON (1994), la complementariedad se refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas.

Para obtener el valor de complementariedad se tiene: suponiendo  $S_j$  es el número de especies de un sitio 1, y  $S_k$  es el número de especies del sitio 2; y  $V_{jk}$  es el número de especies comunes para ambos sitios. Entonces se tiene que la riqueza total para ambos sitios combinados es:

$$S_{jk} = S_j + S_k - V_{jk}$$

Y el número de especies únicas de cada sitio será:

$$U_{jk} = S_j + S_k - 2V_{jk}$$

Luego la complementariedad para ambos sitios es:

$$C_{kj} = (U_{jk} / S_{jk})$$

$C_{jk}$ : Índice de Complementariedad entre los dos sitios.

La Complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos, hasta uno (1), cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (COLWELL Y CODDINGTON, 1994)

## 2.5. Estudio de las comunidades de aves

El estudio de las comunidades de aves contribuyen 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 (VILLARREAL *et al.*, 2006).

Según Stotz *et al.* (1996), citado por VILLARREAL *et al.* (2006), “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”.

### 2.5.1. 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 *et al.*, 1996).

Según ORTEGA *et al.* (2012), “al 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 RALPH *et al.* (1996), recomienda un radio de 50 metros en puntos distribuidos en cuadrículas de censado, otros autores como Huff *et al.* (2000), también han trabajado con radio de 50 metros. Hay algunos que recomiendan o han trabajado con radios de 25 metros (ORTEGA *et al.*, 2012; Hutto *et al.* 1986, citado por RAMIREZ, 2009),

El periodo de conteo dentro de la superficie circular, normalmente suele estar entre 5 minutos (ORTEGA *et al.*, 2012; Hutto *et al.* 1986, citado por RAMIREZ, 2009) y 10 minutos (ALTAMIRANO *et al.*, 2010), aunque en específico RALPH *et al.* (1996), “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”.

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 (ALTAMIRANO *et al.*, 2010; RALPH *et al.*, 1996; ORTEGA *et al.*, 2012)

### **2.5.2. 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” (MATTEUCCI Y COLMA, 1982).

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 (MATTEUCCI Y COLMA, 1982).

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 (MATTEUCCI Y COLMA, 1982).

## **2.6. Calidad Ambiental (CA)**

Según MINAM (2011), 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”.

“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” (ORTEGA *et al.*, s.d.).

“Karr (1996), citado por ORTEGA *et al.* (s.d.), define la integridad ecológica como la capacidad del ecosistema para mantener su estructura y funcionamiento, así como para absorber el estrés generado por las perturbaciones de origen natural y humano”. “Según Montes (1997), citado por ORTEGA *et al.* (s.d.), asocia la integridad ecológica al conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que caracterizan la organización, funcionamiento y dinámica de un ecosistema”. “Un atributo de los ecosistemas, relacionado con el binomio producción-conservación, es la salud ecológica o capacidad para suministrar, de forma sostenible, recursos a los sistemas humanos” (Meyer, 1997, citado por ORTEGA *et al.*, 2003). “Esta idea de salud está ligada a dos conceptos clave en la gestión ambiental, por un lado al de desarrollo sostenible y, por otro, al de integridad ecológica. Por ejemplo, si se hablara de humedales, la calidad ambiental de estos ecosistemas dependen de la integridad de los procesos funcionales, basados en la transferencia de materia y energía, que

definen su identidad ecológica y que generan al ser humano una serie de servicios económicos y unos bienes o valores culturales, naturalísticos o científicos. A escala de paisaje, los humedales poseen una gran relevancia funcional ya que son ecosistemas complejos y dinámicos donde las interacciones entre suelo, agua y atmósfera, son muy significativas” (Mooney *et al.*, 1995, citado por ORTEGA *et al.*, 2003), “son ecosistemas frágiles frente a las perturbaciones humanas, ya que su integridad depende de múltiples factores y procesos ecológicos que se expresan a diferentes escalas espaciales y temporales” (Montes, 1997, citado por ORTEGA *et al.*, 2003).

### 2.6.1. Índice de Calidad Ambiental

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

“El Índice de Calidad Ambiental (CA) es determinado a partir de la medición de parámetros en sus respectivas unidades y posterior conversión, a través de funciones características de cada parámetro (escalares), en una escala intervalar entre 0 y 1; estos escalares pueden variar de conformidad con la naturaleza del parámetro y del ecosistema considerado (Magrini, 1990, citado por CONESA, 1997). En la Figura 12 se presenta la gráfica correspondiente a diversidad de especies y Calidad Ambiental” (CONESA, 1997).

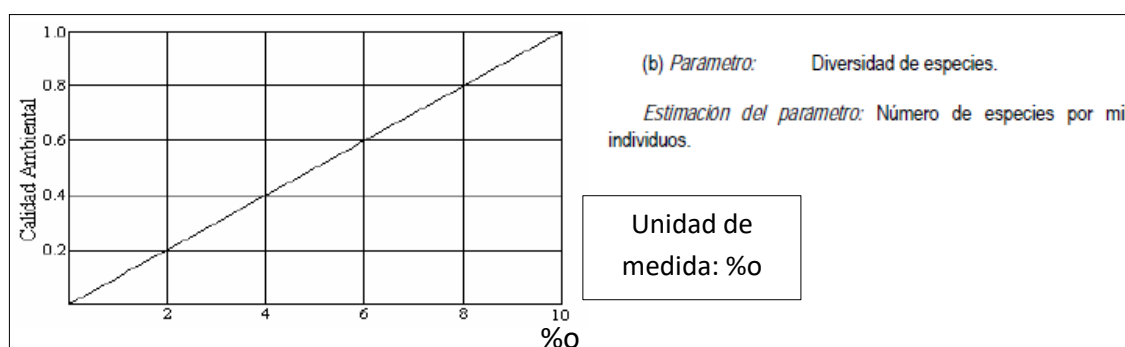


Figura 2. “Escala de valoración de la calidad ambiental”.  
Fuente. (CONESA, 1997).

### 2.6.2. Las aves como indicadoras ambientales

“El concepto de especies indicadoras ha sido criticado por algunos (Landres *et al.*, 1988; Temple y Wiens, 1989 y Whitacre, 1997, citado por QUECHULPA *et al.*, 2013), mayormente porque ninguna sola especie puede, sin fallar, indicar algo importante sobre la estructura ecológica mayor. Eso es porque muchos factores afectan la presencia y abundancia de una especie, y puede resultar que la especie sea ausente en un hábitat aceptable, abundante en un hábitat de calidad pobre, u otros resultados contraintuitivos. Este problema se elimina al considerar no solo una especie, sino conjuntos multiespecie de indicadores. Por ello se recomienda incluir todas las especies de aves observadas durante el monitoreo” (QUECHULPA *et al.*, 2013).

“El uso de aves como indicadores también tiene desventajas, porque las aves no necesariamente pueden reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat (Gregory, 2006 citado en Villegas & Garitano, 2008), citados por (LONDOÑO, 2012); además, las aves pueden tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos (Lindenmayer, 1999 y Milesi *et al.*, 2002, citados por LONDOÑO, 2012) y no se pueden hacer generalizaciones para toda la comunidad biológica. Por otro lado, la presencia actual de una especie puede no ser un buen indicador de su futura persistencia, ya que las extinciones pueden ocurrir después de periodos prolongados de un disturbio” (Lindenmayer, 1999, citado por LONDOÑO, 2012).

“Las poblaciones de aves vienen siendo monitoreadas en muchos países en los últimos tiempos, ya que se dice que son buenos indicadores de cambios ambientales. Las aves como indicadores biológicos son útiles para detectar cambios y contaminantes ambientales en el hábitat a gran escala, especialmente de aquellos cambios inesperados que no pueden observarse mediante la medición de parámetros físicos y químicos preseleccionados” (KOSKIMIES, 1989). “Son sensibles y ecológicamente versátiles, viven en todo tipo de hábitats y son bien conocidas para realizar censos y otros estudios que están bien desarrollados en comparación con los utilizados para otros taxones biológicos. Aunque se puede concluir con seguridad que las aves responden a los cambios cuantitativos y cualitativos en su entorno, por lo general no son



indicadores de la causa principal de este cambio” (Morrison 1986, citado por KOSKIMIES, 1989), y también “tienen desventajas porque las aves no necesariamente pueden reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat (Gregory 2006, citado por VILLEGAS y GARITANO, 2008)”.

“Son adecuados para el monitoreo de consecuencias biológicas, a menudo acumulativos y no lineales de muchos cambios ambientales que actúan simultáneamente. Entendiéndose por monitoreo a la investigación cuantitativa continua y regular utilizando métodos estandarizados que revelan cambios y las causas de los cambios en la abundancia y ecología de las aves” (Tiainen, 1985, citado por KOSKIMIES, 1989). “Los cambios causados por las actividades humanas son de mayor interés para la gestión del medio ambiente, pero la dinámica natural también deben ser estudiados con el fin de separar las dos cosas entre sí. Las causas principales de la dinámica natural son los cambios climáticos, los procesos geológicos y la evolución biológica. Por lo menos los dos últimos muchas veces influyen más lentamente en las poblaciones de aves, que las actividades humanas” (Salwasser, 1986, citado por KOSKIMIES, 1989). Por ejemplo, “la urbanización, es un proceso continuo que produce una gama de diferentes densidades y patrones de asentamiento humano” (Marzluff *et al.*, 2001, citado por VILLEGAS y GARITANO, 2008), “provocando la reducción y fragmentación de la vegetación nativa y modificando las comunidades de fauna residentes” (Marzluff y Ewing, 2001 y Alberti *et al.*, 2003, citados por VILLEGAS y GARITANO, 2008).

“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 y 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, 2002, citado por OSORIO y MOLINA, 2009).

“En síntesis, el monitoreo de aves puede ser una herramienta útil para evaluar el impacto de las acciones humanas e implementar políticas de

conservación y manejo de ecosistemas y hábitats. Además, aportan información técnica para la identificación de especies que necesitan protección, e información científica acerca de la biología de las aves” (LONDOÑO, 2012).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del Bosque de Protección Pui Pui**

Políticamente el BPPP, se encuentran ubicada en la selva central del Perú en el departamento de Junín, conformado por los distritos de Vitoc, Chanchamayo, Perené, San Ramón y Pichanaki de la provincia de Chanchamayo, el distrito de Pampa Hermosa y Satipo de la provincia de Satipo,

el distrito de Comas de la Provincia de Concepción y el distrito de Monobamba de la provincia de Jauja (SERNANP, 2014).

Cartográficamente está ubicada en la zona 18 S del sistema de proyección UTM, con Datum WGS 84. Cuadrángulo: Hoja 23-m y 23-n (SERNANP, 2014).

Geográficamente está enmarcado por 04 hitos principales, ubicados formando un rectángulo (SERNANP, 2014). Ver figura 8 y Cuadro 1.

**Cuadro 1. Hitos que delimitan el Bosque de Protección Pui Pui.**

Nº HITO	ESTE	NORTE
1	481276	8769446
2	511866	8755842
3	504331	8736175
4	474464	8753783

Fuente: SERNANP (2014). Plan Maestro del Bosque de Protección Pui Pui.

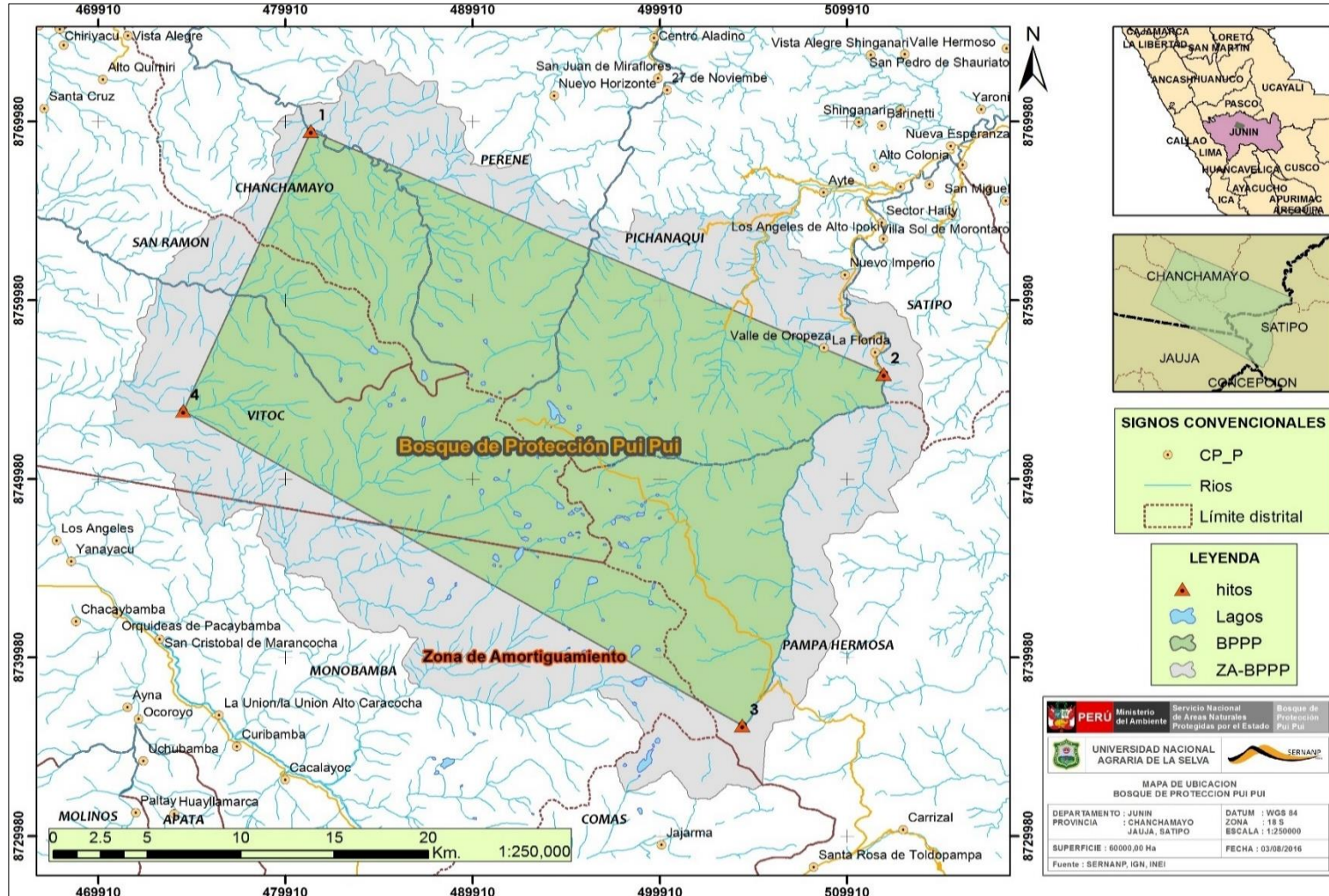


Figura 3. Mapa del Bosque de Protección Pui Pui. Esta hoja será reemplazada por otra en A3 al momento de imprimir los volúmenes.

### 3.2. Características Biofísicas del Bosque de Protección Pui Pui

El BPPP, tiene una extensión de 63002,4487 hectáreas y un rango altitudinal que va desde los 1,250 msnm. hasta los 5,100 msnm. (SERNANP, 2014), con un ecoclina que alberga una gran variedad de ecosistemas y formas de vida.

#### 3.2.1. Fisiografía y Paisaje

Según SERNANP (2014), “el área que ocupa el BPPP está conformada por un paisaje montañoso, de relieve muy accidentado, con pendientes muy fuertes en casi toda su extensión, en la que se destaca nítidamente el divortium acuarium de la cordillera Aproximadamente el 60% del bosque de protección presenta elevaciones superiores a los 1,250 msnm, con pendientes entre 30% y 100%. Se pueden observar las siguientes formaciones fisiográficas: **Relieve Cordillerano:** Sus altitudes se encuentran comprendidas sobre los 4,000 msnm, llegando hasta los 5,100 msnm la característica de esta unidad es presentar una morfología abrupta afectada por intensa erosión glacial con presencia de lagunas y valles glaciares sobre el cual se acumulan depósitos morrénicos. **Ladera Cordillerana:** Unidad que se encuentra al pie del relieve cordillerano, sus desniveles se encuentran desde los 2,500m hasta los 4,000 m. de altitud. Conforman la ruptura de pendiente entre cordillera y el fondo de valle, con flancos pronunciados a moderados (pendiente 25 – 30 grados) cortado por valles encañonados ocasionando una intensa erosión en el fondo. **Ladera de Valle Sub andino:** Se encuentra paralela a los ríos Tulumayo, Chanchamayo y Perene. Morfológicamente se caracteriza por presentar pendientes moderadas a pronunciadas. Las laderas del río Tulumayo son de pendiente pronunciada, siendo en algunos casos sub verticales y escarpadas. **Colinas:** Esta caracterizado por presentar un relieve suave, conformado por una agrupación de colinas bajas con pendiente moderada y crestas sub redondeadas”.

#### 3.2.2. Hidrografía

Según SERNANP (2014), “el gran potencial hidrológico que encierra el Área Natural Protegida, constituyó la razón fundamental para su establecimiento como Bosque de Protección. Las cuencas hidrográficas del Bosque de Protección Pui Pui, están conformados por los ríos Tulumayo, Huatziroki, Pichanaki e Ipoki, siendo este último el que colecta las aguas de la microcuenca Kitihuarero; todos los cuales vierten sus aguas al Río Perené”.

### 3.2.3. Sistemas Ecológicos

“En el BPPP se encuentran ocho sistemas ecológicos, que representan el 47% del número total. De éstos, el sistema dominante es el Bosque yungueño montano pluvial. Existen algunas zonas con altas concentraciones potenciales de aves. En efecto, se encuentran 54% de las aves objeto de conservación” (CDC-UNALM y TNC, 2006).

Cuadro 2. Sistemas ecológicos terrestres del área Bosque de Protección Pui Pui

Nombre	Superficie (Ha)
Bosques yungueños montanos pluviales	49601
Bosques altimontanos pluviales de las Yungas	29292
Bosques y palmares yungueños pluviales basimontanos	8924
Pajonales arbustivos altoandinos y altimontanos pluviales de las Yungas	4457
Bosques de Polylepis altimontanos pluviales de las Yunga	823
Bosques ribereños montanos y altimontanos yungueños	795
Bosques yungueños transicionales pluviales del piedemonte	351
Bosques y arbustales xéricos interandinos basimontanos de las yungas del norte	1

Fuente. CDC-UNALM y TNC (2006).

Cuadro 3. Número de especies Objeto de Conservación-OC probable para cada taxa en el área Bosque de Protección Pui Pui.

Clase	Endémicas	Amenazadas	Total	% del total de OC por taxa
Amphibia	3	4	4	4.5
Reptilia	2		3	11.1
Aves	30	12	75	54
Mamalia	8	8	16	28.6
Total	43	24	98	31.6

Fuente. CDC-UNALM y TNC (2006).

### 3.2.4. Zonas de Vida

“El área del BPPP, y su ZA, están dominadas por un paisaje montañoso, de relieve muy accidentado, con pendientes muy fuertes en casi toda su extensión, posee numerosas quebradas de nacientes de numerosos ríos, riachuelos, cataratas y cascadas. Según al mapa ecológico del Perú elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el Área Natural Protegida y su zona de amortiguamiento presentan un total de 10 zonas de vida” (RODRIGUEZ *et al.* ,1984).

Cuadro 4. Sistemas ecológicos presentes en el BPPP y su ZA.

