

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA



TESIS

**DIVERSIDAD DE HELECHOS ARBÓREOS EN UNA GRADIENTE
DE ELEVACIÓN - RESERVA DE BIOSFERA DEL MANU**

Presentada por:

Bach. Juliana Carmensilvia Centeno Olarte

Para optar al título profesional de Biólogo

ASESORA:

Dra. María Encarnación Holgado Rojas

CO-ASESORES:

M. Sc. Gloria Calatayud Hermoza

M. Sc. Abel L. Monteagudo Mendoza.

Ph. D. William Farfan Rios

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Diversidad de
Helechos Arboreos En una Gradiente de elevación -
Reserva de Biosfera del Manu
presentado por: la Bach. Juliana Carmensilvia Centeno con DNI Nro.: 48028435
presentado por: — con DNI Nro.: —
para optar el título profesional/grado académico de Biólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por una veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

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

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de Julio de 2023

Maria E. Holgado R.

Firma

Post firma Maria E. Holgado R.

Nro. de DNI 23912951

ORCID del Asesor 0000-0002-2285-8679

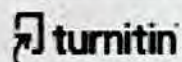
Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: turnitin :

https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:245788825
?locale=es-mx

2. Reporte Generado por el sistema Antiplagio (Primera hoja)



Identificación de reporte de similitud oid:27259:245788825

NOMBRE DEL TRABAJO

**Diversidad de helechos arboreos en una
gradiente de elevacion-Reserva de Biosf
era del Manu.pdf**

AUTOR

Juliana Carmensilvia Centeno Olarte

RECuento DE PALABRAS

24377 Words

RECuento DE CARACTERES

125608 Characters

RECuento DE PÁGINAS

137 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 13, 2023 8:18 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 13, 2023 8:21 AM GMT-5

● **1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 1% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios y a mi
amada madre Timotea Olarte
Huaman, por su infinito amor y
apoyo.

A mi familia Huaman Olarte, por
estar presentes en cada momento,
en especial a mi prima Bertha
Huaman Olarte y su esposo Roger
Asorza Yucra.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme brindado los conocimientos, que fueron la base de mi desarrollo académico, especialmente a los profesores de la escuela profesional de Biología.

A la Dra. María Encarnación Holgado Rojas y al M. Sc. Abel L. Monteagudo Mendoza, por estar siempre pendientes del avance de mi trabajo de tesis y al buen resultado de este.

Agradecer, además, a la Asociación Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group (ABERG), por la ayuda financiera y logística para el desarrollo del presente estudio y especialmente, a William Farfan Rios quien me indujo al estudio de los helechos arbóreos y Jhonatan Sallo Bravo, quienes estuvieron presentes en todo el desarrollo de la tesis, apoyándome, entrenándome y mejorando mis capacidades para la investigación y la vida.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de la M. Sc. Gloria Calatayud Hermoza y su gran amigo Adrián Tejedor, por mostrarme como determinar las muestras de helechos y ayudarme con las mismas, ayudándome a enriquecer mis conocimientos, además de aconsejarme y guiarme en todo el proceso, brindándome la documentación necesaria.

A mis compañeros de campo que participaron en el estudio de aquel año, a Yan C. Nina, Miguel Pedraza, Norma Mamani, Silvia Tito, Rudy Aperrigue y Cristian Álvarez, por la ayuda en campo.

Agradezco también a mis amigos, por su apoyo y los comentarios sobre los diferentes borradores de mi tesis e ideas útiles para mejorar mi investigación, a Darsy Galiano Galindo, Daniel G. Quillahuaman, Dorian Chañi y a Renzo R. Ojeda Juárez por siempre apoyarme en todo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	III
PROBLEMA.....	V
JUSTIFICACIÓN.....	VII
OBJETIVOS.....	VIII

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Antecedentes internacionales.....	1
1.1.2 Antecedentes nacionales.....	3
1.1.3 Antecedentes locales.....	5
1.2 Bases Teóricas.....	8
1.2.1 Reserva de Biósfera del Manu (RBM).....	8
1.2.2 Bosque montano.....	9
1.2.3 Gradiente de elevación.....	9
1.2.4 Recambio de especies.....	9
1.2.5 Diversidad biológica.....	9
1.2.6 Números de Hill (número efectivo de especies)	10
1.2.7 Composición de Especies.....	10
1.2.8 Estructura en plantas.....	10

1.2.9 Rarefacción.....	10
1.2.10 Modelo Lineal Generalizado (MLG).....	11
1.2.11 Colección de muestras botánicas.....	11
1.2.12 Pteridofitos.....	12
1.2.12.1 Ciclo de vida.....	12
1.2.12.2 Helechos arbóreos.....	14
1.2.12.3 Características morfológicas de helechos arbóreos.....	14
1.2.12.4 Descripción de las familias de helechos arbóreos.....	16
1.2.12.5 Estado de conservación de los helechos arbóreos en Perú.....	20

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio.....	20
2.1.1 Ubicación Política.....	20
2.1.2 Ubicación geográfica.....	20
2.1.3 Distribución de las parcelas	21
2.1.4 Características climáticas... ..	25
2.1.4.1 Precipitación.....	25
2.1.4.2 Temperatura.....	25
2.1.4.3 Humedad.....	25

2.1.4.4 Radiación.....	25
2.1.4.5 Climadiagrama.....	25
2.1.5 Edafología.....	31
2.1.5.1 Suelo.....	31
2.1.6 Ecología.....	31
2.1.6.1 Ecogeografía.....	31
2.1.6.2 Sistemas ecológicos.....	32
2.1.6.3 Zonas de vida.....	33
2.1.6.4 Flora.....	35
2.1.6.5 Fauna.....	37
2.2 Materiales.....	37
2.2.1 Material biológico.....	37
2.2.2 Materiales de campo.....	37
2.2.3 Materiales de laboratorio.....	38
2.2.4 Software.....	39
2.3 Metodología.....	39
2.3.1 Tipo de investigación.....	39
2.3.2 Evaluación de las parcelas.....	39
2.3.2.1 Orientación y estructura.....	39
2.3.2.2 Modo de desplazamiento.....	40
2.3.2.3 Ubicación de los individuos.....	41
2.3.2.4 Medición del individuo.....	41

2.3.2.5 Registro de datos.....	43
2.4 Análisis de datos.....	44
2.4.1 Composición de especies de helechos arbóreos a lo largo de una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu	44
2.4.1.1 Determinación de las especies.....	44
2.4.1.2 Determinación de la diversidad.....	45
2.4.2 Caracterización de las variables estructurales (en base al DAP, altura y abundancia) de los helechos arbóreos en una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.....	46
2.4.3 Estimación del recambio de los helechos arbóreos en una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.....	47
2.4.3.1 Índice de Bray-Curtis (disimilitud).....	48
2.4.3.2 Análisis de agrupamiento (Clusters).....	48
2.4.4 Determinación de la relación entre la riqueza de especies y las variables ambientales en una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu..	48

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados.....	51
3.1.1 Composición de especies de helechos arbóreos en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.....	51
3.1.2 Características estructurales (en base al DAP, altura y abundancia) de helechos arbóreos en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.....	65