N°	Símbolo	Zonas de vida	BPPP		ZA	
			Ha	%	Ha	%
1	bh-MBT	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical	-	-	238.80	0.56
2	bmh-MBT	Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	1740.10	2.76	6971.34	16.46
3	bmh-MT	Bosque muy húmedo Montano Tropical	924.57	1.47	3350.28	7.91
4	bmh-PT	Bosque muy húmedo Pre montano Tropical	-	-	458.85	1.08
5	bp-MBT	Bosque pluvial Montano Bajo Tropical	8174.04	12.97	12984.99	30.65
6	bp-MT	Bosque pluvial Montano Tropical	28742.71	45.62	10781.88	25.45
7	bp-PT	Bosque pluvial Pre montano Tropical	-	-	687.75	1.62
8	NT	Nival Tropical	-	-	522.92	1.23
9	pp-SaT	Paramo pluvial Sub alpino Tropical	23421.02	37.17	4950.60	11.69
10	tp-AT	Tundra pluvial Alpino Tropical	-	-	1417.35	3.35
Total			63002.44		42364.76	

Fuente: SERNANP (2014) - Elaborado en base al Mapa ecológico de ONERN



Figura 4. Bosque de Protección Pui Pui, luego de cesar la lluvia. Se aprecia en ecosistema cerrado y accidentado.

### **3.2.5. Diversidad Biológica**

#### **3.2.5.1. Flora**

Trabajos realizados en el Hito 3 del BPPP y su ZA, realizados por el Jardín Botánico de Missouri en el 2011, demuestran que estas zonas albergan una gran variedad de ecosistemas, el mismo que genera una inusitada diversidad de especies vegetales y muy probablemente especies nuevas para la ciencia (Vásquez y Rojas, 2011, citado por SERNANP, 2014).

Dentro del BPPP, fueron reportadas aproximadamente 28 familias de plantas con especies que representan el ecosistema de puna; y fuera del BPPP, se reportaron aproximadamente 48 familias de plantas, cuyas especies en su mayoría representan bosques montanos y áreas antrópicas (SERNANP, 2014).

#### **3.2.5.2. Fauna Silvestre**



El Bosque de Protección Pui Pui y su ZA debido a los diferentes tipos de formaciones vegetales presentan una diversidad de fauna de ecosistemas de bosque nublados de ceja de selva, selva alta y puna, que determinan una amplia diversidad de especies. Con relación a la fauna silvestre fueron reportados un total de 60 mamíferos, 89 aves, 28 reptiles y anfibios (SERNANP, 2014).

### A. Mamíferos

Se identificaron especies que necesitan protegerse, tales como el venado enano y el oso de anteojos (considerados como vulnerables, por la UICN), el puma y la nutria (ubicadas en el apéndice I del CITES). Con respecto a la fauna silvestre, los pobladores locales enunciaron los nombres comunes reconocidos por los pobladores debido a que los animales silvestres pueden estar cumpliendo alguna función en el aprovisionamiento de proteína animal y/o otras de interés socioeconómico y ecológico en el territorio de su jurisdicción. Los más comunes fueron el cupte *Dasyprocta sp.*, zamaño *Agouti paca*, machetero *Dinomys branickii*, puma *Puma concolor*, umairo *Eira barbara* y el kirkincho *Dasyopus sp.* Se puede observar que en los territorios de los poblados visitados aún existe la presencia de animales que se encuentran protegidos por alguna lista de conservación a nivel nacional o internacional, habiéndose reportados por ejemplo el venado enano *Pudu mephistophiles*, el machetero *Dinomys branickii*, el otorongo *Panthera onca*, el kirkincho peludo *Dasyopus pilosus*, el oso de anteojos *Tremarctos ornatus* y el oso hormiguero *Myrmecophaga tridactyla* (SERNANP, 2014).



Figura 5. Hurón o Umai ( *Eira barbara*) registrado en la Zona de Amortiguamiento.

Fuente: BPPP- fotografiado por el Guardaparque Benny Osorio Huamaní

Según INFORME N°10 -2016-SERNANP-BPPP/GPO, también se han reportado huellas de venado colorado y sachavaca, que presumiblemente sea el tapir de montaña, ya que se localizó a 1635 m.s.n.m. en zonas montañosas; y el INFORME N° 01 -2017-SERNANP-BPPP/GPO, se reporta la presencia del venado gris en la parte sierra del BPPP.



Figura 6. Huella de Tapir registrado en el Rio La Florida.  
Fuente: BPPP- fotografiado por el Guardaparque Johan Doñe Sánchez



Figura 7. Venado gris registrado en la parte sierra del BPPP.  
Fuente: BPPP- fotografiado por el Guardaparque Benny Osorio Huamaní

## B. Aves

En cuanto a las aves, se han realizado algunas aproximaciones de las familias y/o especies a las que correspondería los ejemplares avistados en las intervenciones dentro del ANP. Donde se hace referencia de las aves que ocurren dentro de la jurisdicción de los centros poblados visitados. Siendo los más representativos gallito de las rocas *Rupícola peruviana*, relojero *Momotus momota*, golondrina *Pygochelidon cyanoleuca*, Huachuas *Chloephaga melanoptera*, pito andino *Colaptes rupícola*, loro cabeza azul *Pionus menstruus* (SERNANP, 2014).



Figura 8. El pito andino (*Colaptes rupícola*), registrado en el sector de Talhuis del BPPP.

Fuente: BPPP- fotografiado por el Guardaparque Benny Osorio Huamaní

### 3.2.5.3. Especies Endémicas de Flora y Fauna

Se reportan probables especies endémicas del Perú, que podrían encontrarse presentes por tener su rango de distribución sobrepuesta dentro del BPPP y en su ZA. De estas se presume la presencia de al menos nueve especies de mamíferos, de ellas las que se encuentran en alguna lista de conservación se tiene al armadillo peludo *Dasypus pilosus*, el ratón montaraz incaico

*Thomasomys incanus* y la ardilla rojiza *Sciurus pyrrhinus*. De las probables 14 especies de aves, el matorralero de anteojos *Atlapetes melanopsis* y la lechuza del bosque de neblina *Megascops marshalli* se encuentran dentro de alguna lista de conservación. En cuanto a los anfibios sólo se encontró la presencia de una rana verde y para las plantas un total de 13 especies, tres de ellas consideradas en peligro por la UICN. La principal amenaza que podría declinar las poblaciones de estas especies endémicas constituye la pérdida o fragmentación de hábitats originado por actividades productivas tales como la ganadería y agricultura migratoria, así como la cacería ilegal (SERNANP, 2014).

### 3.3. Ubicación de la zona de estudio

#### 3.3.1. Ubicación política

Región	: Junín
Provincia	: Chanchamayo
Distrito	: Pichanaqui
Caserío	: Centro Poblado Ayte
Anexo	: Valle Antay

#### 3.3.2. Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la microcuenca Kitihuarero que cuenta con un área de 4505.82 ha. y que comprende el Bosque de Protección Pui Pui (BPPP) caracterizado por bosques densos siempre húmedos desde 1900 m. hasta 3800 m.s.n.m., y la Zona de Amortiguamiento (ZA) con bosques altos y presencia de cultivos de café, que abarca gradientes altitudinales desde 1300 hasta 1900 m.s.n.m., ambos dentro de la zona de vida bosque pluvial Montano Bajo Tropical (bpMBT) en el pie de montaña de la Cordillera de los Andes del Perú, Ver figura 09.

Cuadro 5. Coordenadas de referencia de la zona de estudio-microcuenca Kitihuarero.

PUNTO DE REFERENCIA	COORDENADAS UTM		
	E	N	Z
Punto extremo de la cuenca baja	502580	8753022	1300
Punto extremo de la cuenca alta	507262	8765567	3800

### 3.4. Materiales y equipos.

#### 3.4.1. Materiales

Se requirieron los siguientes materiales:

- 01 mapa de ubicación de los puntos de muestreo.
- 01 ficha de las coordenadas de los puntos de muestreo.
- 01 tablero portapapeles
- 32 formato de registro de aves
- 01 libreta de campo
- Libro **Aves de Perú** (SCHULENBERG *et al.*, 2010)
- Libro **The Field Guide to the Birds Perú** (CLEMENTS Y SHANY, 2001).

#### 3.4.2. Equipos

Asimismo, se requirieron los siguientes equipos:

- 01 GPS marca GARMIN 62s
- 01 cámara digital 18MP-75-300 mm.
- 01 Binocular 10x.50x
- 01 Computadora personal

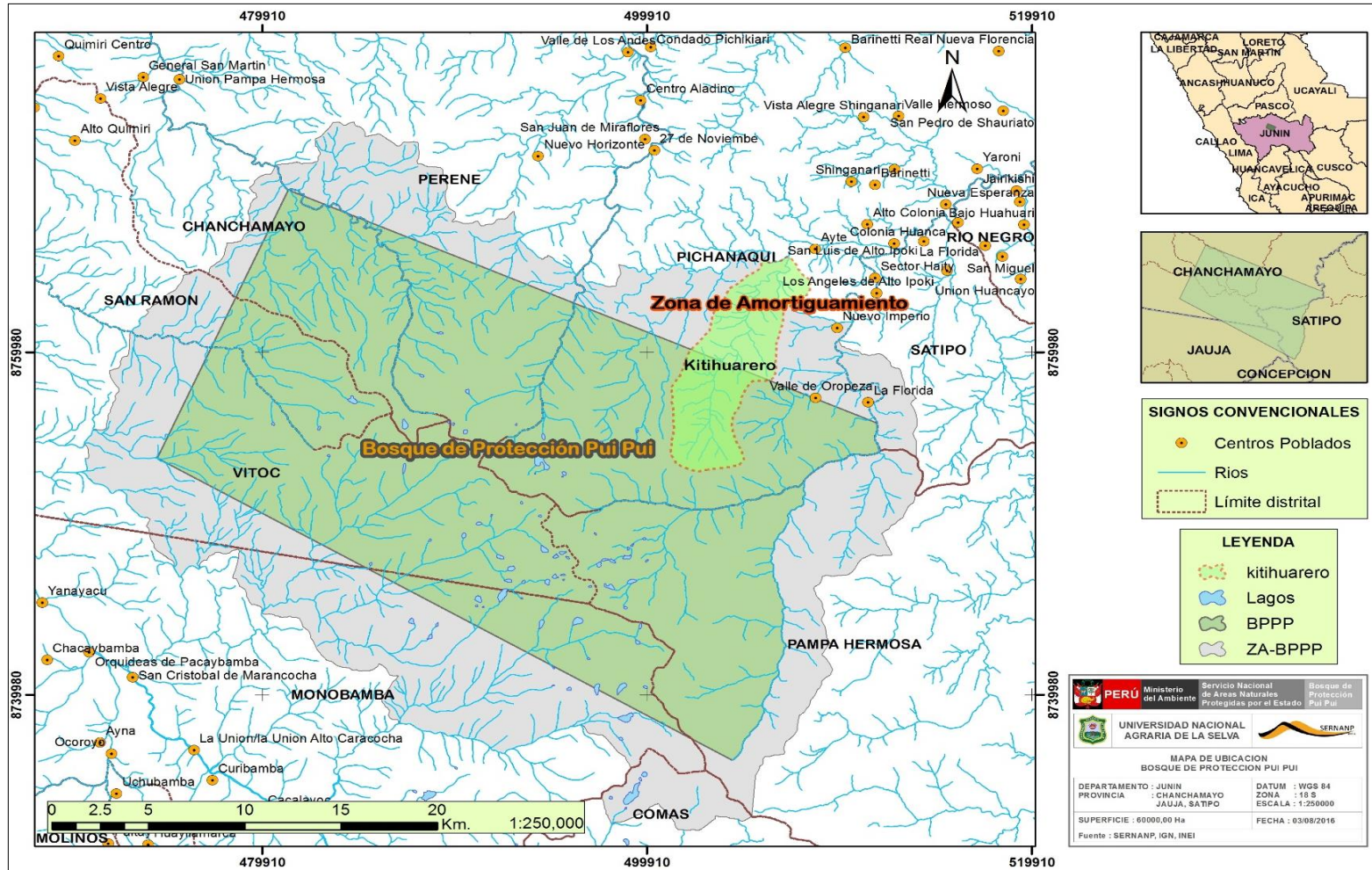


Figura 9. Mapa de ubicación del Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Estudio- microcuenca Kitihuarero. Esta hoja será reemplazada por otra en A3 al momento de imprimir los volúmenes

### **3.5. Métodos**

#### **3.5.1. Etapa de pre-campo**

Esta etapa, se desarrolló durante la elaboración del proyecto de tesis, exactamente en el mes de setiembre del 2016, como un trabajo previo a la ejecución de la presente tesis, a fin de establecer la curva de acumulación de especies y establecer los puntos mínimos de muestreo.

Se realizó el registro de las especies, por el método de Conteo por Puntos con 25 metros de radio (RALPH *et al.*, 1996). Se identificó las aves punto por punto a través de un transecto longitudinal en la microcuenca Kitihuarero, graficando la curva de acumulación de especies conforme se iba avanzando, donde en el eje de las abscisas se ubicó el número de los puntos de conteo y en el eje de las ordenadas el número de especies acumuladas encontradas (VILLARREAL *et al.*, 2006).

Se dejó de registrar cuando se observó que la curva de acumulación se tornaba asintótica, es decir cuando ya no se encontraban más especies nuevas al aumentar el número de puntos de conteo.

##### **3.5.1.1. Determinación de la Curva de acumulación de especies en la Zona de Amortiguamiento.**

Se estableció que en 16 puntos de conteo, el número de especies nuevas encontradas, se estabilizaba en 80 especies formando una curva asintótica, por lo que se asumió que los puntos mínimos de muestreo eran de 16.



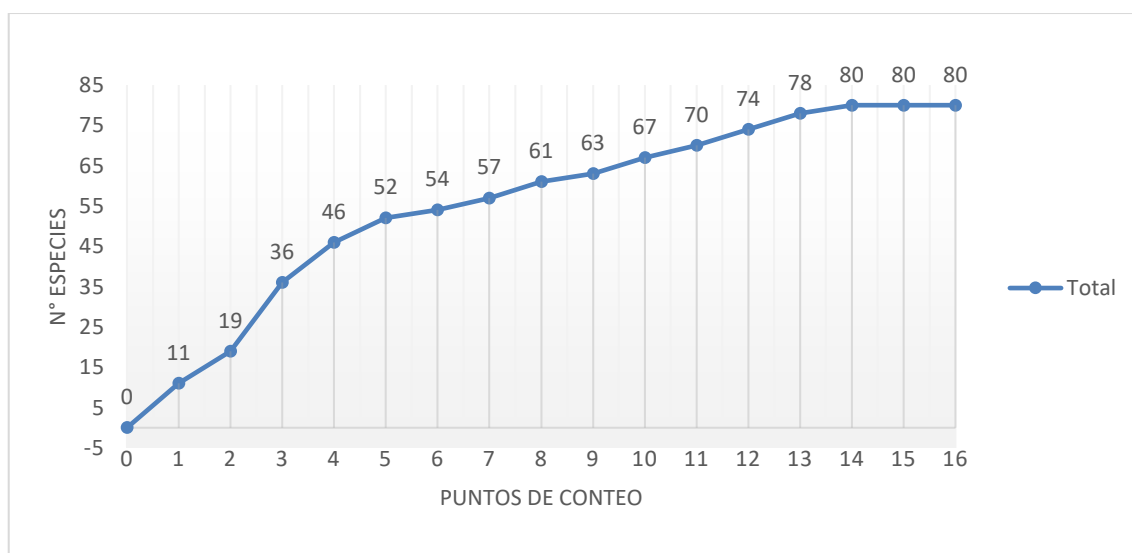


Figura 10. Curva de acumulación de especies en la Zona de Amortiguamiento. Se aprecia que la curva se torna asintótica en 16 puntos de conteo con 80 especies.

### 3.5.1.2. Determinación de la Curva de acumulación de especies en el Bosque de Protección Pui Pui.

Análogamente, para el BPPP, el número de especies nuevas encontradas ligeramente se estabiliza en 16 puntos de conteo con 30 especies, por lo que también se asumió que representaban los puntos mínimos de muestreo.

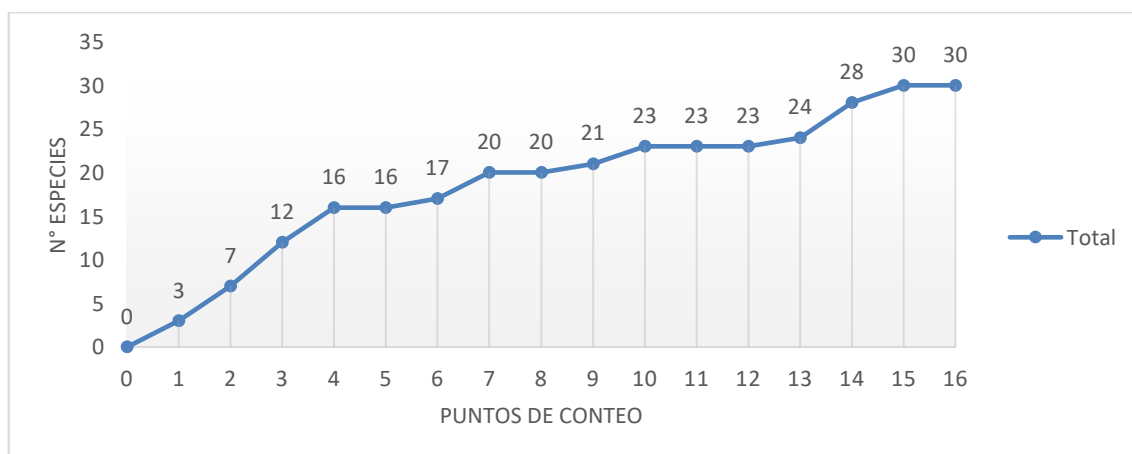


Figura 11. Curva de acumulación de especies en el Bosque de Protección Pui Pui. La curva comienza a estabilizarse en 16 puntos de conteo con 30 especies.

### 3.5.2. Identificación de especies de aves y su abundancia.

#### 3.5.2.1. Método de muestreo

El método de muestreo se realizó mediante el Conteo por puntos (RALPH *et al.*, 1996), el cual se realizó en dos estratos: el Bosque de Protección Pui Pui (zona con nula intervención agrícola) y su Zona de Amortiguamiento (zona con actividad agrícola), donde se establecieron aleatoriamente 16 puntos de conteo para cada estrato, los mismos que se evaluaron en dos (02) estaciones climáticas, uno en estación lluviosa (marzo del 2017) y otro en estación seca (junio del 2017). (Ver Figura 17).

Cuadro 6. Puntos de muestreo en el estrato Zona de Amortiguamiento.

Punto de muestreo (ZA)	E	N	Z (m.s.n.m.)
1	507082	8765146	1361
2	506935	8764880	1457
3	506429	8764822	1452
4	506273	8764736	1495
5	506128	8764612	1498
6	505923	8764369	1519
7	505785	8764264	1528
8	505596	8764047	1521
9	505506	8763740	1514
10	505607	8763372	1531
11	505221	8763274	1536
12	505033	8762461	1594
13	504869	8761858	1649
14	504983	8761619	1686
15	504973	8761065	1667
16	504652	8760916	1673

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Puntos de muestreo en el estrato Bosque de Protección Pui Pui.

Punto de muestreo (BPPP)	E	N	Z (m.s.n.m.)
1	503806	8759364	1889
2	504125	8759241	2011
3	503774	8758962	1982
4	503320	8759151	2065
5	503330	8758766	2015
6	503056	8758693	2108
7	503599	8758499	1930
8	503289	8758418	1895
9	503046	8758151	2110
10	503527	8758121	2014
11	503392	8757903	2016
12	503536	8757749	2078
13	503651	8757741	2122
14	503336	8757694	2064
15	503354	8757367	2046
16	503239	8757171	2116

Fuente: elaboración propia.

El radio fijo de los “puntos de conteo” fue de 25 metros, desde donde se llevó a cabo los registros de los individuos por especies, por un espacio de 20 minutos, evitando en todo momento contar dos veces a un mismo individuo, para lo cual los puntos de muestreo estuvieron separados entre sí por una distancia mínima de 250 m. (ORTEGA *et al.*, 2012).

Se utilizó un binocular de 10x50x y una cámara semiprofesional de 300 milímetros de zoom, para tomar las fotografías de las especies y contrastarlas con el libro **Aves de Perú** (SCHULENBERG *et al.*, 2010), corroborar la identificación de las especies y registrarlos *in situ*.

Se tomaron nota de todas las especies registradas por avistamiento y/o canto, en un formato de registro de aves, a nivel de nombre común, local o nombre científico. Posteriormente en gabinete, se realizó los análisis respectivos de biodiversidad aplicando los índices de Biodiversidad Alfa y Beta, y Calidad Ambiental.

Durante todo el recorrido también se registró a las especies de aves en otra lista diferente, por la técnica de Búsqueda Intensiva (ORTEGA *et al.*, 2012), con el objetivo de realizar más registros complementarios al método de conteo por puntos, pero que no se sumó a la lista de conteo por puntos.

La búsqueda intensiva se realizó en un periodo inicial en el mes de setiembre del 2016, durante la elaboración del proyecto de tesis y durante la ejecución del proyecto de investigación, con el objetivo de identificar a todas las aves posibles existentes, y contar con una base de datos que facilite el conteo e identificación de las especies por punto de muestreo; realizando registros aleatorios en el transecto de estudio (camino vecinal) a lo largo de toda la microcuenca Kitihuarero.

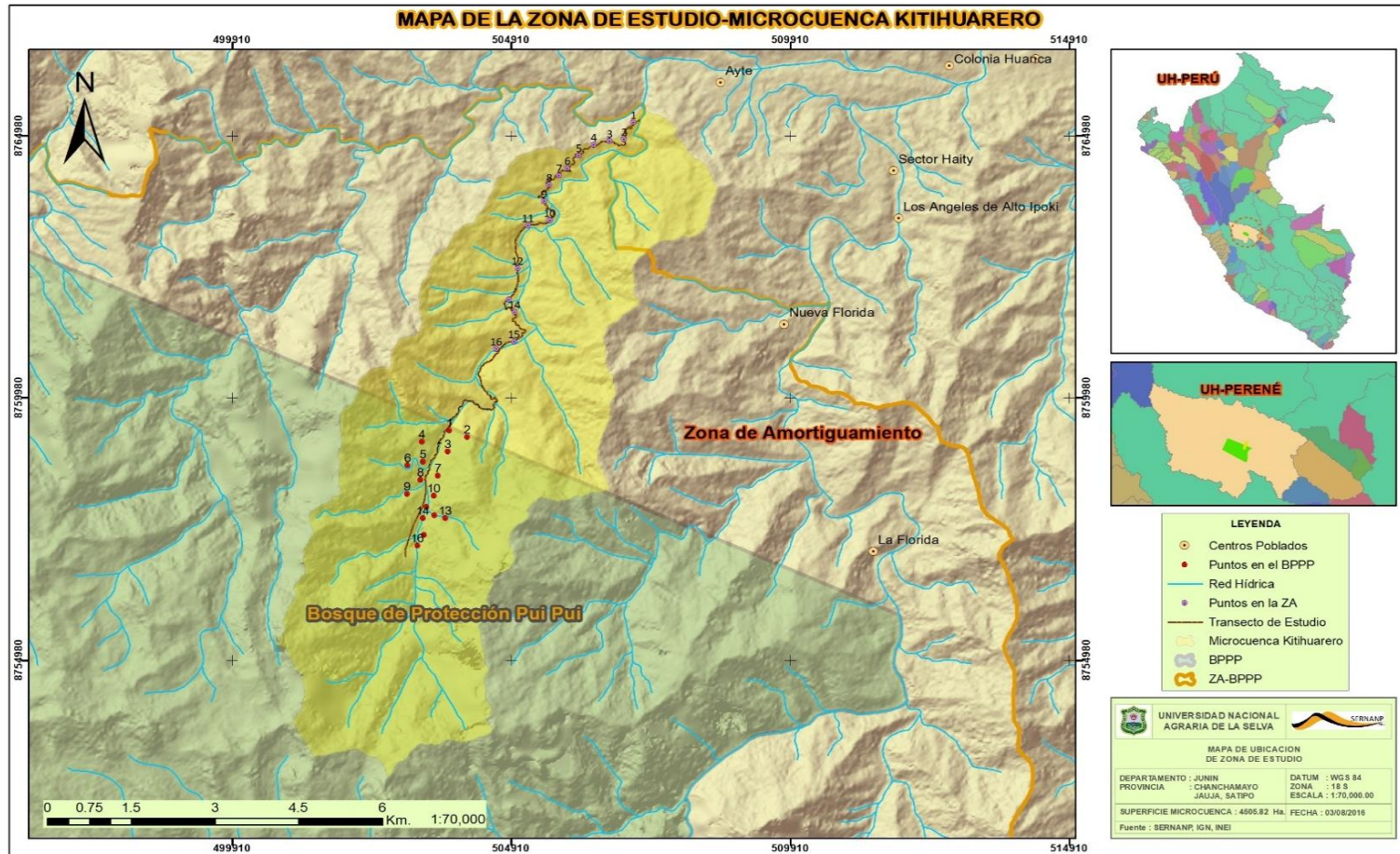


Figura 12. Mapa de distribución de los puntos de muestreo. Esta hoja será reemplazada por otra en A3.

### 3.5.3. Medición de la diversidad alfa

Para calcular la diversidad alfa, se tuvo en cuenta el número de especies (riqueza) e individuos de cada especie (abundancia) por cada punto y se determinó mediante el uso de los siguientes índices:

#### 3.5.3.1. Cálculo de la riqueza específica (S)

Para calcular la Riqueza Específica, se realizó el conteo de todas las especies registradas en la ZA y el BPPP, utilizando la siguiente fórmula.

Riqueza específica = N° total de especies

#### 3.5.3.2. Cálculo del índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ )

Se calculó el Índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ ) para la ZA y BPPP, utilizando la siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = (S-1) / \ln N$$

Dónde:

S= Número total de especies.

N= Número total de individuos (Abundancia).

#### 3.5.3.3. Cálculo del índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para los dos ecosistemas (ZA y BPPP), se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:

$n_i$ : número de individuos.

$p_i$ : abundancia proporcional.

### 3.5.4. Medición de la diversidad beta

La Medición de la diversidad beta, se realizó comparando la Zona de Amortiguamiento y el Bosque de Protección Pui Pui, dentro de la microcuenca Kitihuarero, para lo cual se dependió de los siguientes índices.

### 3.5.4.1. Cálculo del coeficiente de similitud de Jaccard ( $C_J$ )

Permitió estimar el grado de similaridad entre la Zona de Amortiguamiento (ZA) y el Bosque de Protección Pui Pui (BPPP), en cuanto al número de especies presentes en ambos estratos de medición, se realizó el cálculo según la fórmula encontrada en (MAGURRAN, 1989), “considerando que **a** es el número de especies de la ZA, **b** es el número de especies del BPPP y **c** es el número de especies presentes en ambos estratos ZA y BPPP”. El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$C_J = c/(a+b-c)$$

**C<sub>J</sub>**: coeficiente de similitud o Índice de Jaccard (MAGURRAN, 1989).

### 3.5.4.2. Cálculo de la Complementariedad (C)

“Para obtener el valor de la complementariedad, considerando que **a** es el número de especies de la ZA, **b** es el número de especies del BPPP, y **c** es el número de especies comunes para ambos sitios. Primero se obtuvo la riqueza total para la ZA y el BPPP combinados” (COLWELL Y CODDINGTON, 1994). Mediante la siguiente fórmula:

$$S_{ZA \text{ y } BPPP} = a + b - c$$

Segundo, se obtuvo el número de especies únicas de cada sitio:

$$U_{ZA \text{ y } BPPP} = a + b - 2c$$

Luego la complementariedad para ambos sitios se calculó según la siguiente fórmula:

$$C_{ZA \text{ y } BPPP} = (U_{ZA \text{ y } BPPP} / S_{ZA \text{ y } BPPP})$$

### 3.5.5. Determinación de la calidad ambiental

Se utilizó la función de transformación para los parámetros de diversidad de especies, según (CONESA *et al.*, 1997); para determinar la Calidad Ambiental de la microcuenca Kitihuarero, compuesta por el BPPP y ZA, donde

la "Calidad Ambiental se ubica en el eje de ordenadas y en el eje de las abscisas se ubica el indicador Número de especies por mil individuos (%o)".

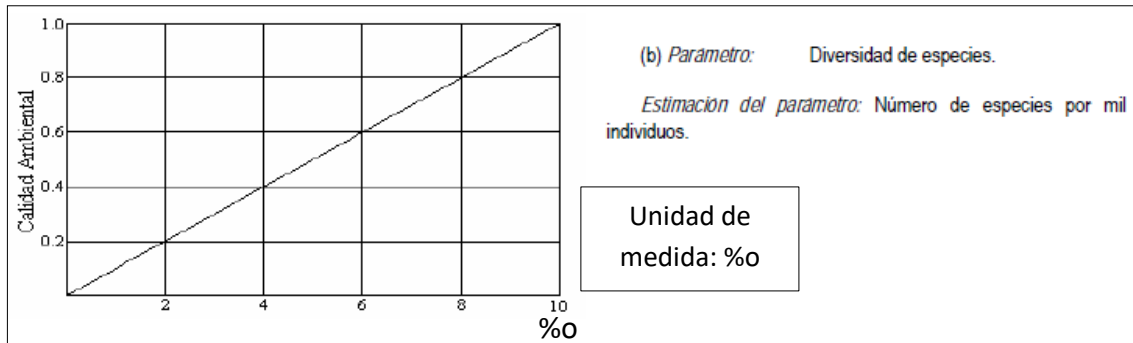


Figura 13. Escala de valoración de la calidad ambiental

Fuente. (CONESA *et al.*, 1997)

- Obteniendo la escala del Eje X:

$$\frac{(N^{\circ} \text{ especies} * 1000) / N^{\circ} \text{ individuos}}{10} = \text{EjeX}$$

Para encontrar el valor del eje Y (CA), solo proyectamos el valor del X sobre la recta para determinar la Calidad Ambiental (CA), mediante la ecuación  $Y=0.1x$ .



## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Identificación de especies de aves y su abundancia**

La evaluación, se realizó en dos periodos; uno en el mes de marzo (estación lluviosa) y otro en el mes de junio (estación seca) del 2017 en la microcuenca Kitihuarero (BPPP y ZA), con 16 puntos de conteo para la ZA y 16 puntos para el BPPP.

Los registros se realizaron, poco después de presenciar el brillo solar en las mañanas a partir de las 5:00 a.m. hasta las 1:00 p.m. y luego desde las 2:30 p.m. hasta las 5:30 p.m. para ambos estratos. En la temporada lluviosa, se tuvo que escoger los días con poca presencia de lluvias (forma intermitente) a lo largo de la semana que correspondía realizar el trabajo de campo, para realizar los registros con normalidad. No se realizaron registros nocturnos.

En el estrato Zona de Amortiguamiento se requirió de 3 días para completar el conteo de las especies, mientras que en el estrato Bosque de Protección Pui Pui se requirió de 2 días de observación para completar los registros de aves, esto debido a que las distancias entre puntos fue de 250 metros como mínimo por la misma topografía accidentada de la zona, lo cual fueron menores en comparación con la ZA, donde la distancias entre puntos fue desde 250 hasta los 834 metros en algunos lugares; haciéndose en general un esfuerzo de muestreo de 100 horas de observación.

En la microcuenca Kitihuarero (ZA y BPPP), a través de búsqueda intensiva y Conteo por Puntos, se logró registrar un total de 161 especies de aves pertenecientes a 30 familias de 13 órdenes.

Incluyendo la búsqueda intensiva y conteo por puntos, en el BPPP, se registraron 43 especies, de 16 familias y 06 órdenes; mientras que, en la ZA,

se identificaron 136 especies, pertenecientes a 30 familias, de 13 órdenes. Ver ANEXO Cuadro 16 y 17.

En el BPPP existen menos especies (S=43), en comparación con la ZA (S=136), pero se encuentran especies de hábitat restringidos o raras, donde pocas especies se han adaptado a condiciones de clima más fríos, lluviosos, con ecosistemas cerrados y ecoclinas de tipo barrera y accidentados.; y por consiguiente son menos en cuanto a composición específica, pero juegan un rol muy importante dentro de la dinámica de los bosques; tales como: *Sericossypha albocristata*, *Chlorornis riefferii*, *Anisognatus lacrymosus*, *Anisognatus igniventris*, *Myiothlypis luteoviridis*, *Penelope montagni* entre otros.

En la microcuenca Kitihuarero, sólo con la técnica de conteo por puntos, en época lluviosa, se registró 65 especies de aves, con 491 individuos; mientras que, en época seca, se registró 89 especies, con 728 individuos; datos que sirvieron para determinar la Calidad Ambiental.

Comparando los datos de riqueza obtenidos en campo mediante Conteo por Puntos, con los datos de los estimadores no paramétricos de la riqueza de especies calculados con el Software StimateS 9.1.0 (COLWELL, 1997), se logró registrar a más del 85 % de las especies esperadas en la mayoría de los casos, que es lo mínimo aceptable (VILLARREAL *et al.*, 2006) con lo que se da crédito que el esfuerzo de muestreo fue eficiente.

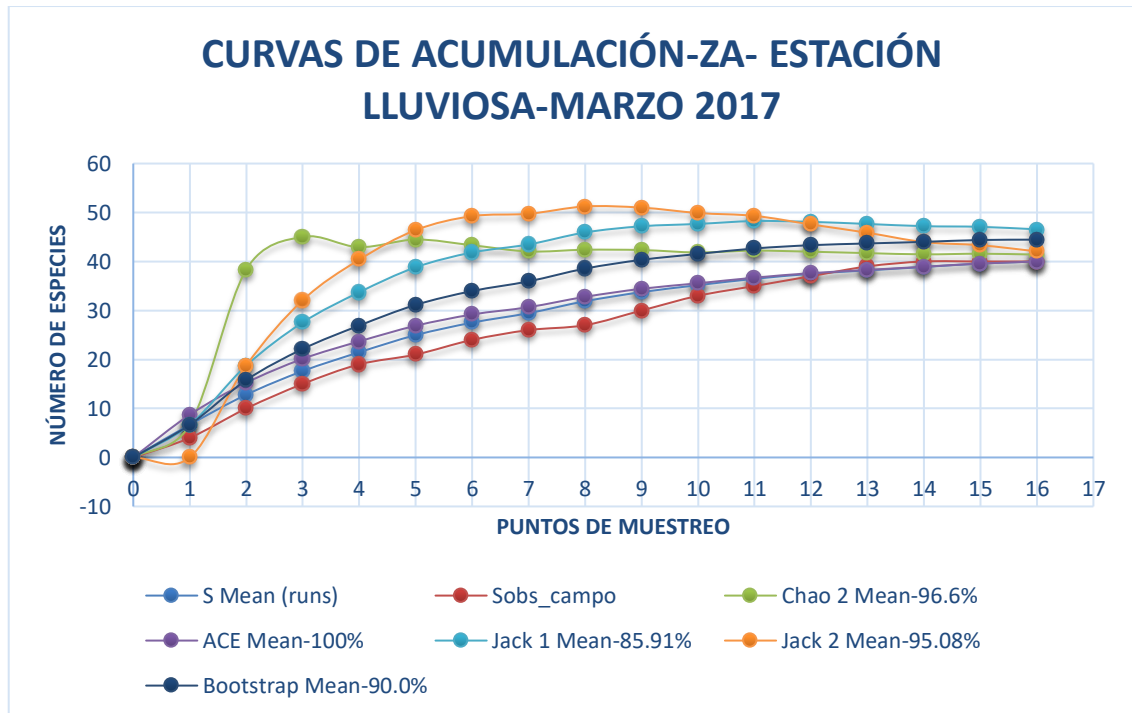


Figura 14. Se aprecia que en la ZA en estación lluviosa, se registró a un 85.91% de especies de aves observadas en campo (Sobs\_campo) comparando con el estimador Jackknife 1, mientras que comparando con el estimador ACE, se asume que se registró hasta un 100 % de especies esperadas. En todos los casos comparando con los demás estimadores, se obtuvo un registro de especies que superan el 85%; valor aceptado como mínimo dentro de los estudios biológicos (VILLARREAL *et al.*, 2006).

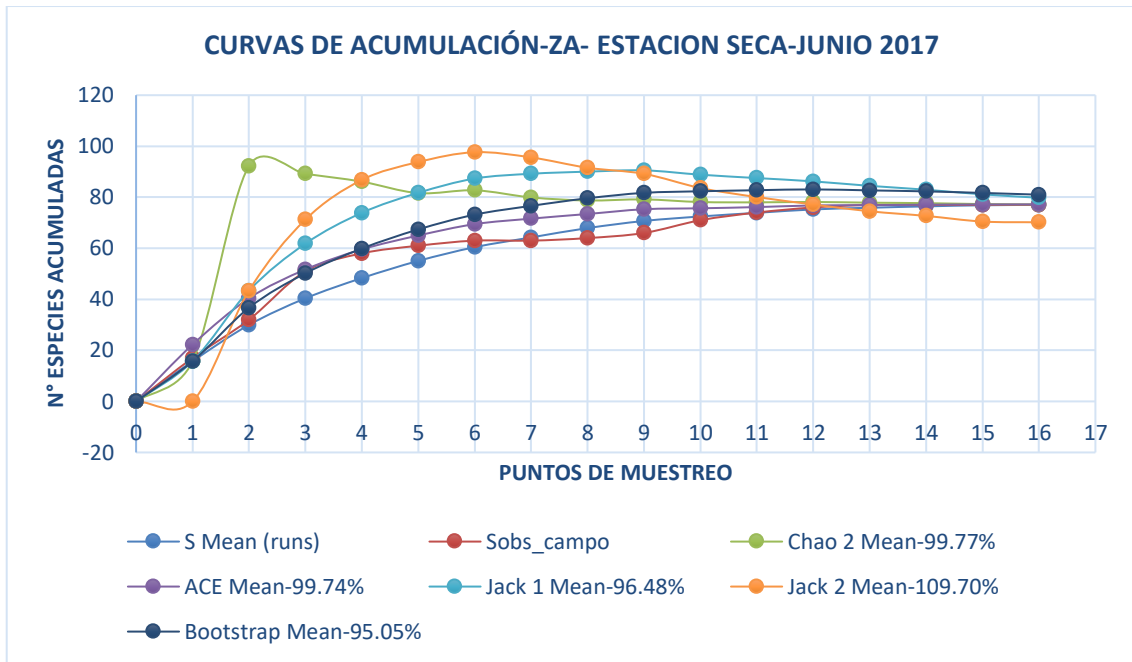


Figura 15. En la ZA en estación seca, todos los estimadores dieron como resultado un registro que superan el 95.05 % de especies esperadas, comparando con las especies observadas en campo (Sobs\_campo); siendo Bootstrap el mínimo obtenido.