3.1.3 Recambio de especies de helechos arbóreos a través en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.....	75
3.1.4 Relación entre la riqueza de especies y las variables ambientales en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.....	78
3.2 Discusión.....	81
 CONCLUSIONES.....	 86
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXO.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.-	<i>Partes que se colectan de un helecho arbóreo.</i>	11
Figura 02.-	<i>Ciclo reproductivo de las pteridofitas (Vázquez & Arregui, 2006).</i>	13
Figura 03.-	<i>Representación de un helecho arbóreo (Giraldo G. & Mejía P., 2002).</i>	16
Figura 04.-	<i>Alsophila cuspidata (Giraldo G. & Mejía P., 2002).</i>	17
Figura 05.-	<i>Cyathea andina (Giraldo G. & Mejía P., 2002).</i>	18
Figura 06.-	<i>Sphaeropteris quindensis (Giraldo G. & Mejía P., 2002).</i>	18
Figura 07.-	<i>Dicksonia sellowiana. (Giraldo G. & Mejía P., 2002).</i>	19
Figura 08.-	<i>Representación de un helecho arbóreo, a. Cyatheaceae b. Dicksoniaceae.</i>	20
Figura 09.-	<i>Ubicación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	24
Figura 10.-	<i>Ubicación de las parcelas de muestreo en el área de estudio, dónde la zona verde es el núcleo, la zona amarilla es el Tampón y la naranja es la zona de transición.</i>	25
Figura 11.-	<i>Climadiagrama de la localidad de Acjanaco, Distrito de Paucartambo. Elaborado por Cruz J., (2018).</i>	28
Figura 12.-	<i>Climadiagrama de la localidad de Chontachaca, Distrito de Paucartambo. Elaborado por Arque L. & Suna L., (2018).</i>	30
Figura 13.-	<i>Climadiagrama de la localidad de Pillcopata, Distrito de Paucartambo. Elaborado por Arque L. & Suna L., (2018).</i>	31
Figura 14.-	<i>Tamaño, disposición y la subdivisión de la parcela.</i>	41
Figura 15. -	<i>Modo de desplazamiento en las parcelas.</i>	41
Figura 16. -	<i>Ubicación de los helechos arbóreos con coordenadas en las parcelas.</i>	42
Figura 17. -	<i>Modo de medición de los helechos arbóreos.</i>	42

Figura 18.	<i>Interpolación (rarefacción) y la extrapolación de la diversidad de especies de los números de Hill, donde 0 = riqueza, 1 = diversidad de Shannon y 2 = diversidad de Simpson, basados en el tamaño de muestra.</i>	47
Figura 19.	<i>Procedimiento del uso correcto de del hipsómetro.</i>	47
Figura 20.	<i>Procedimiento para medir correctamente el DAP.</i>	48
Figura 21.	<i>Fórmula de Modelo Lineal Generalizado (MLG).</i>	50
Figura 22.	<i>Distribución de la riqueza y abundancia de los helechos arbóreos en la gradiente de elevación (836 a 3 402 m).</i>	57
Figura 23.-	<i>Distribución de la riqueza en la gradiente de elevación (500 a 3750 m).</i>	60
Figura 24.-	<i>Rarefacción/Extrapolación en la línea de bosque.</i>	61
Figura 25.-	<i>Rarefacción/Extrapolación en el bosque montano alto.</i>	62
Figura 26.-	<i>Rarefacción/Extrapolación en el bosque montano bajo.</i>	63
Figura 27.-	<i>Rarefacción/Extrapolación en el bosque Submontano.</i>	64
Figura 28.-	<i>Dominancia de géneros en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	66
Figura 29.	<i>Descripción de las gráficas.</i>	67
Figura 30.-	<i>Estructura de las clases diamétricas para el género Cyathea en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	68
Figura 31.-	<i>Estructura de las clases diamétricas para el género Alsophila en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	69
Figura 32.-	<i>Estructura de las clases diamétricas para el género Sphaeropteris en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	70
Figura 33.-	<i>Estructura de las clases diamétricas para el género Dicksonia en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	71

Figura 34.-	<i>Clases altimétricas para el género Cyathea en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	72
Figura 35.-	<i>Clase altimétrica para el género Alsophila, en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	73
Figura 36.-	<i>Clase altimétrica para el género Sphaeropteris, en el gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	74
Figura 37.-	<i>Clase altimétrica para el género Dicksonia en la gradiente de elevación Reserva de Biósfera del Manu.</i>	75
Figura 38.-	<i>Cluster dendrograma de disimilitud de las parcelas asociadas a una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.</i>	78
Figura 39. -	<i>Primer modelo del MLG con las variables ambientales y de suelo.</i>	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 01.-	Puntos de muestreo (parcelas evaluadas y las elevaciones correspondientes).	22
Tabla 02. -	Coordenadas detalladas de las parcelas de evaluación	98
Tabla 03. -	Datos meteorológicos de la estación de Acjanaco, temperatura y precipitación promedios mensuales de 2001 – 2006.	27
Tabla 04. -	Datos meteorológicos de la estación de Chontachaca, temperatura y precipitación promedios mensuales de 2006 – 2011.	29
Tabla 05. -	Datos meteorológicos de la estación de Pillcopata, temperatura y precipitación promedios mensuales de 1977 – 1986.	30
Tabla 06. -	Sistemas ecológicos del área de estudio en la RBM.	33
Tabla 07. -	Descripción de las zonas de vida en el Parque Nacional del Manu.	35
Tabla 08. -	Particularidades de algunas formas de medición.	43
Tabla 09. -	Bibliográfica de las variables ambientales y de suelo en la Reserva de Biósfera del Manu.	100
Tabla 10.-	Especies presentes en la gradiente de elevación (893 a 3 398 m.s.n.m).	52
Tabla 11.-	Especies endémicas encontradas en las parcelas de evaluación, según la CITES	53
Tabla 12.-	Riqueza y abundancia de especies de helechos arbóreos en la gradiente de elevación (595 a 3 625 m.s.n.m).	55
Tabla 13.-	Helechos arbóreos incluidos en el CITES, considerando además los híbridos.	58
Tabla 14.-	Riqueza de especies y su extrapolación, en las parcelas de evaluación de la RBM.	59

	Diversidad equivalente al índice de Shannon-Wiener o igualmente	
Tabla 15.-	frecuentes (comunes), para las parcelas evaluadas en la gradiente de elevación.	65
Tabla 16.-	Diversidad equivalente al índice de Simpson, según el número efectivo de especies muy abundantes (o dominantes), en la gradiente de evaluación.	65
Tabla 17.-	Índice de disimilitud de Bray-Curtis.	77
Tabla 18.-	Variables ambientales y características del suelo de las 21 parcelas evaluadas.	79
Tabla 19.-	Resultado del modelo, dónde los helechos arbóreos se relacionan más con el nitrógeno total y la humedad total del suelo.	80