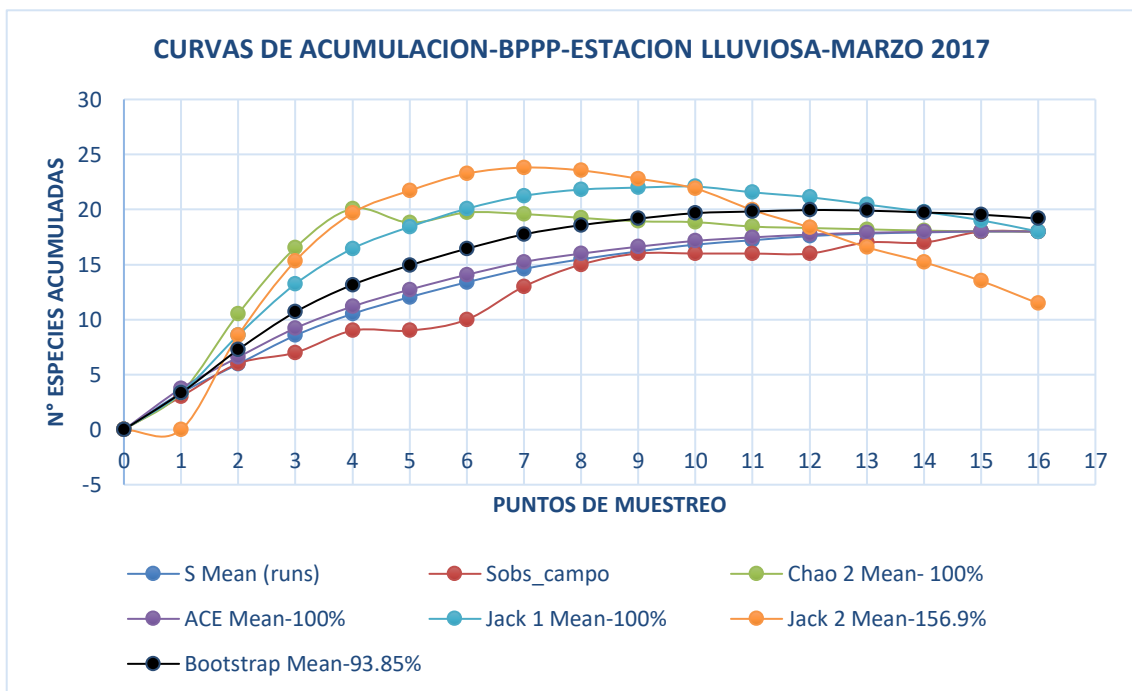


Figura 16. En BPPP, en estación lluviosa, con el estimador Bootstrap se obtuvo un registro mínimo del 93.85% de especies esperadas, comparando

con las especies observadas en campo (Sobs\_campo). Con el resto de estimadores, se obtuvo valores superiores hasta del 100%.

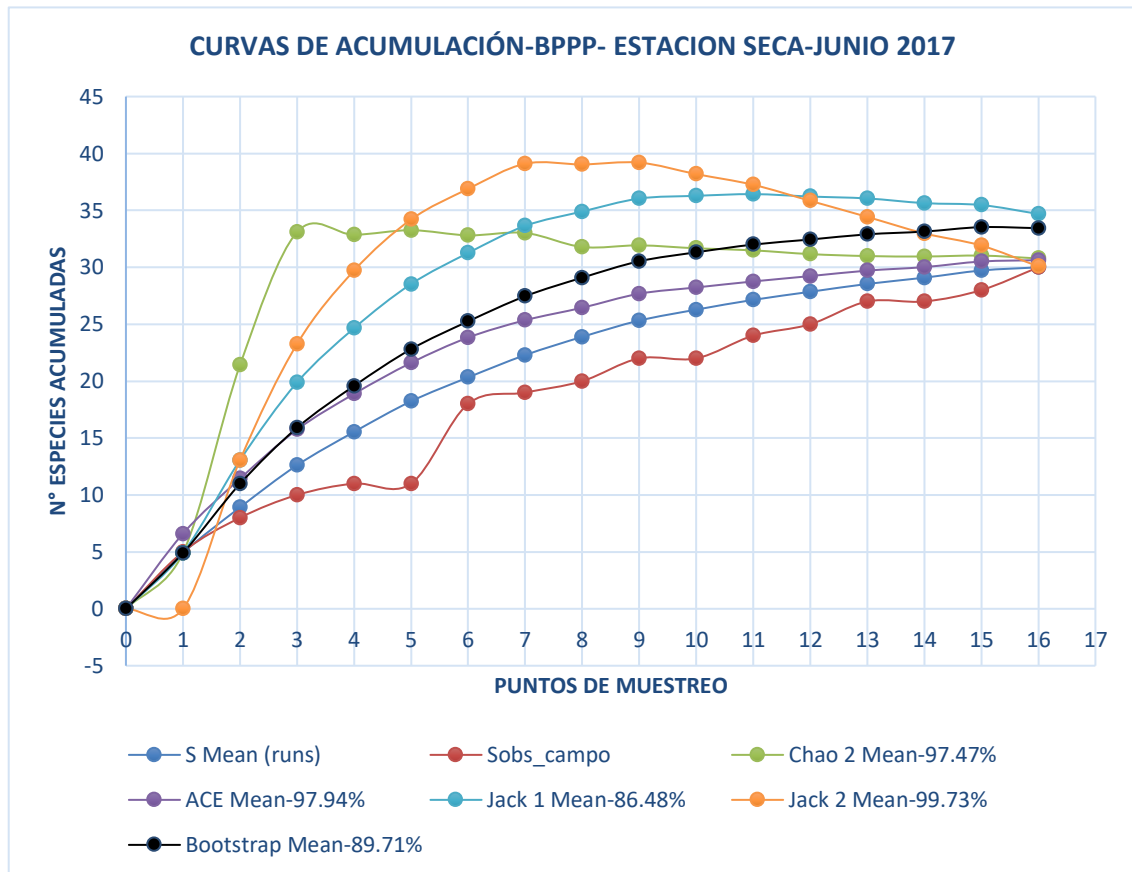


Figura 17. En BPPP, en estación seca, con el estimador Jackknife 1 se obtuvo un registro mínimo del 86.48% de especies esperadas, comparando con las especies observadas en campo (Sobs\_campo). Con el resto de estimadores, se obtuvo valores superiores hasta del 99.73%.

El número de especies compartidas entre ambos estratos de evaluación son 6, siendo estas *Psaracolius atrovirens*, *Cyanocorax yncas*, *Colochaetes coccineus*, *Rupicola peruviana*, *Pharomachus antisianus* y *Entomodestes leucotis*. Son especies que se encuentran en áreas circundantes al límite entre la ZA y el BPPP. *P. atrovirens* es la especie más abundante y bien establecida, el resto son menos abundantes y recorren estos límites ocasionalmente.

En número de especies registradas tanto en estación lluviosa como en estación seca, decrecen a medida que la altitud aumenta. Primero, se aprecia que la línea de tendencia sufre una disminución continua hasta los 2000 m. luego sufre un quiebre ganando especies nuevamente. Ver figura 23.

En ambas temporadas de estudio, según lo observado en campo; las caídas (puntos de inflexión) o cambios en la composición de especies, se atribuyen a las barreras ecológicas que separan a la ZA del BPPP, que son las temperaturas más bajas, la alta humedad y el relieve accidentado principalmente, que inicia desde 1700 m.; donde el número de especies de ecosistemas más cálidos disminuye frente al ecosistema más frío del BPPP y aparecen nuevas especies propias de estos hábitats, incrementándose en número ligeramente. No influyen los factores antrópicos ya que el límite entre la ZA y el BPPP a 1900 m. no existen actividades desarrolladas por el hombre.

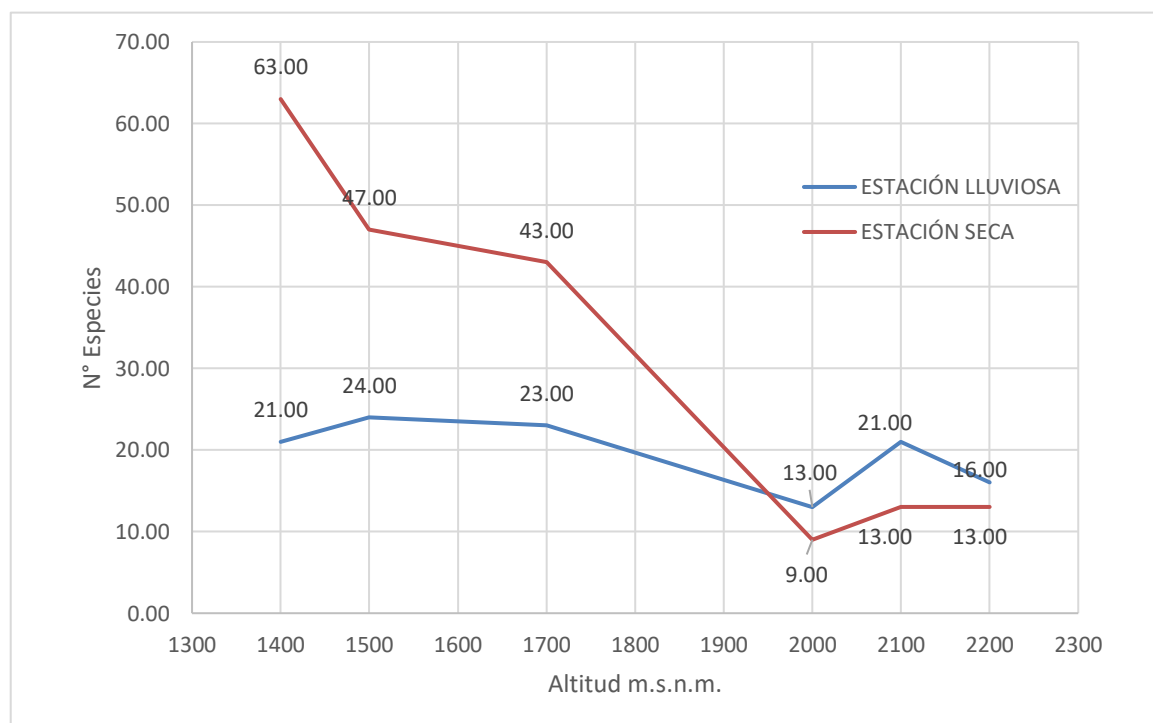


Figura 18. El número de especies en la microcuenca Kitihuarero disminuye en las estaciones lluviosa y seca conforme la altitud se incrementa hasta los 2000 m. marcados por las barreras ecológicas característico de bpMBT, y luego el número de especies vuelve a incrementarse

ligeramente con especies propias de hábitats restringidos, ganando más especies en la época lluviosa.

De las especies registradas, solo tres (03) están consideradas como amenazadas dentro del Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú y el DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, del Ministerio de Agricultura y Riego y Servicio Forestal de Flora y Fauna Silvestre (SERFOR).

Cuadro 8. Especies amenazadas registradas en el estudio dentro de la microcuenca Kitihuarero.

ESPECIES	DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI	LIBRO ROJO DE LA FAUNA SILVESTRE AMENAZADA DEL PERÚ-2018
<i>Aburria aburri</i>	VU	VU
<i>Pteroglossus beauharnaesii</i>	NT	NT
<i>Ramphastos ambiguus</i>	NT	NT

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1. Abundancia.

En la Figura 24, se representa la abundancia absoluta de aves de la ZA en estación lluviosa, con 40 especies y 312 individuos, en el cual la tendencia de la distribución de la abundancia se ajusta a un modelo logarítmico Log Normal de Preston (GARCIA, 2014).

En la Figura 25, se representa la abundancia relativa de aves, donde la especie *Cyanocorax yncas* (ni: 24) presenta la mayor abundancia con un 7.7%, seguido de *Tangara parzudakii* (ni: 22), con un 7.1% e *Iridisornis analis* (ni: 18) con un 5.8%.

También se observa las especies raras o menos dominantes, que están representadas sólo por uno o dos individuos, como es el caso de *Piaya cayana* que representa el 0.6% y *Aburria aburri*, el 1.0%, respectivamente.

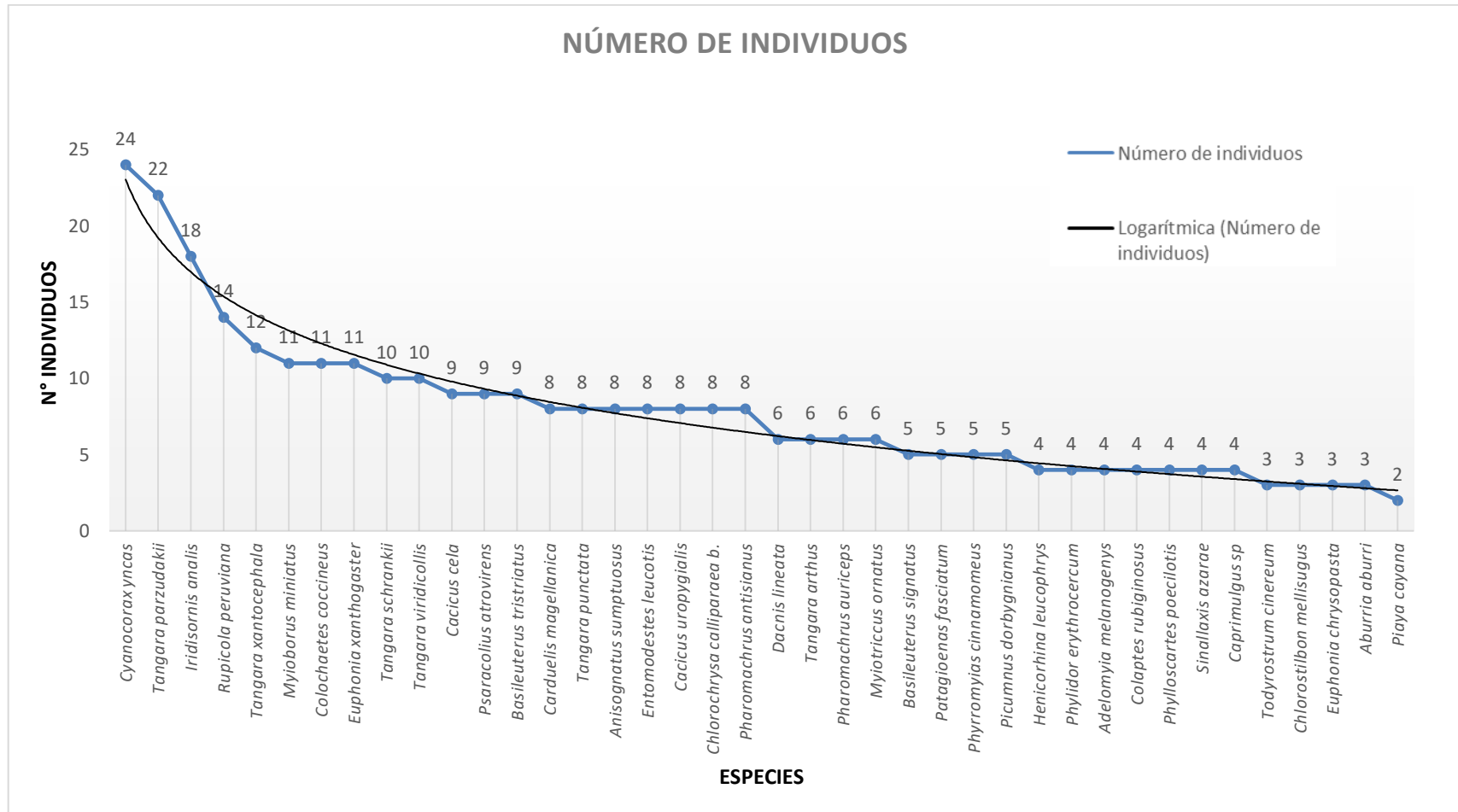


Figura 19. Número de individuos de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Lluviosa, y modelo logarítmico de abundancia.



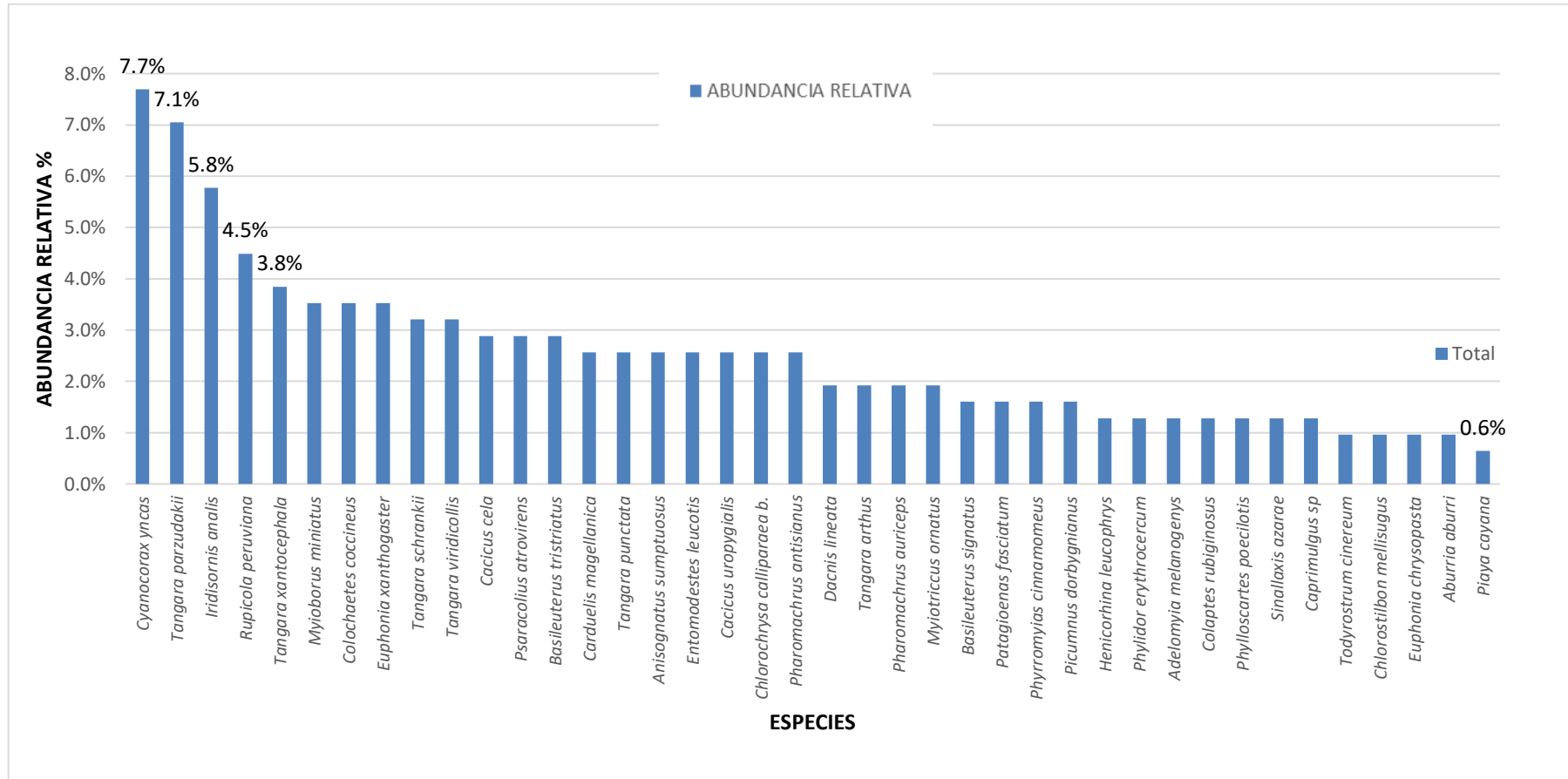


Figura 20. Abundancia relativa de aves de la Zona de Amortiguamiento, en Estación Lluviosa-Marzo.

En la Figura 27, se representa la abundancia absoluta de aves de la ZA en estación seca, con 77 especies y 568 individuos, en el cual la tendencia de la distribución de la abundancia también se ajusta a un modelo logarítmico Log Normal de Preston (GARCIA, 2014).

En la Figura 28 de la Zona de Amortiguamiento en estación seca la especie *Cyanocorax yncas* (ni: 34) presenta también la mayor abundancia con un 6.0% seguido de *Iridisornis analis* (ni: 25) con un 4.4%, seguido de *Colochaetes coccineus* (ni: 21), con un 3.7% y *Ortalis guttata* (ni: 19) con un 3.3%.

Tanto en la estación lluviosa como en la estación seca, se ha observado que las especies con mayor abundancia, han tenido mayor ocurrencia en el transecto de evaluación, como es *Cyanocorax yncas*, que habita mayormente en los estratos medio y alto del dosel del bosque, donde realizan traslados en bandadas de 5 a 10 individuos en promedio, mientras que *Iridisornis analis* lo hace forrajeando en el estrato bajo mayormente, con vuelos cortos en el estrato medio; y ocasionalmente asciende hasta el estrato superior; realizando movimientos en grupos de 2 a 6 individuos aproximadamente.



Figura 21. *Iridisornis analis* alimentándose sobre matorrales.

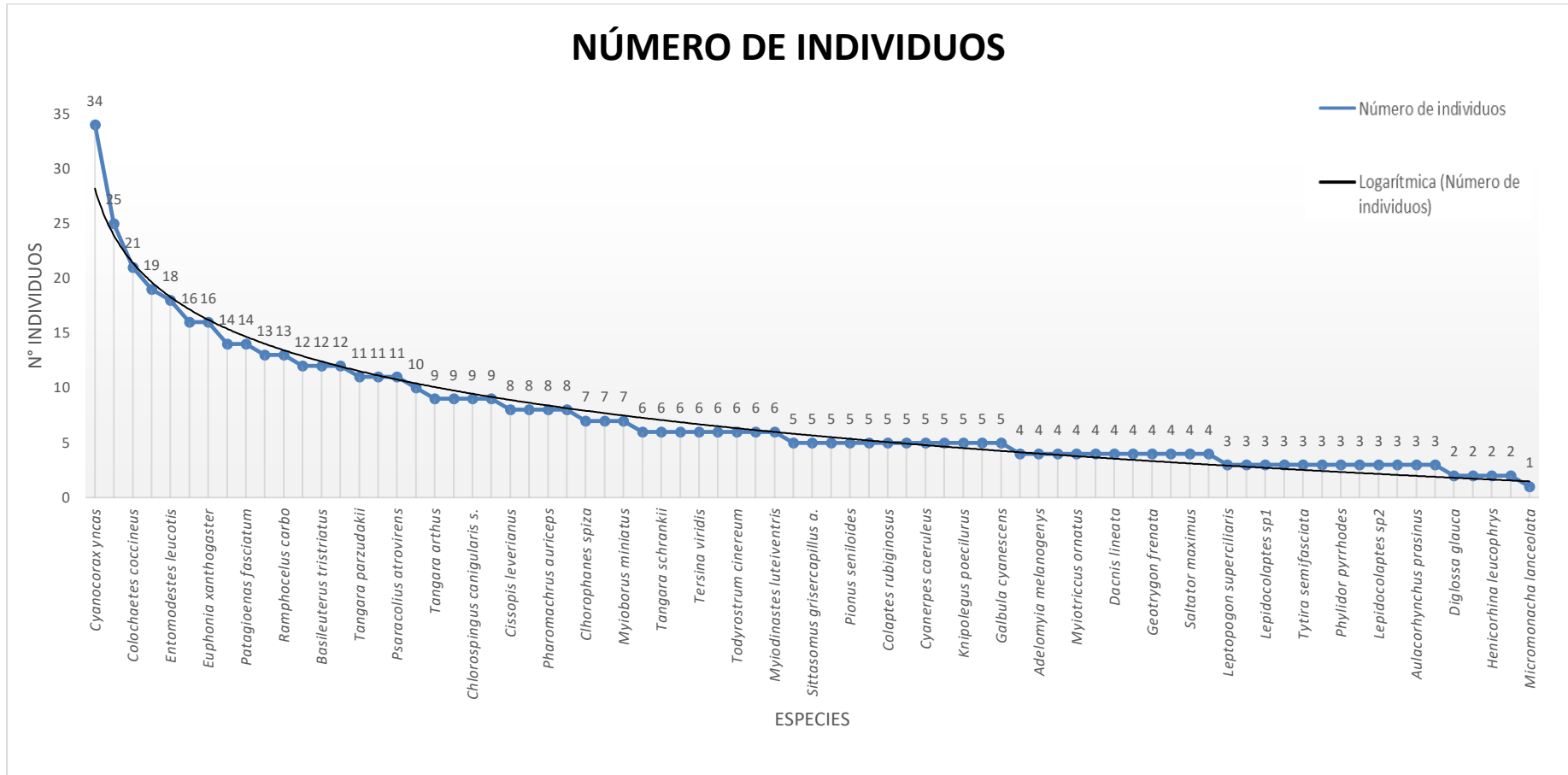


Figura 22. Número de individuos de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Seca, y modelo logarítmico de abundancia.

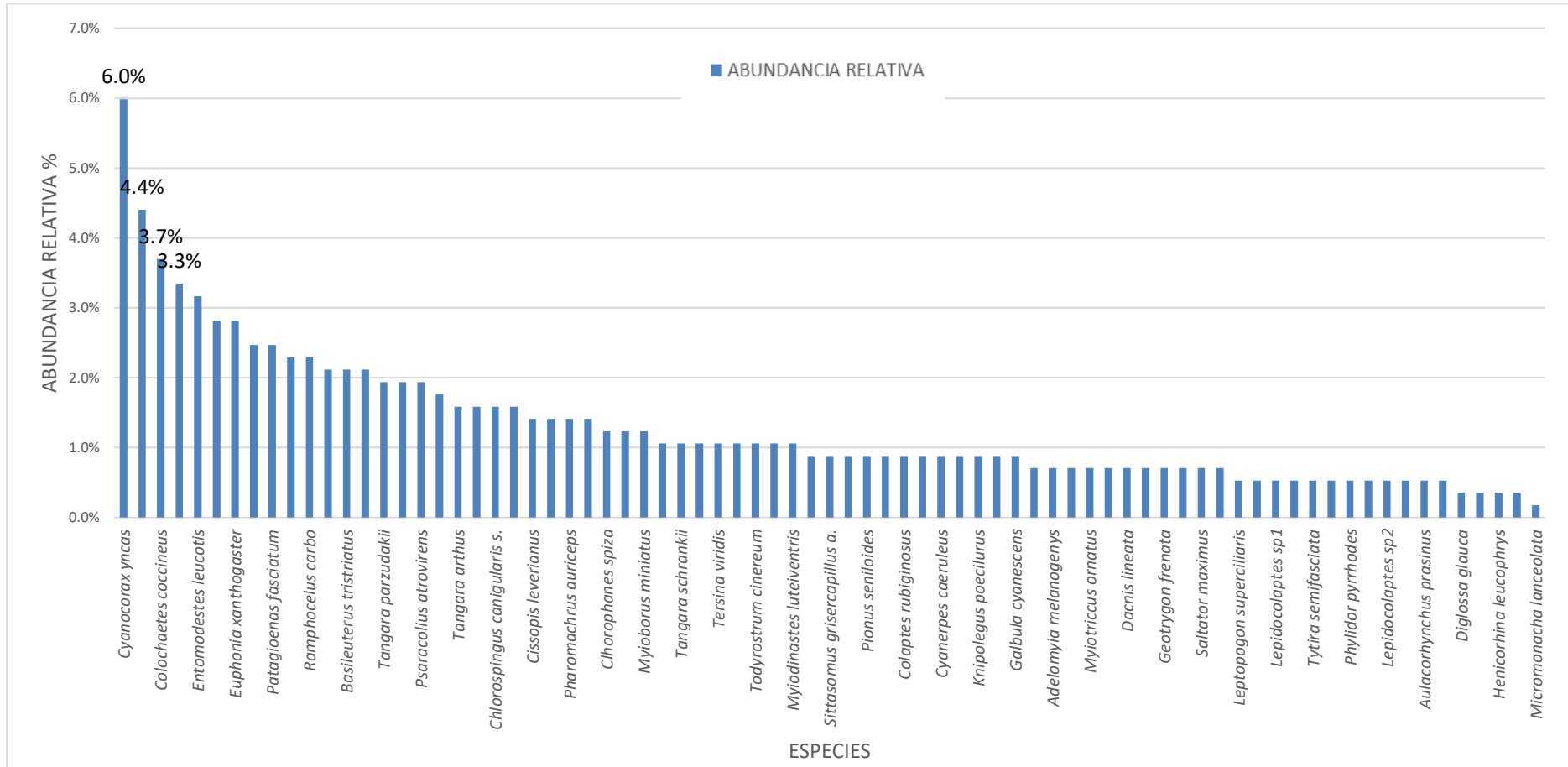


Figura 23. Abundancia relativa de aves de la Zona de Amortiguamiento en Estación Seca.

En la Figura 29, se representa la abundancia absoluta de aves del BPPP en estación lluviosa, con 30 especies y 179 individuos, en el cual la tendencia de la distribución de la abundancia también se ajusta a un modelo logarítmico Log Normal de Preston (GARCIA, 2014).

En la Figura 30, en el BPPP en estación lluviosa, se muestra la abundancia relativa de las aves, donde la especie *Psaracolius atrovirens* (ni: 25), presenta mayor abundancia y dominancia con un 14.0%, seguido de *Thraupis cyanocephala* (ni: 19) con un 10.6% y *Myiothlypis luteoviridis* (ni: 15) con un 8.4%; como especies más abundantes.

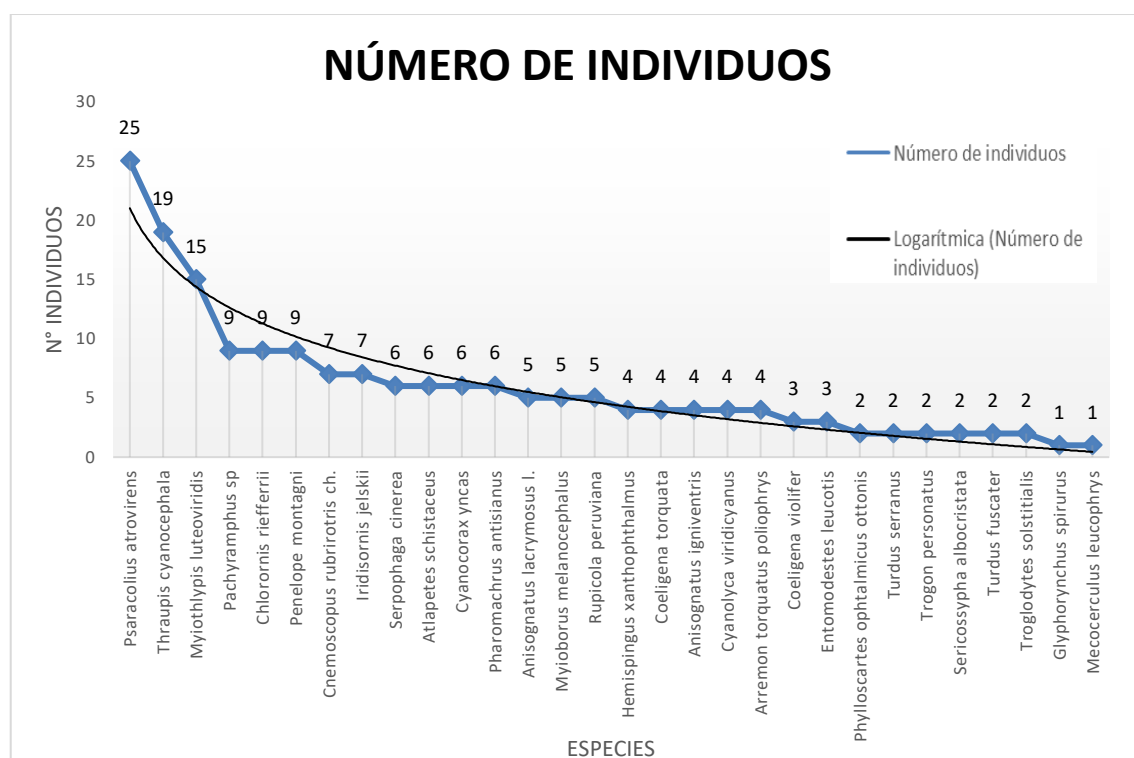


Figura 24. Número de individuos de aves del BPPP, en Estación Lluviosa, y modelo logarítmico de abundancia.

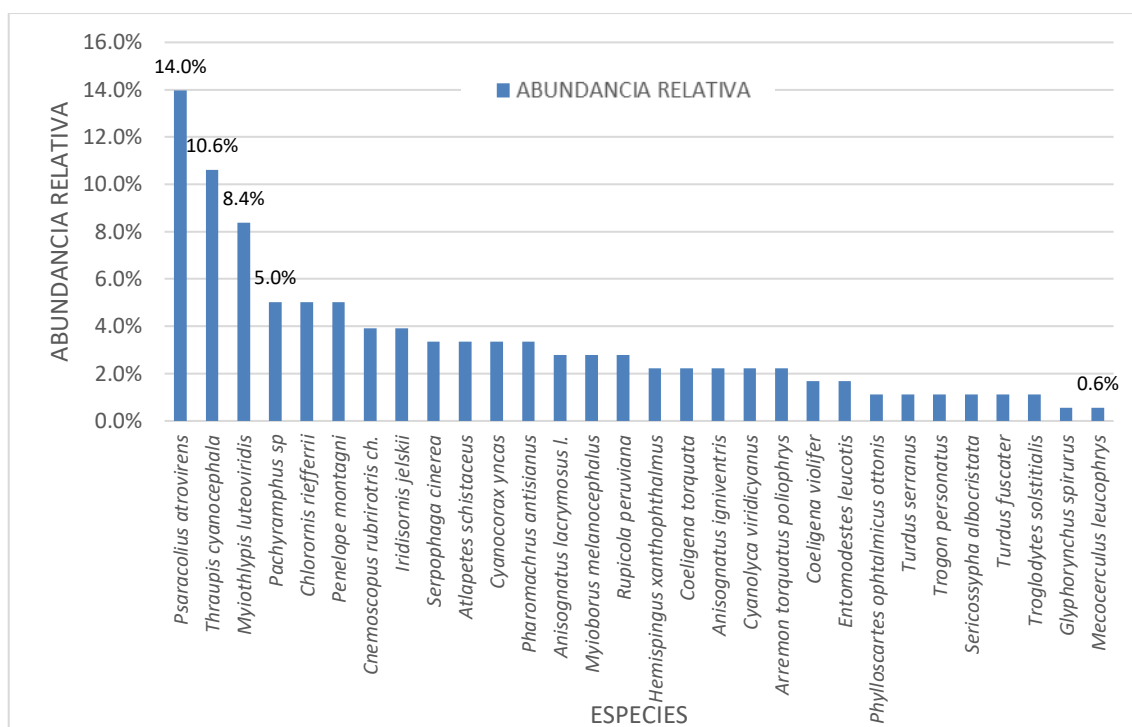


Figura 25. Abundancia relativa de aves -BPPP, en Estación Lluviosa.

En la figura 31, en el BPPP, en estación seca, se muestra una abundancia absoluta con 18 especies y 160 individuos, donde la curva de distribución de las abundancias se ajusta al modelo logarítmico Log Normal de Preston (GARCIA, 2014).

En la Figura 32, en el BPPP, en estación seca, se muestra la abundancia relativa de aves, donde la especie más abundante continúa siendo *Psaracolius atrovirens* (ni: 24), con un 15 %, seguido de *Penelope montagni* (ni: 16) con un 10 %, *Myiothlypis luteoviridis* (ni: 14) con un 8.8% y *Cyanocorax yncas* (ni: 13) con un 8.1%.

*Psaracolius atrovirens*, se encuentra ampliamente distribuido en el bosque húmedo, anidando en árboles de cecropias principalmente y realizando vuelos largos en el dosel del bosque y, de cerro a cerro.

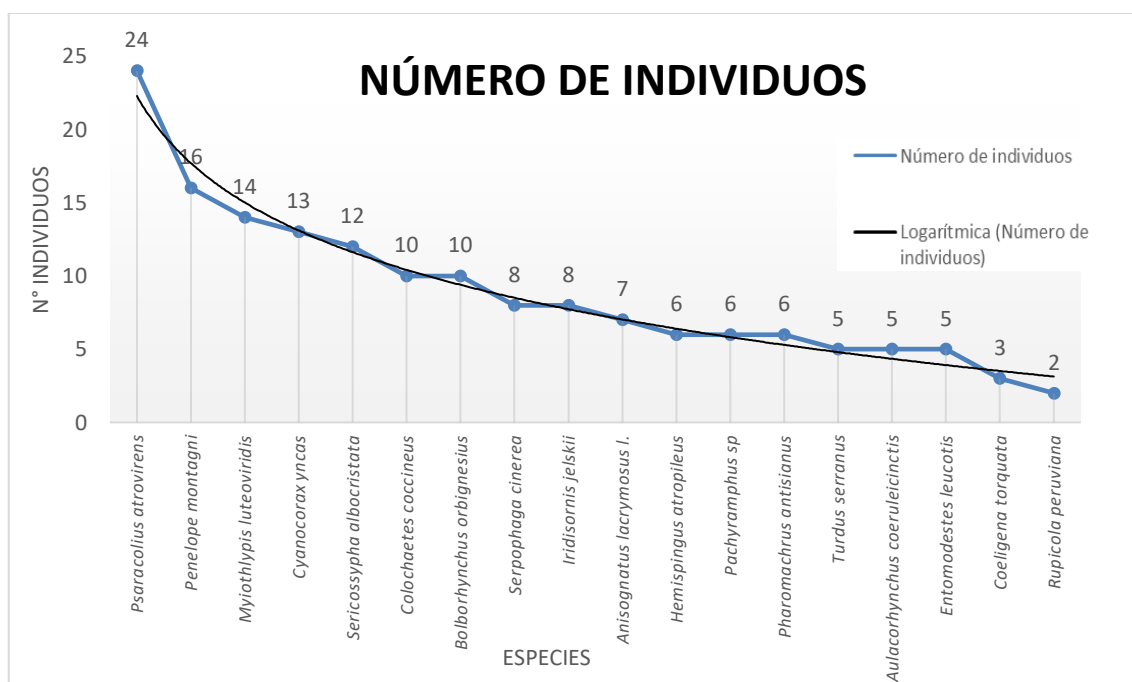


Figura 26. Número de individuos de aves del BPPP, en Estación Seca, y modelo logarítmico de abundancia.