RESUMEN

El estudio se realizó en un gradiente de elevación desde los 595 a 3 625 m de elevación, en las parcelas permanentes del grupo ABERG, con la finalidad de evaluar la composición, diversidad y estructura de los helechos arbóreos en la Reserva de Biósfera del Manu (RBM), específicamente en las zonas de bosque montano. Se remidieron 21 parcelas permanentes de 1ha. instaladas según la metodología estandarizada para la remediación de parcelas permanentes de RAINFOR (Red Amazónica de Inventarios Forestales), evaluando todos los helechos arbóreos mayores o iguales a 10 cm de DAP, tomando datos en campo el año 2019. Se utilizó 1 908 registros de helechos arbóreos para determinar la composición especies, se analizó la riqueza mediante el uso del paquete estadístico iNEXT (C. Hsieh, K. H. Ma & Chao, A. 2016), en el programa Rstudio (Rstudio Posit Team, 2020), para la estructura se consideró el DAP de los árboles por parcelas, así como la altura y abundancia; además, con el índice de disimilitud de Bray – Curtis se determinó las diferencias en la composición de riqueza de especies entre las parcelas, también se empleó el análisis de Modelo Lineal Generalizado (GLM) para establecer una relación entre algunas variables ambientales que influyen en la distribución de la riqueza de especies. Se determinaron 32 especies de helechos arbóreos, incluidos híbridos en toda la gradiente de elevación con una riqueza de especies entre los 2 237 m.s.n.m (TRU-06), 2 528 m.s.n.m (TRU-05) y 2 755 m.s.n.m (TRU-04), con 12, 11 y 11 especies respectivamente, mostrando así un patrón de distribución de especies en forma de joroba, dominando *Cyathea* con un 96.33 %, seguido de *Dicksonia* 1.93 %, *Alsophila* 1.57 % y *Sphaeropteris* 0.16 %. Al observar el desarrollo en grosor de los helechos arbóreos, *Cyathea* presenta una estructura horizontal de J invertida, que es un patrón común de desarrollo en árboles de bosques maduros, mientras que para el desarrollo en altura (estructura vertical), se observa que es muy variada, oscilando entre los 4 a 8 metros hasta los 16 metros de altura. El índice de disimilitud muestra que todas las parcelas son diferentes entre si, a excepción de

TRU-08 (1 843 m.s.n.m) y TRU-07 (2 031 m.s.n.m) que comparten cinco especies en común; según los resultados obtenidos, la composición de especies a lo largo de la gradiente de elevación, presenta un alto grado recambio.

Palabras clave: Diversidad, gradiente de elevación y helechos arbóreos.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de Biósfera del Manu (RBM) es una de las zonas más diversas del Perú, que se extiende desde los 180 a 4 000 metros de elevación, sus particulares formaciones ecológicas como la puna, los valles interandinos, bosques nublados y el llano amazónico hacen de esta Biósfera, un área mega diverso en especies (SERNANP, 2014). Particularmente las zonas de bosque nublado o montano, es considerado como una de los ecosistemas más biodiversos del mundo, siendo una zona de endemismo para helechos, los cuales están sobre la tierra, con más de 400 millones de años de historia evolutiva, ocupando especialmente estas regiones húmedas (Barrington, 2007; Brown & Kappelle, 2001; MINAM, 2014; Rodríguez et al., 2009). Una forma particular de vida de los bosques montanos, son los helechos arbóreos o arborescentes, que son un componente importante de la estructura de estos bosques, donde tienen un mayor desarrollo, y además participan activamente en la regeneración del ecosistema y de áreas perturbadas (Barradas & Prado, 2005; Rodríguez, 2014).

Las gradientes de elevación están asociados con las gradientes climáticas (ej. precipitación y temperatura), que influyen en la promoción de la diversidad de especies y la organización de las comunidades, así como los factores locales (ej. deslizamientos, incendios) que imponen condiciones particulares en el bosque (ej. diámetro altura del pecho (DAP) y densidad de individuos), para que haya una reorganización en la composición, diversidad y estructura de las comunidades vegetales, que cambian dependiendo de la escala y contexto de estudio (Condit et al., 2002; Cuyckens et al., 2015; Rahbek, 2005; Sonco, 2013). Sin embargo, en las últimas décadas el cambio climático antropogénico, está causando alteraciones en los factores ambientales, impulsando los cambios en la composición y la estructura de las especies de las comunidades (Dale, 2001; Farfan, 2019; Thomas et al., 2004).

Si bien la RBM conserva los ecosistemas más variados del mundo (SERNANP, 2014), es en el bosque montano donde predominan los helechos arbóreos, también es un área que puede

experimentar pérdidas importantes de ecosistemas a consecuencia del cambio climático. (Cuesta et al., 2009). Por ende, es imprescindible realizar estudios de carácter taxonómico, que ayuden a identificar que especies están presentes en esta zona, para comprender su importancia, además de tener un registro del panorama actual de esta comunidad. Por lo que en este estudio se evaluaron parcelas de 1 ha, a lo largo de una gradiente de elevación (595 a 3 625 m) en la RBM, proporcionando información de cómo está distribuida la diversidad de helechos arbóreos, su composición y estructura, el cual servirá para tomar y plantear estrategias de conservación adecuadas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques montanos son áreas de enorme importancia ecológica, por la gran diversidad biológica que alberga, son ecosistemas poco estudiados y frágiles, Además, es uno de los ecosistemas predominantes en la gradiente de elevación de la RBM, dónde ocurren el estudio y la mayoría de los helechos arbóreos. Gracias a las variaciones geográficas en el área de estudio y a la naturaleza de los helechos arbóreos, no se conoce el tipo de distribución que poseen, ya que se cree que las variables ambientales relacionadas a gradientes de elevación no influyen en la distribución de la riqueza de especies, composición y estructura. Es conocido también que las Áreas de Protección Natural son centros de notorios conflictos más si existen poblaciones aledañas, como es el caso del área de estudios, en el cual las poblaciones cercanas ejercen presión sobre los recursos como es el caso de los helechos arbóreos atribuyéndoles propiedades medicinales lo cual merma su población, al realizar una recopilación de datos sobre los helechos arbóreos, tendremos una mejor comprensión de su importancia y conservación. Por lo tanto, el presente estudio de investigación se enfoca en dar a conocer la diversidad de los helechos arbóreos a lo largo de la gradiente de elevación de la RBM, así como también observar su composición y estructura poblacional. Por lo que se plantea las siguientes interrogantes:

Pregunta General

¿Cuál es la composición, diversidad y estructura de especies de helechos arbóreos a lo largo de una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu?

Preguntas Específicas

¿Cuál es la composición de helechos arbóreos en los bosques montanos de la Reserva de Biósfera del Manu?

¿Cuáles son las características estructurales tendrán los helechos arbóreos en base al DAP, altura y abundancia en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu?

¿Cómo se produce el recambio de especies de helechos arbóreos en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu?

¿Cómo las variables ambientales influyen en la riqueza de especies a través de la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu?

JUSTIFICACIÓN

Los helechos arbóreos son plantas primitivas que sobrevivieron a diversas catástrofes, restringidas en su mayoría a zonas húmedas como los bosques montanos, los cuales a su vez son zonas frágiles y de alta diversidad biológica, además los helechos arbóreos son considerados como especies vulnerables e indicadoras del estado ecológico de estos ecosistemas. El enfoque y la importancia de este estudio radica en generar información, registrar los cambios en la composición y diversidad de especies, además de caracterizar su estructura poblacional. Se cree que la distribución de la riqueza de las plantas en un gradiente de elevación es hacia el centro, siendo conocido como un patrón de distribución simétrica, ya que la geografía restringe a las especies a existir físicamente por encima de una elevación más alta o por debajo de una elevación más baja a lo largo de un gradiente de elevación completa, ubicándose al centro de la gradiente, al estudiar a los helechos arbóreos se debe tomar en consideración la naturaleza de su reproducción y dispersión de esporas, por lo que se puede pensar que no están sujetas a tales restricciones. Cabe mencionar que existen poblaciones aledañas a la zona de estudio, las cuales están ejerciendo presión sobre los helechos arbóreos ya que son conocidas por sus propiedades medicinales, además de otros usos que les dan como ornamental y de sustrato para otras plantas. Al generar nueva información podremos tener una mejor comprensión de estas especies, lo que podrá ser potencialmente usada como línea base para mejorar las prácticas de conservación y tener un panorama actual de su población en la Reserva de Biósfera del Manu.