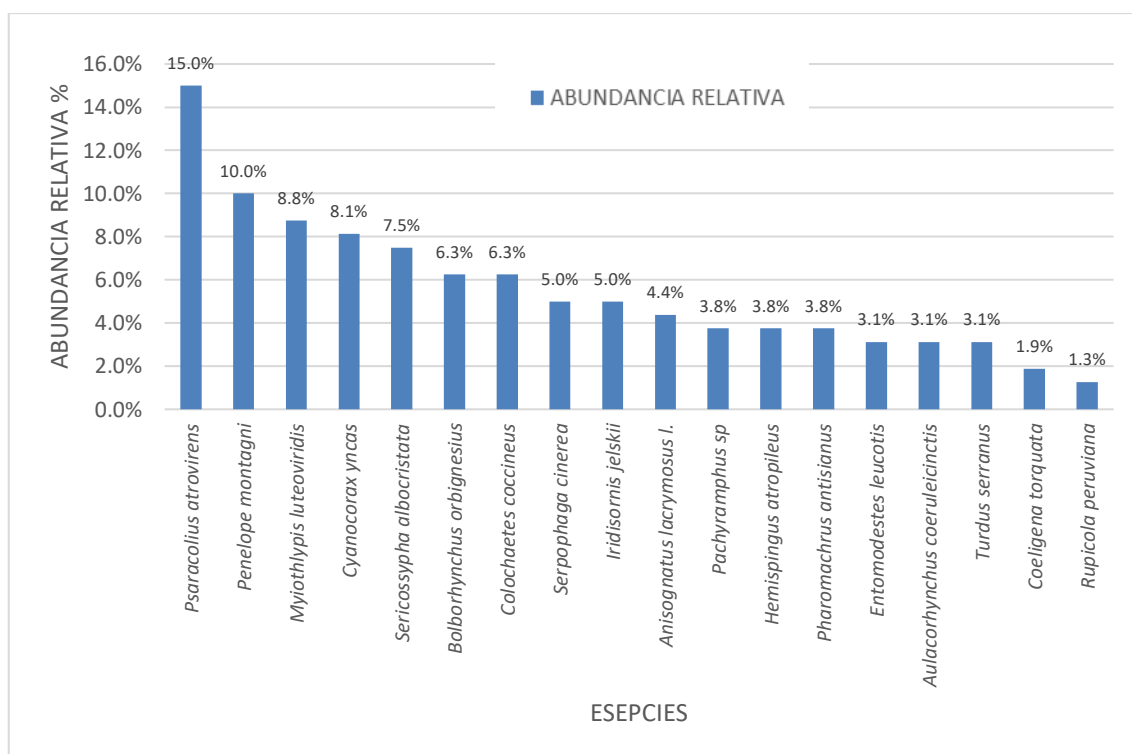


Figura 27. Abundancia relativa de aves -BPPP, en Estación Seca.

*Penelope montagnii*, realizan desplazamientos sobre el estrato superior del bosque y laderas empinadas, en grupos numerosos de 6 a 15 individuos aproximadamente.



Figura 28. *Penelope montagnii*, pava de montaña sobre vegetación enmarañada de ladera.

#### 4.2. Medición de la diversidad alfa

Para la medición de los índices de biodiversidad, se usaron sólo los datos registrados por la técnica de Conteo por Puntos, y no se ingresó los datos registrados por búsqueda intensiva.

##### 4.2.1. Cálculo de la riqueza específica (S)

En la ZA, el número de especies en estación lluviosa es de 40, mientras que en estación seca asciende a 77.

En el BPPP, la riqueza específica encontrada desciende de 30, en temporada lluviosa, a 18 en temporada seca.

Cuadro 9. Riqueza específica de aves.

Estación	Estrato	Riqueza específica
Lluviosa (marzo)	ZA	40.00
Lluviosa (marzo)	BPPP	30.00
Seca (junio)	ZA	77.00
Seca (junio)	BPPP	18.00



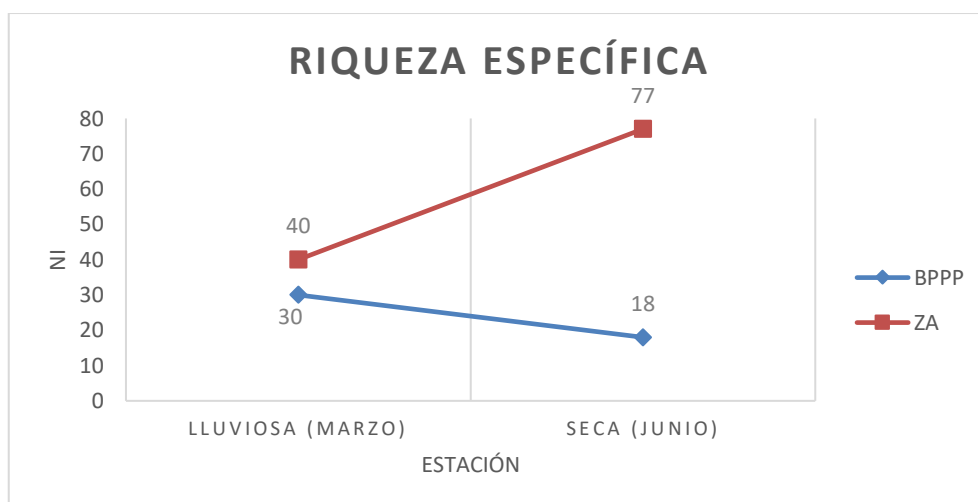


Figura 29. Diferencias en la Riqueza específica de aves, en dos estaciones climáticas, para el BPPP y ZA.

En la ZA, el número de especies en estación lluviosa es de 40, mientras que en estación seca asciende a 77. Esta diferencia responde, a que las altas precipitaciones en temporada lluviosa ralentizan la dinámica de muchas especies de aves, influyendo negativamente en el vuelo y supervivencia de los individuos, donde estos optan por refugiarse bajo el dosel del bosque o sus zonas de anidamiento, para conseguir protección del clima adverso; resultando de ello menor ocurrencia de avistamientos en la zona de estudio y menores registros, en comparación con la temporada seca( el término temporada seca es relativo, ya que los bosques de neblinas siempre están húmedos), donde se puede observar una gran diversidad de colores y formas de vida de la avifauna por periodos prolongados.

Durante los días lluviosos, las aves aprovechan periodos de calma o baja precipitación para poder alimentarse. En situaciones donde la lluvia no cesa, las aves se ven forzadas a salir de sus refugios para conseguir sus alimentos y lo hacen muy rápidamente, por lo que es posible poder avistarlos en forma intermitente y con menor frecuencia.

En el BPPP, la riqueza específica encontrada desciende de 30, en temporada lluviosa, a 18 en temporada seca. Se puede apreciar que en temporada seca el número de especies es menor, donde se supone que debería existir más especies, según el razonamiento aplicado para el análisis en la ZA;

siendo esto sólo situacional y responde a la presencia de lluvias de manera intermitente (nubosidad 6/8) y brillo solar reducido por periodos de 5 a 10 minutos, durante el periodo de evaluación en junio; que interfirieron el movimiento de las aves a través del bosque, por consiguiente se obtuvo menos éxito de avistamientos de ejemplares en los puntos de evaluación, así como en el transecto de búsqueda intensiva.

Las diferencias en el clima (en estación lluviosa y seca) en el estrato del BPPP no es muy marcado, ya que se puede observar que los Bosques Pluviales Montano Bajo Tropicales (bp-MBT), son zonas de vida siempre húmedas o zonas de recarga hídrica, y por lo general, el paisaje todo el tiempo se encuentra recubierto de neblinas y precipitaciones que se intensifican en la estación lluviosa.

Lo anterior mencionado, influye mucho en el número de especies de aves que se pueda avistar en estos ecosistemas, el cual dependerá de conseguir un buen tiempo atmosférico, con bastante brillo solar que permita mayor actividad de la avifauna.

#### 4.2.2. Índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ )

En la ZA, en estación lluviosa,  $D_{Mg}=6.79$ , mientras que en estación seca asciende a  $D_{Mg}=11.98$ . En el BPPP, en temporada lluviosa  $D_{Mg}=5.59$ , y en temporada seca desciende a  $D_{Mg}=3.35$ .

En todos los casos el Índice de diversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ ), supera el valor de 2, lo cual representa una alta diversidad de aves presentes en el ecosistema de estudio.

Cuadro 10. Índice de Diversidad de Margalef (DMg).

Estación	Estrato	$DMg$
Lluviosa (marzo)	ZA	6.79
Lluviosa (marzo)	BPPP	5.59
Seca (junio)	ZA	11.98
Seca (junio)	BPPP	3.35

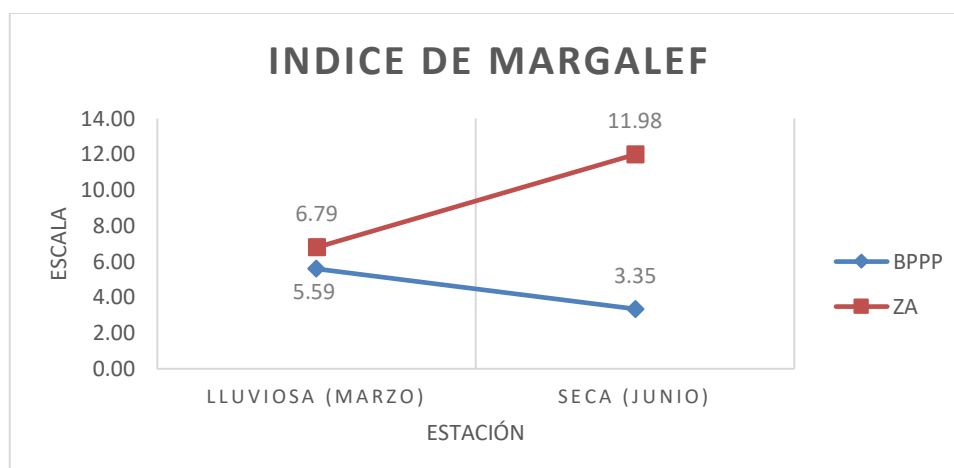


Figura 30. Índice de Diversidad de Margalef para las aves, en dos estaciones.

#### 4.2.3. Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

En la ZA, en estación lluviosa,  $H' = 3,52$ , mientras que en estación seca asciende a  $H' = 4,11$ . En el BPPP, en temporada lluviosa  $H' = 3,10$ , y en temporada seca desciende a  $H' = 2,73$ .

De los resultados obtenidos, se considera que la Microcuenca Kitihuarero es un ecosistema con alta biodiversidad de aves, según el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que en la mayoría de casos supera el valor de 3.

Cuadro 11. Índice de Shannon – Wiener.

Estación	Estrato	$H'$
Lluviosa (marzo)	ZA	3.52
Lluviosa (marzo)	BPPP	3.10
Seca (junio)	ZA	4.11
Seca (junio)	BPPP	2.73

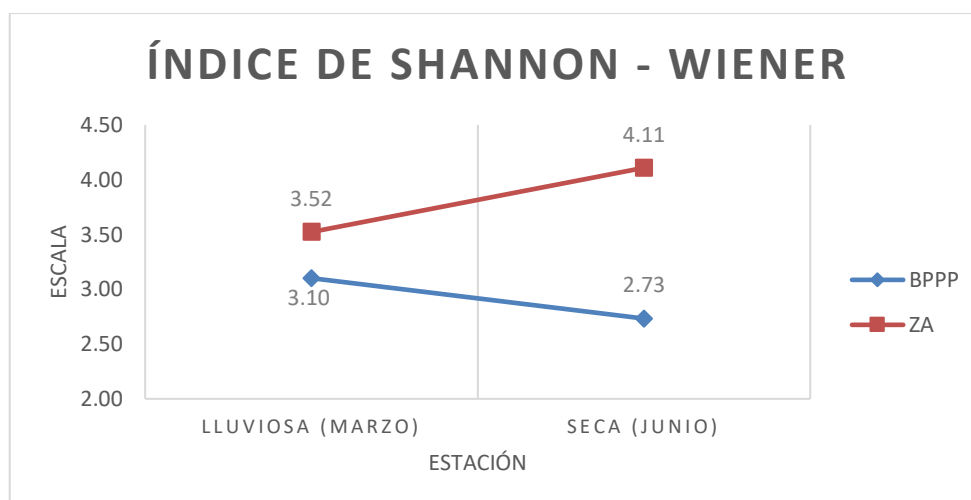


Figura 31. Índice de Diversidad de Shannon - Wiener para las aves, en dos estaciones.

“Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras (BPPP y ZA, en época lluviosa y seca, medidas con el índice de Shannon) son iguales, se siguió el procedimiento propuesto por Hutcheson en 1970” (Zar, 1996, citado por, MORENO, 2001):

- a. Para cada muestra se calcula el índice de diversidad ponderado ( $H_p$ ) en función de la frecuencia de cada especie:

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

Donde

$f_i$  = frecuencia (número de individuos) registrada para la especie  $i$

N: número total de individuos

Cuadro 12. Datos de abundancia del BPPP y ZA.

Estación	Estrato	Abundancia (N)
Lluviosa (marzo)	ZA	312.00
Lluviosa (marzo)	BPPP	179.00
Seca (junio)	ZA	568.00
Seca (junio)	BPPP	160.00

Para el caso del **BPPP**, en época **lluviosa** se tiene:

$$Hp1 = \frac{(403.26) - (162.16)}{179}$$

$$Hp1 = 1.35$$

Para el caso de la **ZA**, en época **lluviosa** se tiene:

$$Hp2 = \frac{(778.18) - (300.79)}{312}$$

$$Hp2 = 1.53$$

**b.** Para cada estrato calculamos la varianza del índice de diversidad ponderado:

$$var = \frac{[\sum fi \log^2 fi - (\sum fi \log fi)^2 / N]}{N^2}$$

Para el caso del BPPP, en época lluviosa se tiene:

$$var1 = \frac{[166.82 - 26295.4/179]}{179^2}$$

$$var1 = \frac{[166.82 - 146.9]}{32041}$$

$$var1 = 0.00062$$

Para el caso de la ZA, en época lluviosa se tiene:

$$var2 = \frac{[309.51 - 90476.44/312]}{312^2}$$

$$var2 = \frac{[309.51 - 289.99]}{97344}$$

$$var2 = 0.0002$$

**c.** Se calcula la diferencia de las varianzas de ambos estratos:

$$D_{var} = \sqrt{var1 + var2}, D_{var} = \sqrt{0.00062 + 0.0002}, D_{var} = 0.0287$$

**d.** Se obtiene el valor de t:

$$t = \frac{Hp1 - Hp2}{D_{var}}, = \frac{1.35 - 1.53}{0.0287}, = -6.39$$

**e.** Calculamos los grados de libertad asociados con el valor de t:

$$g.l. = \frac{(var_1 + var_2)^2}{(var_1^2/N_1) + (var_2^2/N_2)}$$

$$g.l. = \frac{(0.00062 + 0.0002)^2}{(0.00062^2/179) + (0.0002^2/312)}$$

$$g.l. = 295.45$$

f. “Buscamos en tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de libertad calculados:  $t_{0.01 (2)295.45} = 2,5926$ . Como el valor de t obtenido (6.39) es mayor que el valor de t en tablas, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad de aves en la ZA no es igual que la diversidad de aves en el BPPP, en época lluviosa”.

Análogamente para el caso del BPPP, en época seca se tiene:

$$Hp1 = 1.31$$

$$var1 = 0.00089$$

Para el caso de la ZA, en época seca se tiene:

$$Hp2 = 1.78$$

$$var2 = 0.00162$$

Calculando la diferencia de las varianzas de ambos estratos en época seca se tiene:

$$D_{var} = 0.05$$

$$t = -9.54$$

$$g.l. = 658.93$$

“Buscando en tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de libertad calculados:  $t_{0.01 (2)658.93} = 2,5833$ . Como el valor de t obtenido (9.54) es mayor que el valor de t en tablas, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad de aves en el BPPP no es igual que la diversidad de aves en la ZA, en época seca”.

### 4.3. Medición de la diversidad beta.

#### 4.3.1. Coeficiente de similitud de Jaccard (Cj).

“El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies” (MAGURRAN, 1989).

Cuadro 13. Coeficiente de similitud de Jaccard.

Estación	Estrato	$C_j$
Lluviosa (marzo)	ZA y BPPP	0.08
Seca (junio)	ZA y BPPP	0.07

De los resultados, se puede observar que los valores arrojados para el Coeficiente de similitud de Jaccard, se encuentran cercanos a cero, por lo que se determina que existen pocas especies compartidas entre los estratos de la ZA y BPPP.

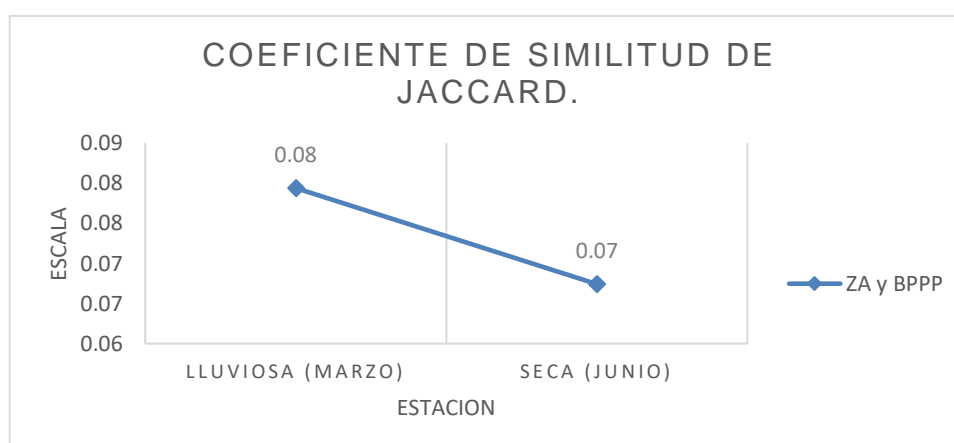


Figura 32. Coeficiente de similitud de Jaccard para las aves, en dos estaciones.

#### 4.3.2. La complementariedad (C)

De los resultados, se puede observar que existe una alta diferencia en composición de especies de aves entre la ZA y el BPPP, ya que arroja valores cercanos a la unidad.

Cuadro 14. Riqueza total para ambos sitios combinados ( $S_{ZA \text{ y } BPPP}$ ) y número de especies únicas de los dos estratos ( $U_{ZA \text{ y } BPPP}$ ).

Estrato	ZA y BPPP	
	Lluviosa (marzo)	Seca (junio)
$S_{ZA \text{ y } BPPP}$	65	89
$U_{ZA \text{ y } BPPP}$	60	83

Cuadro 15. Índice de complementariedad (CZA y BPPP).

Estación	C <sub>ZA</sub> y BPPP
Lluviosa (marzo)	0.92
Seca (junio)	0.93

También podemos expresar estos valores; como el porcentaje de especies de aves que son complementarias entre la ZA y el BPPP en estación lluviosa (92%), y en estación seca (93%).

Dicho de otro modo; existe un 92% de especies Únicas, del Total de especies de aves en la Microcuenca Kitihuarero (ZA+BPPP) en estación lluviosa, y 93% en estación seca. Un 8% y 7%, respectivamente, representan las especies compartidas en toda la zona de estudio.