OBJETIVOS

General

Determinar la diversidad de helechos arbóreos, en una gradiente de elevación de los bosques montanos de la Reserva de Biósfera del Manu.

Específicos

1. Evaluar la composición de especies de helechos arbóreos a lo largo de una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.
2. Caracterizar la estructura anatómica de los helechos arbóreos en base al DAP, altura y abundancia en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.
3. Estimar el recambio de las especies de helechos arbóreos en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.
4. Determinar la relación entre la riqueza de especies y las variables ambientales, en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Antecedentes internacionales

- **Barrington, D. (1993)**, menciona que, los centros endémicos por excelencia para pteridofitos, son las regiones tropicales de montaña húmeda, las cuales tienen características climáticas y topográficas particulares, causados por la vicarianza, generando así una mayor evolución divergente en pteridofitos. Además, menciona que las pteridofitos son plantas que se relacionan directamente con el clima y las condiciones geográficas (suelo), para su desarrollo, así mismo, intuye que una ventaja para su diversificación e hibridación, es el tipo de reproducción que posee.
- **Jones et al., (2007)**, dan a conocer, la existencia de una estrecha relación entre las variables ambientales del hábitat, con la distribución de los helechos arbóreos. Explicando que la coexistencia de plantas, ocurre debido a la especialización de estas, a diferentes microhábitats. Es en ese contexto estudia a, *Alsophila cuspidata*, *Alsophila firma*, *Cyathea multiflora* y *Cyathea ursina*. Encontrando que; de las cuatro especies, la mayoría están relacionadas a las variables del suelo (nitrógeno, fósforo, calcio, Potencial de hidrogeniones (pH)) y variables topográficas (pendiente), siendo individuos pequeños, las más influenciadas por esas variables. Sin embargo, solo *A. firma* prefería lugares con altos nutrientes y Potencial de hidrogeniones (pH) alto, mientras que *A. cuspidata*, *C. multiflora* y *C. ursina*, prefería lugares inclinados, con pocos nutrientes, como sitios ribereños y suelos de arroyos. Concluyendo, además, que un factor para su coexistencia, puede ser el tipo de dispersión que poseen.
- **Noben, S. (2018)**, describe caracteres morfológicos de *Dicksonia* (Dicksoniaceae),

para sudamerica, señalado que *Dicksonia sellowiana* y *D. navarrensis* están principalmente para Mesoamérica, y *Dicksonia kasteniana* ocurre principalmente en los Andes. Menciona que *D. karsteniana* se caracteriza por la persistencia de su indumento piloso y se adapta a las condiciones ecológicas locales. Además, *D. stuebelii* y *D. lehnertiana* se reconocen para el norte de Colombia, esta última como nueva especie. Sin embargo, *D. sellowiana* se encuentra como “prácticamente endémico” al sur de Brasil, siendo algo particular, ya que *D. sellowiana* se le reconoce para los Andes de Mesoamérica.

- **Lehnert, M. (2006)**, presenta un resumen de todas las especies de helechos arbóreos de Bolivia. Registrando dos especies de Dicksoniaceae (*Culcita* sp y *Dicksonia* sp) y 34 especies de Cyatheaceae (*Sphaeropteris* 1 sp., *Alsophila* 5 spp., *Cyathea* 26 spp., *Cnemidaria* 2 sp). Además, de reconocer un híbrido para *Cyathea* y describir a *C. dintelmannii* como endémica de Bolivia.
- **Ramírez-Barahona et al., (2011)**, concluyen que la riqueza de especies de helechos arbóreos y su endemismo, no están distribuidos aleatoriamente en el paisaje, sino que se concentran en las regiones montañosas, de particular topografía, alta humedad y la persistencia de nubes. Y la concentración de Cyatheales está en el norte de los Andes (Colombia, Ecuador y el norte de Perú) y en la parte baja de Centroamérica (Panamá y Costa Rica). Además, la familia Cyatheaceae representa casi el 95% de todas las especies de helechos arbóreos, siendo *Cyathea* el género más abundante con un 80 % (197 especies para el nuevo mundo), seguido de *Alsophila* con 14% (35 especies) y *Sphaeropteris* con un 2% (6 especies), la segunda familia más abundante de helechos arbóreos es Dicksoniaceae, representando el 5% de la diversidad total, pero solo unas 7 especies se distribuyen en América tropical y templada, representada por los géneros *Dicksonia* y *Lophosoria* con un 3 % ambas. Concluyendo que las regiones

más diversas de hechos arbóreos se encuentran en Sudamérica incluido el Perú.

- **Salazar, L. et al., (2015)**, menciona que la diversidad de helechos arbóreos en un gradiente altitudinal, disminuye desde las tierras bajas hacia los picos de las montañas y lejos del ecuador, hacia los polos; también sugiere que, en los hábitats tropicales, la riqueza de especies de helechos a escala local está limitada por el número de especies que pueden co-ocurrir y que el nicho de espacio disponible está saturado. Para evaluar la relación entre las variables climáticas y la distribución de la riqueza de especies, utiliza modelos de regresión lineal, Criterio de Información de Akaike (AIC), la forma AICc con corrección de sesgo, usando datos de estudios realizados con anterioridad en las parcelas de 18°N y 18° S.
- **Tejedor, A. (2017)**, afirma que, “la diversidad y endemismo de los helechos arbóreos en los Andes Centrales, están tanto a lo largo de las gradientes latitudinales como de elevación”. Mediante sus resultados, determina que la riqueza de especies de helechos arbóreos disminuye conforme nos alejamos del Ecuador. Además, señala que la riqueza en una elevación, presenta una distribución bimodal con picos a 1 000 y 2 100 m.s.n.m, donde pueden coexistir hasta 25 especies en intervalos de elevación de 200 metros. Y menciona que el endemismo de los helechos arbóreos está hacia los Andes Centrales del norte y los Andes Centrales del sur están dominados por especies de amplia distribución, potencialmente más tolerantes a fluctuaciones climáticas a largo plazo.

1.1.2 Antecedentes nacionales

- **Lehnert, M. (2011)**, presenta un resumen de todas las especies peruanas de helechos arbóreos. Encontrando 83 especies nativas de Perú (*Sphaeropteris* 1 sp., *Alsophila* sect. *Alsophila* 9 spp., *Alsophila* sect., *Gymnosphaera* 1 sp., *Cyathea* 72 spp.), con 13 especies endémicas en *Cyathea* y una en *Alsophila*. Además, en dicho resumen,

describe e ilustra9 especies nuevas de helechos arbóreos. Proporcionando así una clave de helechos arbóreos para el Perú. Destacando además en sus descripciones, el peciolo, escama y la caspa de los helechos arborescentes para una rápida identificación. Sin embargo, hace relucir la importancia de realizar colectar fértiles, para una buena determinación y llegara la especie correcta.

- **Llatas & López, (2005)**, corrobora que en Lambayeque en el sector de Kañaris, se encuentran grandes bosques montanos relictos, estudiando así la estructura y composición de estos bosques, donde menciona que los Pterydophitos en general tapizanlos pisos. El bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) se extiende desde los 2 250 hasta los 3 000 m.s.n.m, encontrándose en las formaciones de clímax, y árboles con fustes de hasta 50 metros de alto, entre ellos también se encontramos helechos arbóreos del género *Nephelea* y *Cyathea*, resaltando así el potencial fitogenético, económico y paisajístico de los bosques, para la región.
- **Smith, A. et al., (2005)**, menciona que, en el Perú, las áreas más ricas en helechos, parecen estar a lo largo de la cordillera de los andes, en los bosques montanos siempre húmedos. Y las zonas donde se encontraron mayor Pteridofitos fueron entre los departamentos del Amazonas hasta Cusco. Documentando en total 137 especies nuevas de Pteridophytas. Entre ellos se encuentran, tres especies de *Alsophila* (*A. minervae*, *A. mostellaria*, *A. salvinii*) y doce especies de *Cyathea* (*C. amazónica*, *C. boliviana*, *C. brevistipes*, *C. carilihebrici*, *C. concordia*, *C. herzogii*, *C. palaciosii*, *C. thelypteroides*, *C. tortuosa*, *C. werffii*, *C. windischiana* y *C. xenoxyla*).
- **Tejedor & Calatayud, (2017)**, registraron 11 nuevas especies de *Cyatheas* para el Perú, siendo *C. angelica*, *C. hierbabuena*, *C. pibya*, *C. recondita*, *C. xerica*, y *C. yambrasensis*, para la zona del Rio Marañón en el norte del Perú y *C. estevesorum*, *C. lehnertii*, *C. monteagudo*, *C. rocioae*, y *C. valliciervo* para el centro y sur,

aumentando con ello casi un 10% el conocimiento sobre los helechos arborescentes del Perú. Enfatizan además sobre la composición del suelo de las áreas evaluadas y la relación que tienen sobre la riqueza que helechos arbóreos encontrados en esa zona.

1.1.3 Antecedentes locales

- **Alfaro et al., (2018)**, dan a conocer, la diversidad de helechos arbóreos, para el Santuario Histórico de Machupicchu, como parte de un estudio mayor, realizadas en dos parcelas permanentes de 1 ha a diferentes elevaciones (2 653 m y 3 200 m.s.n.m). Encontrando, mayor diversidad de helechos arbóreos a los 2 653 m, con un total de 6 especies (*Cyathea conjugata aff.*, *C. delgadii aff.*, *C. indeterminada 1*, *C. indeterminada 2*, *C. indeterminada 3*, *C. indeterminada 4*), no así, para la parcela ubicada a los 3 200, donde hubo solo la presencia de 1 helecho arbóreos (*C. indeterminada*).
- **Bonino, R. (2005)**, evaluó la composición de helechos en La Convención, en el sector del río Lucumayu, realizado en 4 zonas (I: de 3 900 a 3 400 m.s.n.m, II: de 3 400 a 2 940 m.s.n.m, III: de 2 130 a 1 690 m.s.n.m y IV: de 2 050 a 1 180 m.s.n.m), hallando que el 6.49% de estos son helechos arbóreos entre ellos, las familias Cyatheaceae con 13 especies (encontrándose los tres géneros *Alsophila*, *Cyathea* y *Sphaeropteris*) y Dicksoniaceae con una especie (*Dicksonia sellowiana*). Se encontraron mayor cantidad de Cyatheas entre los 3 400 a los 1 690 m.s.n.m de elevación en las zonas II Y III de las zonas de evaluación, que al compararlas con las zonas I y IV, muestran una diferencia del 50 % en cuanto a composición de especies. Es importante mencionar que también realizó un reporte nuevo para en Perú de *Cyathea caroliiherici*, en los bosques de Amaybamba y Huyro a 2 150 m.s.n.m, que antes solo estaba citado para Bolivia.
- **Castro et al., (2014)**, mencionan que la distribución altitudinal de helechos arbóreos

noes un evento estocástico, registrando así total de 10 especies de helechos arbóreos entre *Cyathea* (*C. dombeyi*, *C. andina*, *C. leucolepismata*, *C. delgadii*, *C. tortuosa*, *C. bipinnatifida*, *C. lechleri* y *C. squamipes*) y *Alsophila* (*A. cuspidata* y *A. gastonyi*), en el Monte teparo de Pilcopata en las elevaciones de 560 a 1 165 m.s.n.m, además, determina que la riqueza de especies está directamente relacionada a las características del suelo, específicamente a suelos frágiles y con bajo o medio contenido de materia orgánica. Asimismo, muestra que la tendencia de distribución y riqueza de helechos arbóreos aumenta con la elevación.

- **Chávez H. W, (1994)**, realiza el estudio poblacional de helechos arbóreos en Wiñay Wayna - Santuario Histórico de Machupicchu, a los 2 700 m.s.n.m, encontrando 4 especies de helechos arbóreos: *Cyathea caracasana*, *C. delgadii*, *Trichipteris sp* y *Nephelea incana*, siendo la especie más abundancia *C. caracasana* que representa el 57.4 %, seguido de *Trichipteris sp* con 28.9 % de un total de 383 individuos. En la estructura de los helechos arbóreos, el individuo más grande registrado fue de 16 m para el género *Cyathea*, teniendo el resto una altura promedio de 5 a 6 m. Además, menciona que los helechos arbóreos son talados indiscriminadamente, por su valor medicinal y son replegados por la ampliación de áreas de cultivo.
- **Cruz, J. (2010)**, Realizó estudios en la “Trocha Unión” – Parque Nacional del Manu, encontrando un total de 8 especies en toda la zona de estudio las cuales son: *Cyathea caracasana var. boliviensis*, *C. divergens*, *C. lechleriana*, *C. multisegmenta*, *C. pallescens*, *C. delgadii*, *Alsophila cuspidata* y *Dicksonia sellowiana*, además, hay mayor abundancia a los 2 700 m.s.n.m con un total de 434 individuos, con una riqueza de 6 especies ya los 1 800 un total de 403 individuos con 5 especies, siendo una endémica para Cusco *C. multisegmenta*.
- **Curitumay et al., (2018)**, hallaron que la composición florística de las parcelas

botánicas del Santuario Histórico de Machupicchu, son variadas esto debido a la separación en elevación siendo de 635 m.s.n.m entre parcela, siendo este un bosque montano bajo. Encontrando en la parcela de Intipunku a 2 653 m.s.n.m, la presencia de la familia Cyatheaceae con 6 especies y no así en la parcela de Kantupata 3 200 m.s.n.m. Mostrando entre estas dos parcelas un relativo desequilibrio entre las tasas de mortalidad y reclutamiento, esto debido a que los bosques son bosques no maduros que están en proceso de crecimiento y recuperación ya que en algún momento sufrieron intervención antrópica. Concluyendo así que los bosques estudiados son muy diferentes y que a medida que incrementa la altitud, la riqueza de especies arbóreas disminuye.