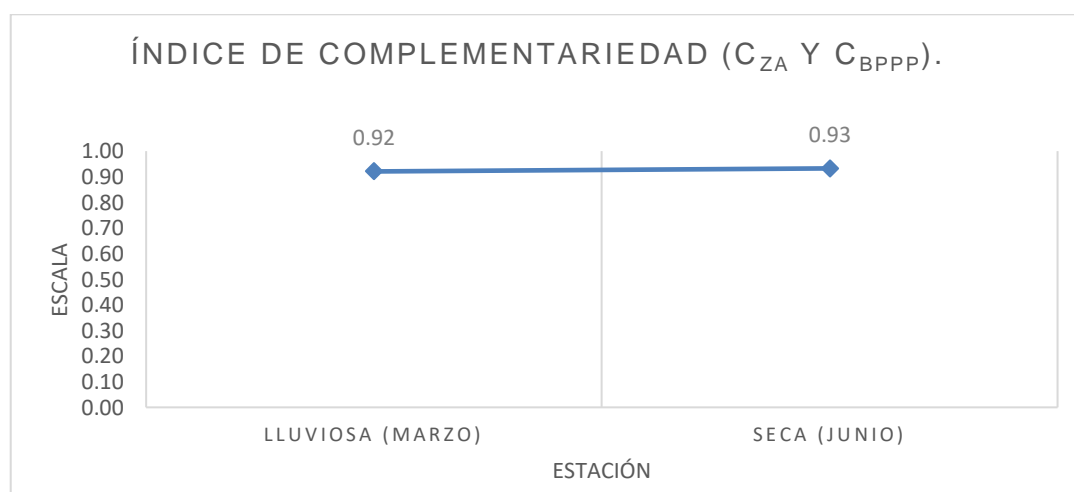


Figura 33. Índice de complementariedad.

La alta disimilitud entre la ZA y el BPPP, permite deducir que las zonas de estudio no se complementan en cuanto a composición de especies y cada biotopo presenta hábitats únicos y característicos del piso ecológico al que pertenecen (a pesar de que ambos pertenecen a la Zona de Vida bosque pluvial Montano Bajo Tropical –bpMBT), y albergan especies de aves propias de cada ecosistema. Esto debe acarrear la importancia de poder conservar ambas zonas a perpetuidad, ya que la ZA resguarda pocas especies presentes en el BPPP y viceversa, y si ocurrieran impactos negativos contra la naturalidad del bosque,



muchas especies se verían comprometidas y vulneradas ante los efectos de diversas causas, sobre todo la deforestación en la ZA.

#### 4.4. Determinación de la calidad ambiental

##### 4.4.1. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa.

Según el inventario, se determinó un total de 65 especies de aves con 491 individuos en la ZA y BPPP.

- Obteniendo la escala del Eje X:

$$\frac{(65 \text{ especies} * 1000) / 491 \text{ individuos}}{10} = 13.24$$

- En el eje Y encontramos:

$$\text{Calidad ambiental} = 0.1X$$

$$\text{Calidad ambiental} = 1.32$$



Figura 34. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa

La calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa es de 1.32, que significa una calidad muy buena y que la microcuenca se encuentra en óptimas condiciones de salud ambiental.

##### 4.4.2. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Seca.

En Estación Seca, se determinó un total de 89 especies de aves con 628 individuos en la ZA y BPPP.

- Obteniendo la escala del Eje X:

$$\frac{(89 \text{ especies} * 1000) / 728 \text{ individuos}}{10} = 12.23$$

- En el eje Y encontramos:

$$\text{Calidad ambiental} = 0.1X$$

$$\text{Calidad ambiental} = 1.22$$

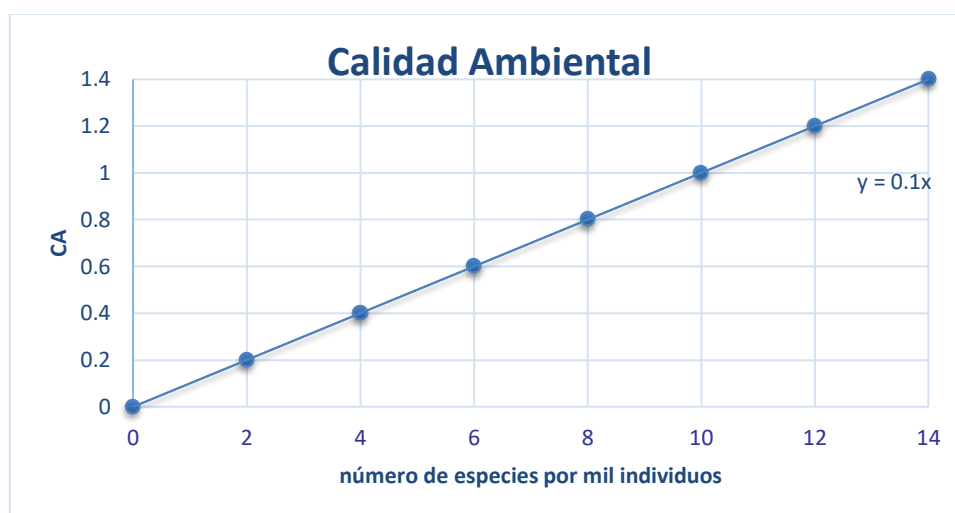


Figura 35. Calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Seca.

La calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero en Estación Seca es de 1.22, que similar a la estación lluviosa, la microcuenca mantiene su condición de salud ambiental en niveles óptimos.

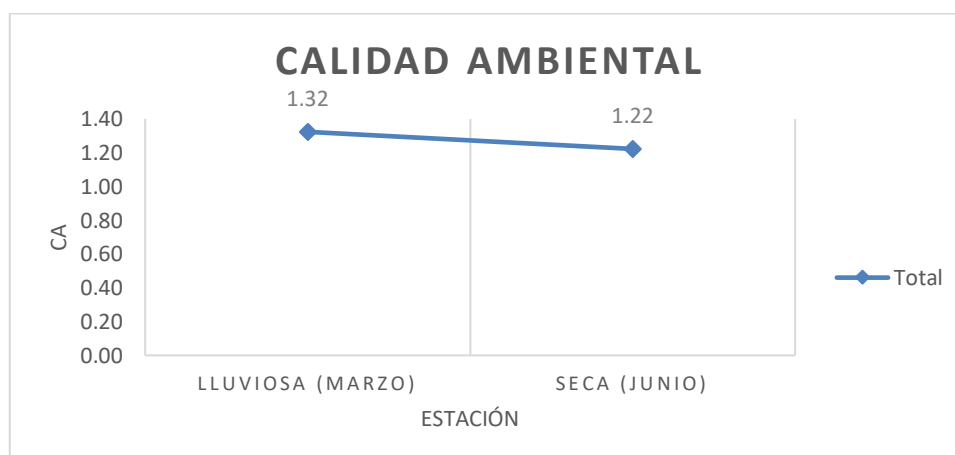


Figura 36. Comparación de la Calidad ambiental en la microcuenca Kitihuarero en Estación Lluviosa y Seca.

Una calidad ambiental muy buena, representa un espacio saludable, y es “capaz de mantener en equilibrio los niveles tróficos del ecosistema y con suficiencia de alimentos, espacios idóneos para la reproducción y hábitats adecuados para la migración de especies y además que los factores ambientales no están siendo perturbados” (GONZALEZ, 2000), por lo que, se estima que la calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero es saludable y de muy buena calidad ambiental, debido a que los niveles tróficos, componentes y recursos naturales del ecosistema se mantienen en equilibrio.

## V. DISCUSIÓN

En la Zona de Amortiguamiento, la riqueza específica en temporada lluviosa es de 40, que asciende a 77 en temporada seca, mientras que en el

Bosque de Protección Pui Pui, sucede lo contrario, donde desciende de 30, en temporada lluviosa, a 18 en temporada seca. El número de especies que se pueda registrar en un trabajo de campo siempre estará influenciado por el clima en el momento de estudio, por lo que en algunas situaciones se encontrará más especies en temporadas de mayor precipitación (EIA Lote 107, 2008) y en otras menos, comparadas con temporadas de menor precipitación, aunque por lo general se pueden registrar más especies en temporadas de menor precipitación (EIA LOTE 130, 2011), (EIA-SD-Lote 107, 2014) y (GONZALEZ, 2008).

Dentro de la zona de estudio, la Zona de Amortiguamiento que va desde los 1300 m. hasta los 1900 m. presenta mayor riqueza específica ( $S=85$ ), que el Bosque de Protección Pui Pui ( $S=34$ ) con un rango de elevación de 1900 a 3800 m.; esto es debido a que se encuentra en un gradiente altitudinal más bajo, donde estudios realizados en diferentes gradientes altitudinales demuestran que el número de especies disminuye con la elevación, por el contrario en zonas más elevadas se encuentran más rarezas o especies de hábitats de rango restringido (PITMAN *et. al.*, 2014), (MARTÍNEZ y RECHBERGER, 2007), (HERZOG *et. al.*, 2005) y (TERBORGH, 2013)

Respecto al índice de diversidad alfa; según Margalef (1995), citado por ORELLANA (2009), basados en el Índice de Diversidad de Margalef; valores inferiores a 2,0 son considerados como zonas de baja biodiversidad, mientras que valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Relacionando la afirmación anterior con los datos obtenidos del estudio realizado, se asevera que el ecosistema evaluado presenta una alta biodiversidad de aves, sobre todo en la Zona de Amortiguamiento, en estación seca (junio), donde el Índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ) es 11.98, mientras que en el BPPP, se obtiene un mínimo de  $D_{Mg}=3,35$  en temporada seca.

El valor del índice de diversidad de Shannon suele hallarse entre 1.5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4.5, (Margalef, 1972, citado por, MAGURRAN, 1988), cuyos valores corresponden a zonas de alta biodiversidad y cuanto mayor

sea el valor del índice, mayor es la diversidad del área de estudio (GARCÍA, 2014).

En la Microcuenca Kitihuarero, en estación lluviosa, en la ZA, el Índice de Shannon Wiener es de:  $H^I = 3,52$ , y en el BPPP, es de  $H^I = 3,10$ ; mientras que en estación seca, en la ZA asciende a  $H^I = 4,11$ , y en el BPPP desciende a  $H^I = 2,73$ ; en ambos casos se observa que las zonas de estudio presentan una alta biodiversidad, considerándose a la ZA como una zona más biodiversa en aves que el BPPP, y se puede aseverar siguiendo el método propuesto por Hutcheson en 1970 (MORENO, 2001), que los valores provenientes de los dos estratos, son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 99%.

Estudios realizados por GONZALEZ (2008), en ecosistemas parecidos a la microcuenca Kitihuarero, en lugares como San Alberto y Huampal con bosques húmedos y de transición del Parque Nacional Yanachaga Chemillén, localizados geográficamente en el pie de montaña de la Cordillera de los Andes del Perú; ha reportado valores altos de Índice de Diversidad de Shannon Wiener de:  $H^I = 5,04$  y  $3,45$  respectivamente, que naturalmente son consideradas zonas de alta biodiversidad y endemismos, por lo que la zona de estudio presenta también alta diversidad de aves.

La medición de la biodiversidad beta a través del Índice de Jaccard ( $C_j$ ) (MAGURRAN, 1989) o Coeficiente de similitud de Jaccard (MORENO, 2001), arroja valores cercanos a cero ( $C_j$  lluvioso= 0.08 y  $C_j$  Seco=0.07), “donde el valor cero ocurre cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, y toma valores de 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (MAGURRAN, 1989)”; por lo que se asume que la ZA y el BPPP no son similares en cuanto a composición de especies de aves, y las especies que usan o se trasladan en ambos estratos son muy pocos (pocas especies compartidas).

Usando el Índice de Complementariedad (ZA y BPPP), en estación lluviosa, da el valor de 0.92, mientras que en estación seca, el valor de 0.93. Se puede observar que existe una alta diferencia en composición de especies de

aves entre la ZA y el BPPP, ya que arroja valores cercanos a la unidad, que ocurre cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas, y toma el valor de cero cuando ambos sitios son idénticos (COLWELL Y CODDINGTON, 1994).

Analizando la Calidad ambiental, según la función de transformación para los parámetros de diversidad de especies; la escala de valoración de la "Calidad Ambiental 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 un valor donde se expresa un estado mínimo admisible del ecosistema y que las comunidades presenten poblaciones mínimas viables; de tal forma que valores por debajo de este, representarán el desequilibrio del medio ambiente con efectos catastróficos sobre la biodiversidad" (CONESA *et al.*, 1997)

Según la escala de CONESA *et al.* (1997), en el eje de las abscisas se ubica el parámetro de Diversidad de Especies, con el Indicador número de especies por mil individuos, cuyo valor es 10‰, lo que supone que para obtener una calidad ambiental de "1", se debe tener 10 especies con mil individuos, o una especie, 100 individuos; por lo cual con una regla de tres simple se puede calcular el nuevo valor correspondiente al eje X, y proyectar en el plano cartesiano para obtener la calidad ambiental correspondiente. Con la presente investigación se determinó que la calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero, en estación lluviosa, es 1.32; mientras que en estación seca disminuye a 1.22.

Como se puede observar en ambos casos, los valores obtenidos superan el valor límite de la escala "1", lo cual significa que la calidad ambiental de la zona de estudio es muy alta. De esto, se puede con certeza asegurar 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 *et al.* (1997), lo cual no significa que existan errores aleatorios; sino que pueden 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".

Según GONZALEZ (2000), “menciona que solamente un ambiente saludable será capaz de mantener en equilibrio los niveles tróficos del ecosistema y con ello existirá suficiencia de alimentos, espacios idóneos para la reproducción y hábitats adecuados para la migración de especies y además que los factores ambientales no están siendo perturbados. Las aves al ser de primer, segundo o tercer orden dependiendo de lo que se alimenten, si surgen perturbaciones en alguno de los niveles tróficos, se rompe un eslabón de la cadena alimenticia dentro del ecosistema. Plantas, animales, microorganismos y factores ambientales están relacionados. Lo que ocurra en una comunidad biótica, en especial repercutirá en el resto de seres vivos, y por tanto en el ambiente”; por lo que, se puede estimar cualitativamente que la calidad ambiental de la microcuenca Kitihuarero es saludable, debido a que los niveles tróficos, componentes y recursos naturales del ecosistema se mantienen en equilibrio; donde la vegetación es muy vigorosa, los suelos muy ricos y fértiles, las aguas cristalinas nacen desde dentro del bosque como duchas naturales y se van oxigenando a través de los rápidos y cascadas del río Kitihuarero albergando una gran diversidad de recursos hidrobiológicos. El clima es muy variable y la estación seca no es muy agresiva, debido al constante intercambio de flujos de masas de aire frío y caliente provenientes de la sierra y selva baja, ocasionando constantes precipitaciones, manteniéndose húmedo todo el año y generando una explosión de formas y colores de flores, frutos, variedad recursos alimenticios y diversidad de hábitats idóneos para la supervivencia de muchas especies de flora y fauna. Las aves son muy bien beneficiadas con todo esto, permitiéndoles obtener alimentos en abundancia, mejores zonas de anidamiento y guarida, menor perturbación en la actividad reproductiva y por consiguiente las poblaciones se mantienen estables, reflejando un ecosistema en homeostasis.





## VI. CONCLUSIÓN

En la microcuenca Kitihuarero se identificó 161 especies de aves, pertenecientes a 30 familias de 13 órdenes. Sólo en el estrato Bosque de Protección Pui Pui, se identificó 43 especies, de 16 familias y 6 órdenes; mientras que en el estrato de la Zona de Amortiguamiento, se identificó 136 especies, pertenecientes a 30 familias, de 13 órdenes.

La riqueza y abundancia de aves en la microcuenca Kitihuarero, en época lluviosa, es de 65 especies de aves con 491 individuos; mientras que, en época seca, es de 89 especies con 728 individuos.

La diversidad alfa ( $\alpha$ ) de aves en el Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento en la microcuenca Kitihuarero, según la Riqueza Específica, se ha evidenciado mayor número de especies en estación seca que en estación lluviosa, y mayor número de especies en la ZA que en el BPPP. Según el Índice de diversidad de Margalef (*DMg*) y el Índice de Shannon-Wiener (*H'*), se calculó que existe una alta diversidad de aves, tanto en estación seca como en estación lluviosa; de los cuales el estrato Zona de Amortiguamiento es más biodiversa que el estrato Bosque de Protección Pui Pui.

La diversidad beta ( $\beta$ ) de aves de la microcuenca Kitihuarero asume que los estratos Bosque de Protección Pui Pui y Zona de Amortiguamiento, no son similares en cuanto a composición de especies de aves, tanto en estación seca como en estación lluviosa y presentan baja complementariedad en cuanto a especies de aves, al existir una alta disimilitud en los pares de biotas estudiados, tanto en estación lluviosa, así como en estación seca.

La Calidad Ambiental de la microcuenca Kitihuarero que alberga al Bosque de Protección Pui Pui y su Zona de Amortiguamiento, es muy BUENA, y se encuentra en un estado de conservación muy óptimo.



## VII. RECOMENDACIONES

Para seguir monitoreando las aves en la microcuenca Kitihuarero, se recomienda realizar registros en la divisoria de aguas de la cuenca alta, ingresando por la parte sierra, en el sector de Antuyo y Capcash, ubicados en el Bosque de Protección Pui Pui, donde se presume la existencia de más especies de aves; ya que en la cuenca adyacente del Rio La Florida ( Rio Chamiriari según carta nacional), hay número considerable de aves de zonas de transición como colibríes, carpinteros, zorzales y fringilos, lo cual incrementarían el número de especies en la microcuenca Kitihuarero.

El ingreso a la cuenca alta de la microcuenca Kitihuarero por la parte selva, sólo se puede realizar hasta el punto de conteo n° 16 del presente estudio, donde es imposible poder seguir avanzando en la misma dirección del rio Kitihuarero, por la misma topografía accidentada de la zona, húmeda y en forma encañonada; aunque puede haber otras formas de ingresar por las cuencas tributarias hasta ciertos puntos de la cuenta alta.

En estación lluviosa se recomienda también tener mucho cuidado con las crecientes, debido a que el rio incrementa su caudal muy rápidamente y se vuelve torrencioso y violento, ocupando toda la orilla en pocas horas. Si las precipitaciones son constantes, ya no se debería ingresar, porque esto representa un riesgo para la integridad de la persona.

Con respecto a la Calidad Ambiental, se recomienda hacer estudios de otros factores ambientales principales inmersos en la salud del bosque, con fines de determinar calidad del ambiente desde otras perspectivas.

## VIII. ABSTRACT

The present research on the diversity of birds as an indicator of the environmental quality (CA in Spanish), was carried out at the Kitihuarero micro watershed, Pichanaqui district, Peru; made up of two stratum, the Pui Pui protected forest (BPPP in Spanish) and its buffer zone (ZA in Spanish). It took place during two sampling periods, one during the rainy season and the other during the dry season, with sixteen collection points in the BPPP and ZA. The CA of the Kitihuarero micro watershed during the rainy and dry seasons were determined according to CONESA *et al.* (1997) and the alpha diversity with the Margalef Diversity Index (**DMg**) and the Shannon – Wiener diversity index (**H'**); and the beta diversity with the Jaccard index (**I<sub>J</sub>** - in Spanish) and the Complementarity index (**C**). The results evidenced a very good CA for the Kitihuarero micro watershed (Rainy: 1.32, Dry: 1.22), with a high diversity of bird in the ZA (**DMg**: Rainy: 6.79, Dry: 11.98, and **H'**: Rainy: 3.52, Dry: 4.11) and the BPPP (**DMg**: Rainy: 5.59, Dry: 3.35; **H'**: Rainy: 3.10, Dry: 2.73); at the same time, the beta diversity presents a high dissimilarity (**I<sub>J</sub>** Rainy: 0.08 and **I<sub>J</sub>** Dry: d low complementarity in the pairs of biotas in study (**C**: Rainy: 0.92, Dry: 0.93).

Keywords: Environmental quality, Biodiversity, Birds, Kitihuarero micro watershed.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALTAMIRANO, J.O., SHANY, N., ALVAREZ, J. 2010. Avifauna y potencial para el aviturismo de la cuenca del Mishquiyaquillo (región San Martín, Amazonía Peruana). [En Línea]: (<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL795.pdf>, 17 de Jun. 2016).
- CAMACHO, A. 2000. Diccionario de términos ambientales. [En Línea]: ([http://www.revistafuturos.info/download/down\\_16/diccionario\\_amb.PDF](http://www.revistafuturos.info/download/down_16/diccionario_amb.PDF), 20 de Ag. 2016).
- CDC-UNALM. 2006. Implementación del plan de monitoreo de la salud de la biodiversidad de la Provincia de Oxapampa – Pasco. Informe Final – Año 2005. CDC-UNALM/TNC. Lima, Perú. 59 pp. + Anexos.
- COLWELL, R. K. 1997. “EstimateS”. Statistical stimation of species richness and shared species from samples. [En Línea]: (<Http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, 13 de Jul. 2019).
- COLWELL, R. K. y CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society. London, 345 (1311): 101-118.
- CONESA, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3 ed.- reimpresión. Bilbao, España. Ediciones Mundi Prensa. 412 p.
- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2008. Proyecto de Perforación de hasta 12 pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las Plataformas 26A, 26B, 28A, 28B, 32A y 32B - Lote 107. Línea Base Ambiental. Pasco. 65 p.
- EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL PROSPECCIÓN SÍSMICA 2D Y PERFORACIÓN DE CUATRO POZOS EXPLORATORIOS - LOTE 130. 2011. Línea Base Biológica. Cahuapanas, Loreto. 438 p.

- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SEMIDETALLADO. 2014. Proyecto: Perforación de hasta 08 Pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las Locaciones Osheki y Kametza – Lote 107.Pasco. 624 p.
- GARCIA, H. 2014. Aportaciones Sobre las Distribuciones del Bastón Roto y de Pielou. [En Línea]: [https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/125453/1/DE\\_GraciaNieto\\_Aportaciones.pdf](https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/125453/1/DE_GraciaNieto_Aportaciones.pdf), 13 Dic. 2017).
- GONZALEZ, O. 2000. Las poblaciones de aves como indicadores de cambios en el ambiente. [En Línea]: ([https://www.academia.edu/1579948/Las poblaciones de aves como indicadores de cambios en el ambiente](https://www.academia.edu/1579948/Las_poblaciones_de_aves_como_indicadores_de_cambios_en_el_ambiente), 03 Ag. 2016).
- GONZALEZ, O. 2008. Aves de la Selva Central Peruana: Levantamiento de Información Ornitológica del Parque Nacional Yanachaga Chemillén. Consultoría Encargada por Profonampe. Proyecto: Protección de Áreas Naturales – PAN. KFW. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Intendencia de Áreas Naturales Protegidas. Lima, Perú. 190 p.
- HERZOG, S. K., KESSLER, M., BACH, K. 2005. The elevational gradient in Andean bird species richness at the local scale: a foothill peak and a high-elevation plateau. *Ecography* 28: 209-222.
- HUFF, M. H., BETTINGER, K. A, FERGUSON, H. L., BROWN, M.J. Y ALTMAN, B. (2000). A habitat-based point-count protocol for terrestrial birds, emphasizing Washington and Oregon. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- INFORME N°10 -2016-SERNANP-BPPP/GPO. 2016. Patrullaje Especial (Ruta de Patrullaje N° 03 y 04). Sede Administrativa del Bosque de Protección Pui Pui. San Ramón. Perú.
- INFORME N° 01 -2017-SERNANP-BPPP/GPO. 2017. Patrullaje rutinario (Ruta N° 03). Sede Administrativa del Bosque de Protección Pui Pui. San Ramón. Perú.

- KOSKIMIES, P. 1989. Birds as a tool in environmental monitoring. Ann. Zool. Fennici. Helsinki, Finlandia. Vol 26: 153-166
- LONDOÑO, J.C. 2012. Discusiones sobre la presencia de aves rapaces, aves migratorias y aves bajo algún grado de amenaza en la ciudad de Pereira, Risaralda. Revista Luna Azul [En Línea]: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321728584010> ISSN, 10 Mar. 2019).
- MAGURRAN, A. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. [En Línea]: [http://www.geografafisica.org/sem\\_2016\\_02/geo131/fuentes/MAGURRA\\_N-diversidad-ecologica-y-su-medicion-es.pdf](http://www.geografafisica.org/sem_2016_02/geo131/fuentes/MAGURRA_N-diversidad-ecologica-y-su-medicion-es.pdf), 05 Ene. 2018).
- MATTEUCCI, S., COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Falcón, Venezuela. Eva V. Ches. 77p. [En Línea]: ([https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod para el estudio de la vegetacion archivo1.pdf](https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf), 06 Mar. 2019).
- MINISTERIO DEL AMBIENTE – PERU. 2011. Compendio de la legislación ambiental peruana – Calidad Ambiental. [En Línea]: ([http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio\\_05\\_-\\_calidad\\_ambiental\\_2.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf), 20 de Ag. 2016).
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. [En Línea]: ([entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf](http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf), 12 Abr. 2016).
- ORELLANA, J. 2009. Determinacion de Indices de Diversidad Floristica Arborea en la Parcelas Permanentes de Muestreo del Valle de Sacta. [En Línea]: <http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf>, 08 Feb. 2018).
- ORTEGA, M., MARTINEZ, F., PADILLA, F. s.d. Aspectos metodológicos para evaluar la calidad ambiental de los humedales [En Línea]: ([https://www.researchgate.net/publication/28152117\\_Aspectos\\_metodologicos\\_para\\_evaluar\\_la\\_calidad\\_ambiental\\_de\\_los\\_humedales](https://www.researchgate.net/publication/28152117_Aspectos_metodologicos_para_evaluar_la_calidad_ambiental_de_los_humedales), 10 Mar. 2019).

- ORTEGA, R., SANCHEZ, L.A., BERLANGA, H., RODRIGUEZ, V., VARGAS, V. 2012. Manual para Monitores Comunitarios de Aves. [En Línea]: ([http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts\\_aves/docs/m\\_monitor\\_es\\_comunitarios\\_aves.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/m_monitor_es_comunitarios_aves.pdf), 12 Jul. 2016).
- OSORIO, J., MOLINA, L.F. 2009. A vuelo de pájaro. Las ciudades como refugio para las aves. Bogotá, Colombia. 47-58. [En Línea]: (<http://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/123/104>, 10 mar. 2019).
- PITMAN, N., VRIESENDORP, C., ALVIRA, D., MARKEL, J.A., JOHNSTON, M., RUELAS, E., LANCHA A., SARMIENTO, G., ÁLVAREZ, P., HOMAN, J., WACHTER, T., DEL CAMPO, A., STOTZ, D.F., HEILPERN, S. 2014. Rapid Biological and Social Inventories Report 26. Cordillera Escalera-Loreto. The Field Museum - Chicago. 77 p.
- QUECHULPA, S., CARDENAS, I., CASTILLO, M.A., HERNANDEZ, M.A., GOVINDA-DAS, H., VASQUEZ, A., RAMOS, T., MORALES, M. G. 2013. Las Aves como Indicadores de Biodiversidad para el Programa Scolel'te. Chiapas, México. 41 p.
- RAMIREZ, J.E. 2009. Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. [En Línea]: (<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/5225/5025>, 11 Mar. 2016).
- RODRIGUEZ, L., CARHUAS, M., RUIZ, J., VILCAHUAMAN, J., MANCILLA, M. 1984. Estudio para la creación del Bosque de Protección Pui Pui. Ministerio de Agricultura. Región Agraria XVI-J. Dirección Forestal y de Fauna. Huancayo, Perú. 33 p.
- RALPH, C., GEUPEL, G., PYLE, P., MARTIN, T., DESANTE, D., BORJA, M. 1996. Manual de métodos de campo para el seguimiento de aves terrestres. [En Línea]:



([http://www.birdpop.org/docs/pubs/Ralph\\_et\\_al\\_1996\\_Manual\\_de\\_Metodos\\_Para\\_El\\_Monitoreo\\_De\\_Aves.pdf](http://www.birdpop.org/docs/pubs/Ralph_et_al_1996_Manual_de_Metodos_Para_El_Monitoreo_De_Aves.pdf), 15 Jul. 2016).

SCHULENBERG, T., STOTZ, D., LANE, D., ONEIL, J., PARKER, T. 2007. Aves de Perú. 1 ed. Lima, Perú. Centro de Ornitología y Biodiversidad – CORBIDI. 660 p.

SERNANP, 2014. Diagnóstico del Proceso de Elaboración del Plan Maestro-Bosque de Protección Pui Pui. 1 ed. San Isidro, Lima, Perú. 114 p.

TERBORGH, J. 2013. Distribution on Environmental Gradients: Theory and a Preliminary Interpretation of Distributional Patterns in the Avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. *Ecology*, Vol. 52. p. 23-40.

VILLARREAL, H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA M., UMAÑA, A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2 ed. Bogotá, Colombia. Ram. Lóp. Edit. 236 p.

VILLEGAS, M. y GARITANO, A. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecol. en Bol. La Paz, Bolivia*. Vol. 43(2), 146-153. [En Línea]: (<http://ecologiaenbolivia.com/documents/Villegas432.pdf>, 30 Mar. 2019).

## X. ANEXOS

### 10.1. Panel fotográfico



Figura 37. Al fondo. El Bosque de Protección Pui Pui, al límite con la Zona de Amortiguamiento.



Figura 38. Cadena montañosa que limita a la microcuenca Kitihuarero con la sierra, en el Bosque de Protección Pui Pui.



Figura 39. Recursos hídricos del Bosque de Protección Pui Pui, que discurren de diferentes puntos en forma de cascada al río Kitihuarero.



Figura 40. Explorando el Bosque de Protección Pui Pui, realizando búsqueda intensiva de aves, con el guardaparque Hugo Llantoy Cárdenas.



Figura 41. Ubicando las coordenadas del punto de conteo, en la Zona de Amortiguamiento.



Figura 42. Fotografiando las aves para su identificación.



Figura 43. Realizando la verificación en campo de la ejecución de tesis, a cargo de la Ing M.Sc. Yané Leví Ruiz, Miembro de Jurado de Tesis.



Figura 44. Tangara de gorro blanco (*Sericossypha albocristata*). Especie registrada a más de 2800 m.s.n.m en el BPPP.



Figura 45. Trogón enmascarado (*Trogon personatus*). Especie de bosques de neblina y rango restringido.



Figura 46. Gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*). Ave emblemática del BPPP.



Figura 47. Quetzal crestado (*Pharomachrus antisianus*). Una especie de rango de hábitat muy restringido.



Figura 48. Carpintero olivo dorado (*Colaptes rubiginosus*), presente en la Zona de Amortiguamiento.

## 10.2. Lista de especies de aves registradas.

Cuadro 16. Especies de aves del Estrato Bosque de Protección Pui Pui.

Nº	Orden	Familia	Especie
1	Craciformes	Cracidae	<i>Penelope montagni</i>
2	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Bolborhynchus orbygnesi</i>
3			<i>Coeligena violifer</i>
4	Apodiformes	Trochilidae	<i>Helianthus amethysticollis</i>
5			<i>Coeligena torquata</i>
6			<i>Mecocerculus leucophrys</i>
7		Tyrannidae	<i>Serpophaga cinerea</i>
8			<i>Pachyramphus sp</i>
9			<i>Phylloscartes ophthalmicus ottonis</i>
10		Troglodytidae	<i>Troglodytes solstitialis</i>
11		Emberizidae	<i>Arremon torquatus poliophrys</i>
12			<i>Atlapetes schistaceus</i>
13		Icteridae	<i>Psarocolius atrovirens</i>
14		Parulidae	<i>Myiothlypis luteoviridis</i>
15			<i>Myioborus melanocephalus</i>
16			<i>Turdus serranus</i>
17		Turdidae	<i>Entomodestes leucotis</i>
18			<i>Turdus fuscater</i>
19			<i>Turdus chiguanco</i>
20		Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>
21			<i>Cyanolyca viridicyanus</i>
22	Passeriformes		<i>Anisognathus lacrymosus lacrymosus</i>
23			<i>Anisognathus igniventris</i>
24			<i>Tangara parzudakii</i>
25			<i>Tangara vassorii</i>
26			<i>Pipraeidea melanonota</i>
27			<i>Chlorospingus parvirostris</i>
28			<i>Hemispingus atropileus</i>
29		Thraupidae	<i>Hemispingus xanthophthalmus</i>
30			<i>Tachyphonus rufiventer</i>
31			<i>Iridisornis jelskii</i>
32			<i>Colochaetes coccineus</i>
33			<i>Chlorornis riefferii</i>
34			<i>Thraupis cyanocephala</i>
35			<i>Tangara viridicollis</i>
36			<i>Sericossypha albocristata</i>
37			<i>Cnemoscopus rubrirostris chrysogaster</i>
38		Cotingidae	<i>Rupicola peruviana</i>
39		Pipridae	<i>Lepidothrix coeruleocapilla</i>



N°	Orden	Familia	Especie
40	Piciformes	Picidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i>
41		Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus coeruleicinctis</i>
42	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus antisianus</i>
43			<i>Trogon personatus</i>

Cuadro 17. Especies de aves del Estrato Zona de Amortiguamiento.

N°	Orden	Familia	Especie
1	Craciformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>
2			<i>Aburria aburri</i>
3			<i>Penelope jaquacu</i>
4	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciatum</i>
5			<i>Patagioenas plumbea</i>
6			<i>Geotrygon frenata</i>
7	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>
8			<i>Pyrhura rupicola</i>
9			<i>Bolborhynchus lineola</i>
10	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Pionus seniloides</i>
11			<i>Bolborhynchus orbignesi</i>
12			<i>Piaya cayana</i>
13	Apodiformes	Trochilidae	<i>Crotophaga ani</i>
14			<i>Ocreatus underwoodii annae</i>
15			<i>Chlorostilbon mellisugus</i>
16	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Colibri coruscans</i>
17			<i>Thalurania furcata SE</i>
18			<i>Chrysuronia oenone josephinae</i>
19	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Adelomyia melanogenys</i>
20			<i>Todyrostrum cinereum</i>
21			<i>Myiozetetes similis</i>
22	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Conopias cinchoneti</i>
23			<i>Myiodinastes luteiventris</i>
24			<i>Cnemarchus erythropygius</i>
25	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Serpophaga cinerea</i>
26			<i>Phylloscartes poecilotis</i>
27			<i>Leptopogon superciliaris</i>
28	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyrromyias cinnamomeus</i>
29			<i>Tytira semifasciata</i>
30			<i>Pachyramphus validus</i>
31	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiotriccus ornatus</i>
32			<i>Myiotheretes striaticollis</i>
33			<i>Colonia colonus</i>

N°	Orden	Familia	Especie
34			<i>Knipolegus poecilurus</i>
35		Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>
36			<i>Henicorhina leucophrys</i>
37			<i>Zonothrichya capensis</i>
38		Emberizidae	<i>Oryzoborus angolensis</i>
39			<i>Sphorophyla castaneiventris</i>
40			<i>Sphorophyla nigricollis</i>
41			<i>Psarocolius decumanus</i>
42			<i>Psarocolius angustifrons</i>
43		Icteridae	<i>Psarocolius atrovirens</i>
44			<i>Cacicus cela</i>
45			<i>Cacicus uropygialis</i>
46			<i>Icterus cayanensis</i>
47		Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>
48			<i>Taraba major</i>
49			<i>Basileuterus tristriatus</i>
50			<i>Basileuterus chrysogaster</i>
51		Parulidae	<i>Basileuterus signatus</i>
52			<i>Parula pitiayumi</i>
53			<i>Myioborus miniatus</i>
54		Turdidae	<i>Turdus serranus</i>
55			<i>Entomodestes leucotis</i>
56		Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>
57			<i>Cyanocorax violaceus</i>
58			<i>Diglossa glauca</i>
59		Coerebidae	<i>Dacnis cayana</i>
60			<i>Dacnis lineata</i>
61			<i>Cyanerpes caeruleus</i>
62			<i>Anisognathus sumptuosus</i>
63			<i>Tangara parzudakii</i>
64			<i>Thraupis palmarum</i>
65			<i>Thraupis episcopus</i>
66			<i>Tangara schrankii</i>
67			<i>Tangara vassorii</i>
68		Thraupidae	<i>Tangara chilensis</i>
69			<i>Tangara cyanicollis</i>
70			<i>Tangara punctata</i>
71			<i>Tangara mexicana</i>
72			<i>Ramphocelus carbo</i>
73			<i>Pipraeidea melanonota</i>
74			<i>Clhorophanes spiza</i>

N°	Orden	Familia	Especie
75			<i>Chlorospingus canigularis signatus</i>
76			<i>Tachyphonus rufiventer</i>
77			<i>Tachyphonus luctuosus</i>
78			<i>Iridisornis analis</i>
79			<i>Cissopis leverianus</i>
80			<i>Colochaetes coccineus</i>
81			<i>Chlorochrysa calliparaea bouccieri</i>
82			<i>Piranga leucoptera</i>
83			<i>Piranga flava</i>
84			<i>Piranga olivacea</i>
85			<i>Tangara viridicollis</i>
86			<i>Tangara xantocephala</i>
87			<i>Tangara arthus</i>
88			<i>Tangara girola</i>
89			<i>Tangara chrysotis</i>
90			<i>Tangara callophrys</i>
91			<i>Tersina viridis</i>
92			<i>Saltator maximus</i>
93			<i>Saltator coerulescens</i>
94			<i>Saltator grossus</i>
95		Fringillidae	<i>Euphonia mesochrysa</i>
96			<i>Euphonia chrysopasta</i>
97			<i>Euphonia xanthogaster</i>
98			<i>Carduelis magellanica</i>
99			<i>Chlorophonia cyanea</i>
100		Cotingidae	<i>Rupicola peruviana</i>
101			<i>Cephalopteros ornatus</i>
102		Pipridae	<i>Lepidothrix coeruleocapilla</i>
103		Furnariidae	<i>Phylidor pyrrhodes</i>
104			<i>Phylidor erythrocercum</i>
105			<i>Sinallaxis azarae</i>
106			<i>Sittasomus grisericapillus amazonus</i>
107		Dendrocolaptidae	<i>Xyphorhynchus sp1</i>
108			<i>Xyphorhynchus sp2</i>
109			<i>Lepidocolaptes sp1</i>
110			<i>Lepidocolaptes sp2</i>
111	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>
112			<i>Elanoides forficatus</i>
113	Piciformes	Galbulidae	<i>Galbula cyanescens</i>
114		Picidae	<i>Driocopus lineatus</i>
115			<i>Campephilus rubricollis</i>

N°	Orden	Familia	Especie
116			<i>Melanerpes cruentatus</i>
117			<i>Glyphorhynchus spirurus</i>
118			<i>Picumnus dorbygnianus</i>
119			<i>Colaptes rubiginosus</i>
120		Capitonidae	<i>Eubucco glaucogularis</i>
121			<i>Ramphastos ambiguus</i>
122			<i>Aulacorhynchus prasinus</i>
123		Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>
124			<i>Pteroglossus azara</i>
125			<i>Pteroglossus beauharnessi</i>
126			<i>Aulacorhynchus coeruleicinctis</i>
127			<i>Malacoptila fulvogularis</i>
128	Galbuliformes	Bucconidae	<i>Micromonacha lanceolata</i>
129			<i>Monasa morphoeus</i>
130			<i>Pharomachrus auriceps</i>
131	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Pharomachrus antisianus</i>
132			<i>Trogon personatus</i>
133			<i>Trogon collaris</i>
134	Falconiformes	Falconidae	<i>Ibycter americanus</i>
135	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>
136	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus sp</i>