- **Holgado - Rojas *et al.*, (2019)**, registran 12 especies de helechos arbóreos (*Cyathea carolihenrici*, *C. catacampta*, *C. delgadii*, *C. ruiziana*, *C. squamipes*, *C. conjugata*, *Cyathea sp1*, *Cyathea sp2*, *Cyathea sp3*, *Cyathea sp4*, *D. sellowiana* y *Lophosoria quadripinnata*), para el Santuario Histórico de Machupicchu (SHM), siendo las más representativas *Dicksonia sellowiana* en un 50.76 % y *Lophosoria quadripinnata* con 23.07 %. Además, la especie más dominante es *D. sellowiana*, que posee una abundancia del 86.74 % del total de helechos arbóreos encontrados en la zona, indicando además que este helecho tiene un rango de distribución en elevación. Concluyendo, además, que el bosque de Wiñaywayna-Intipunku presenta un buen estado de conservación, en el SHM; Además recalca que la distribución de *C. caracasana*, no está para Perú.
- **Nina, A. (2014)**, evaluó dos parcelas permanentes en el bosque nublado, en el Parque Nacional del Manu, entre los 1 700 –3 650 m.s.n.m, donde registró para la parcela N° I 43 especies arbóreas en 22 géneros y 20 familias, para la parcela N° II se registró 86 especies arbóreas distribuidas en 3 géneros y 26 familias. Con respecto al área basal

para la parcela I y II fueron 29.32 y 34.38 m² respectivamente destacando la *Weinmannia cochensis* (10.08 m²) y *Cyathea delgadii* (5.18 m²) como las especies que poseen mayor área basal. Revela en su estudio que *Cyathea delgadii*, *Hedyosmum scabrum*, *H. translucidum* y *Miconia denticulata* son las especies con mayores individuos juveniles y a *Weinmannia cochensis* y *Cyathea delgadii* como especies con mayor número de individuos adultos.

- **Schilling O. & Tejedor A. (2017)**, dan a conocer que “los helechos arbóreos dominan la sucesión secundaria en plantaciones de piña abandonados alrededor del Parque Nacional del Manu” – Estación Biológica Villa Carmen. Mencionan, además, que después de 6 a 10 años, los helechos arbóreos comienzan a dominar esas comunidades, siendo los helechos arbóreos encontrados: *Cyathea delgadii*, *C. microdonta*, siendo la última de vida corta, luego encontramos a *C. leucolepismata*, *C. pungens*, *C. subincis*, *C. domeyi*, *C. lasiosora*, *Alsophila cuspidata*.

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 Reserva de Biósfera del Manu (RBM)

Una vez establecido el Parque Nacional del Manu el 1973, la UNESCO designó a las zonas de amortiguamiento del Parque y zona de Reserva, como Reserva de Biósfera del Manu en 1977 por su valor extraordinario, que tiene como objetivo la conservación de la naturaleza y la investigación científica al servicio del hombre (SERNANP, 2014).

Esta RBM ocupa aproximadamente 1,8 millones de hectáreas, que constituye uno de los bosques tropicales protegidos más extensos en el mundo (Shepard & Izquierdo, 2003), ubicado en una zona remota de la cordillera de los Andes orientales, que incluye toda la cuenca del río Manu y el alto Madre de Dios, con formaciones de montañas altas desde los 4 000 m.s.n.m y llanuras hasta los 365 m.s.n.m (Tantaleán & Chavez, 2004).

1.2.2 Bosque Montano

Los bosques montanos constituyen una región única, caracterizada por sus amplias formaciones de hábitats producto de complejos gradientes espaciales y ambientales, sobre todo la presencia de humedad atmosférica permanente; además, los bosques montanos son lugares de gran prioridad global para su conservación, debido a su elevada riqueza y endemismo. Son conocidos también, por los servicios ambientales que brinda, como la contribución a la captación hídrica, regulación del clima local, captura y almacenamiento de carbono. (Guía de kosñipata, s.f; Tejedor G. et al., 2012; Ritter A. et al., 2005).

1.2.3 Gradiente de Elevación

Referido a la distancia vertical entre un punto o nivel en la superficie de la tierra y el nivel del mar (Saiz, 2019). Donde las condiciones climáticas varían, al estar relacionados con los gradientes de elevación (Tejedor G. et al., 2012).

1.2.4 Recambio de Especies

Es el cambio en la composición y estructura de las comunidades de una unidad de muestreo a otra a lo largo de un gradiente de espacial, temporal o ambiental (Moreno y Rodríguez, 2010).

1.2.5 Diversidad biológica

Es la variación de las formas de vida presentes en un área y tiempo determinado, incluyendo aquellos procesos ecológicos y evolutivos a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (ONU, 1992; UAEH, 2011).

- ***Diversidad alfa.*** – Es la diversidad puntual, determinada por los organismos presentes en un lugar específico, relacionada con la riqueza de especies, definida por un espacio y tiempo determinado (Halfpeter et al., 2005).

- **Diversidad beta.** – Es la diferencia entre la composición de especies de dos áreas determinadas, estas diferencias pueden ser en un mismo tiempo y lugares diferentes o en tiempos diferentes, pero en el mismo lugar y la variación de estas. Refiriéndose claramente a las especies como entidades taxonómicas y no al número de especies presentes (Halffter et al., 2005).

1.2.6 Números de Hill (número efectivo de especies)

Método que estandariza, permite cuantificar y comparar la diversidad de especies en múltiples ensamblajes con diferentes esfuerzos de muestreo. Además, los números de Hill incluyen tres medidas de diversidad más usadas como la riqueza de especies ($q=0$), diversidad de Shannon ($q=1$) y Diversidad de Simpson ($q=2$) (Hsieh & Chao, 2016).

1.2.7 Composición de Especies

La composición se refiere a la identidad de carácter taxonómico de los organismos y su variedad, presentes en un lugar determinado. Incluyen listado de especies y medidas dasométricas (Mange & Ferreti, 2014).

1.2.8 Estructura en plantas

Es la organización física o la relación espacial de los organismos que conforman un lugar (Mange & Ferreti, 2014).

- **Estructura Horizontal.** - Es la organización de las plantas (arbóreas), según el área basal que poseen, dentro de una comunidad o área (Cuyckens et al., 2015).
- **Estructura Vertical.** - Es la organización de las plantas (en este caso arbóreas), según la altura que poseen, dentro de una comunidad o área (Pérez et al., 2014).

1.2.9 Rarefacción

Proceso de generación de la relación entre el número de especies versus el número de individuos en una o más muestras (Stevens, 2009). Esta corrección por el número de

individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño.

1.2.10 Modelo Lineal Generalizado (MLG)

Es una metodología del modelamiento estadístico, aplicado tanto para datos discretos como continuos, una extensión del Modelo Lineal (ML), para modelar variables que pertenezcan a la familia de distribución de probabilidad exponencial: normal, binomial, Poisson y binomial negativa, entre otras, (MESA-FUQUEN et al., 2019).

1.2.11 Colección de Muestras

En la colección botánica se toma la fronda del helecho arbóreo, seccionándolo en tres partes: peciolo, parte media de la fronda y el ápice, los que deben ser correctamente etiquetadas (Figura 01). El material biológico se conserva en alcohol al 50 o 75% y se coloca en papel periódico de manera ordenada para finalmente colocarlo en bolsas de polietileno evitando así su deterioro por hongos u otros organismos durante la estadía en campo (Del Pilar, 2012).

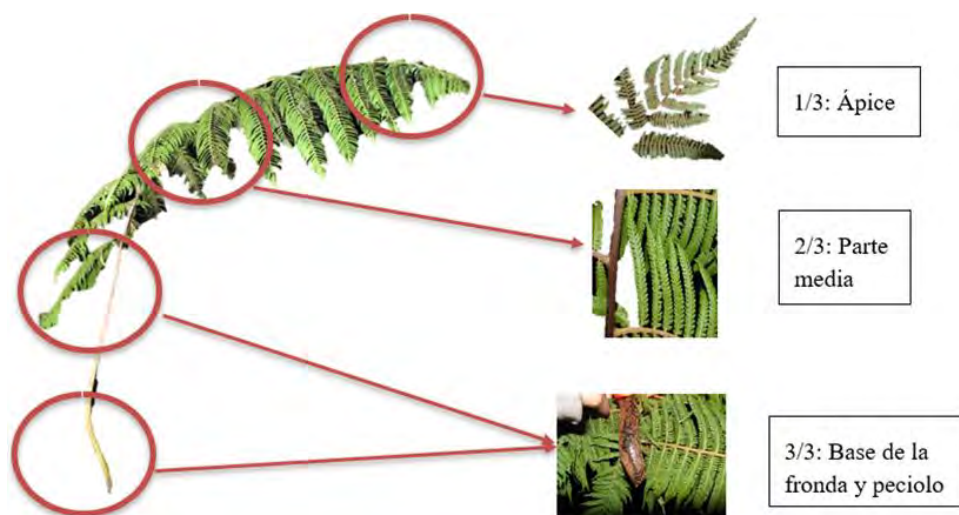


Figura 01.- Partes que se colectan de un helecho arbóreo.

1.2.12 Pteridofitos

Los Pteridofitos son plantas que surgieron en el Silúrico hace 400 millones de años (m.a) y tuvieron su apogeo en el Carbonífero como hace 360 m.a (Vázquez & Arregui, 2006), siendo así las plantas criptógamas más antiguas del reino vegetal (WebPlantas, 2020), comprendiendo alrededor de 10,000 a 12,000 especies distribuidas en el mundo (Muñiz et al., 2007). En Perú se encuentran 96 géneros y cerca de 1,000 especies, ocurriendo en su mayoría en los Andes Centrales, constituyendo así la biota más rica en cuanto a helechos en todo el mundo (Tryon & Stolze, 1989). Según su forma de vida los helechos pueden ser epífitas, hemi-epífitas, terrestres (trepadoras, herbáceas y arbóreas), acuáticas y subacuáticas. (Muñiz et al., 2007). La mayoría se distribuye principalmente en los ecosistemas húmedos, con alrededor de 600 especies de las cuales aproximadamente 500 pertenecen a la familia Cyatheaceae (Briones & Riaño, 2014). Sin duda los helechos son un elemento fundamental en su ecosistema, por participar en la regeneración de los árboles, influir en los ciclos de nitrógeno y fósforo, además de hospedar epífitas en su tronco (Briones & Riaño, 2014).

1.2.12.1 Ciclo de Vida

Los helechos arbóreos son plantas criptógamas con alternancia de generación, con fases independientes (gametofítica y esporofítica) (Cubas, 2008; Vázquez & Arregui, 2006) (Figura 02).

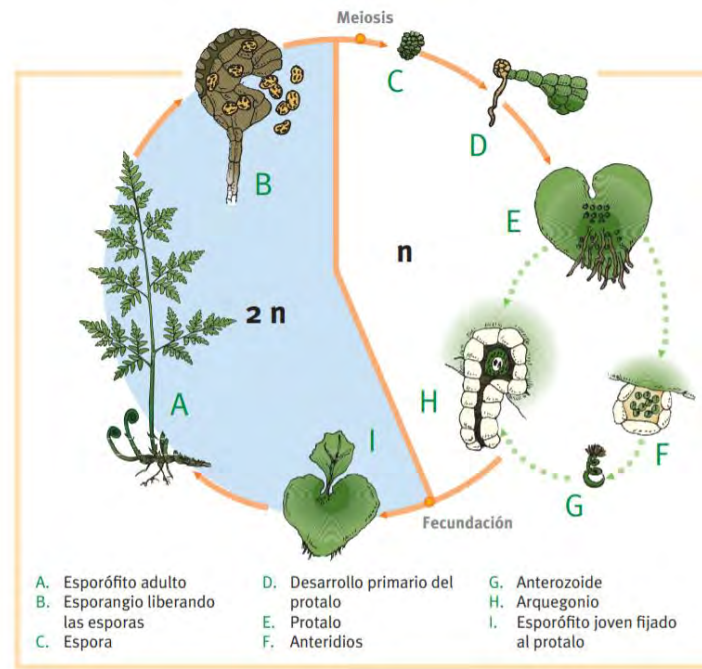


Figura 02.- Ciclo reproductivo de las pteridofitas (Vázquez & Arregui, 2006).

Fase gametofítica. – Aquí el gametofito es sencillo, pequeño y vive poco tiempo, a pesar de no tener raíces ni tejidos conductores puede vivir de manera independiente, realizando fotosíntesis. Este gametofito necesita medios húmedos para vivir y para que pueda fecundar, ya que el gametofito masculino es flagelado y necesita de un medio líquido para desplazarse y fecundar (Cubas, 2008).

El prótalo obtenido de la fecundación (Zigoto), se mantiene unido al gametofito femenino para alimentarse, una vez alcanzado su desarrollo se convierte en un esporofito quien continuará la siguiente fase (Cubas, 2008).

Fase esporofítica. – En la fase esporofítica tenemos al esporofito morfológicamente complejo, que puede vivir de manera independiente y es el que producirá las esporas. Que mediante la meiosis dará esporas haploides que se liberan al medio para germinar y dar lugar a los gametofitos y continuar un nuevo ciclo (Cubas, 2008).

1.2.12.2 Helechos Arbóreos

Los helechos arbóreos son pteridofitos de crecimiento arbustivo o arborescente, que se agrupan en dos familias grandes, Cyatheaceae (*Cnemidaria*, *Alsophila*, *Cyathea*, *Sphaeropteris*) y Dicksoniaceae (*Dicksonia*, *Lophosoria*), perteneciente al orden Cyatheales. Se le denomina arbóreos por presentar un pseudo tronco, que no es más que un rizoma erguido llamado estipe. Se les conoce también como fósiles vivientes, por estar sobre la tierra por más de 360 millones de años (Giraldo G. & Mejía P., 2002; “Pteridofitas | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente,” 2014).

1.2.12.3 Características morfológicas de los helechos arbóreos

Raíces. - Todas las raíces del helecho son de origen adventicio (se genera del tallo), las raíces de los helechos no tienen la capacidad de engrosarse, teniendo la función de sostén y absorción a la vez y su desarrollo puede variar según la especie (Giraldo G. & Mejía P., 2002), (Figura 03).

Tallo. - Los tallos de los helechos arbóreos reciben el nombre de caudex (o cáudice) cuando es corto y compacto, este cáudice carece de crecimiento secundario, ya que no posee células de crecimiento secundario que son derivados del cambium vascular (Giraldo G. & Mejía P., 2002). Sólo tienen crecimiento primario, generado por la célula del meristemo apical y para suplir las necesidades de sostén mecánico, los helechos arbóreos desarrollan esclerenquima, tanto en la epidermis como en la subepidermis (Giraldo G. & Mejía P., 2002), (Figura 03).

Corona. – Corresponde a la porción apical del tallo, donde se encuentran los báculos, regularmente cubiertos por escamas que son un rasgo distintivo de las especies (Giraldo G. & Mejía P., 2002), (Figura 03).

Fronda. – Órgano fotosintético de los helechos, que varían en gran medida de tamaño y forma. La fronda está conformada de la siguiente manera: 1. Lamina, que conforma toda la fronda, sin incluir el estípite (pecíolo). 2. Raquis, que es la prolongación del estípite, como eje central de la fronda, este puede tener ornamentos. 3. Costas, los cuales son las prolongaciones del raquis, los cuales sostienen a las pinnas que vendrían a ser como los folíolos de la fronda. 4. Pinnae, de carácter taxonómico, pueden variar su estructura de acuerdo a sus patrones de venación, siendo lobulados en su mayoría (Giraldo G. & Mejía P., 2002). Los ejes principales de estas pinnae son las cóstulas. Las pinnae del segundo orden se llaman pinnulas y si hay divisiones más finas se las llama pinnulas terciarias, pinnulas cuaternarias, etc. A su vez las pinnae y pinnulas pueden ser lobuladas o cortadas llamadas pinnatifidas o cortadas muy cerca de su eje principal y se llaman pinnatisectas (Smith et al., 2019), (Figura 03).

Soro. – Son las estructuras reproductivas de los helechos, que comprenden la agrupación de esporangios, es de carácter taxonómico. El soro puede ocupar sólo dos posiciones sobre la hoja: por el margen o en el lado inferior, normalmente tiene forma circular, exceptuando en la familia *Dicksoniaceae* que tiene forma valvar. El soro está conformado de la siguiente manera: 1. Esporangio, consta de una caja hueca, lenticular, sobre un corto pedúnculo. Células aplanadas de delgadas paredes forman sus lados y contienen numerosas esporas. Uniendo los lados y formando un arco, hay una fila de células de paredes peculiares gruesas, llamado anillo que desempeña una función esencial en la eyección de las esporas al medio que les rodea, la mayoría de esporangios están protegidos por una cubierta llamada indusio, si carece de este se denomina “soro desnudo” (Giraldo G. & Mejía P., 2002; Moran, 2014), (Figura 03).



Figura 03.- Representación de un helecho arbóreo (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

1.2.12.4 Descripción de las familias de helechos arbóreos

Cyatheaceae. - Caracteriza por ser plantas terrestres, raramente epífitas, arborescentes, con frondas de hasta 1 y 5 m, la lámina puede ser de 1 a 4 pinnada, peciolo con escamas, nervaduras libres o el par basal unido para formar aréolas cerca de la costa (nervadura), ejes de las láminas generalmente pilosos y escamosos en el envés, soros superficiales, con o sin indusio (cubierta), esta familia consta de tres géneros para Perú: *Alsophila*, *Cyathea*, *Sphaeropteris* (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

- ***Alsophila***, Este género se caracteriza por tener espinas rígidas y negras, frondas hasta 4 m, lámina 1-pinnada pinnatífida hasta (raramente) 3- pinnada, el ápice gradualmente o abruptamente reducido e imparipinnado; raquis de color paja a negro, con tricomas (pelos) rojos a negros por la haz y escamas en el envés; soros con o sin indusio, este puede ser ciatiforme (forma de copa), urceolado (forma de bolsa), globoso, liso o con pelos en forma de estrella (Giraldo G. & Mejía P., 2002), (Figura 04).



Figura 04.- Alsophila cuspidata (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

- ***Cyathea***, Este género pueden ser de peciolo liso a espinoso, escamoso basalmente, las escamas con o sin setas apicales o laterales oscuras, con-coloras a fuertemente bicoloras, las células del cuerpo de la escama pueden tener diferentes bordes. ápice de la fronda atenuado, pinnatífido o raramente similar en forma a las pinnas laterales, (Figura 05).



Figura 05.- Cyathea andina (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

- ***Sphaeropteris*.** – Este género se caracteriza por tener las frondas de 1-5 m; peciolo liso a muricado, escamoso, las escamas abiertas o adheridas dorsalmente, generalmente oscuras; lámina pinnada a 2-pinnada pinnatífida o 2-pinnada pinnatisecta; ejes con escamas y tricomas por el envés, las costas y cóstulas con pequeños tricomas curvados por el haz; nervaduras libres; indusio hemitaloide a globoso, o ausente (Giraldo G. & Mejía P., 2002), (Figura 06).

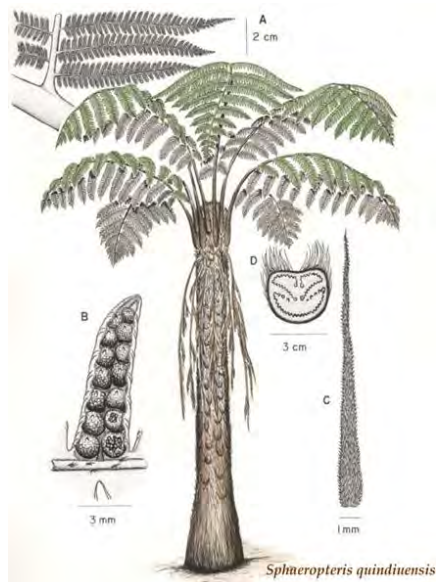


Figura 06.- Sphaeropteris quindiuensis (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

Dicksoniaceae. - Se le considera como una familia del viejo mundo, pertenece al orden Cyatheales, perennes, se caracteriza por su tallo robusto, de 15 a 80 cm de diámetro, pueden crecer hasta 10 m, piloso en el ápice, frondas de 1 a 3 m, al morir se quedan en el tronco formando una falda, sus peciolos son robustos de 10 a 20 cm de largo, acanalado por el haz, pelos de 2 a 3 cm de largo, color leonado o castaño oscuro, a veces grisáceo, lámina entre 0,7-2,5 m, de 2-3 pinnada; pinnas sésiles o cortamente pecioladas; raquis acanalado, piloso igual que las costas y nervaduras de las pínulas, por la haz y el envés; venas libres; soros bivalvados situado en la extremidad de las venas, indusio conformado por la prolongación de células epidérmicas de la lámina, rígido, esporangios mezclados con parafisos. Cuenta con un género para el Neotrópico, Figura 02 (Giraldo G. & Mejía P., 2002; Noben S., 2018), (Figura 07).



Figura 07.- *Dicksonia sellowiana*. (Giraldo G. & Mejía P., 2002).

- ***Dicksonia*.** – De tamaño variable, puede llegar a crecer hasta 10 m, caracterizada por persistencia del indumento piloso, son robustas desde pequeños de 10 – 20 cm, con frondas

grandes y pilosas, caracterizado por sus soros bivalvos. (Giraldo G. & Mejía P., 2002; Noben S., 2018), (Figura 08).

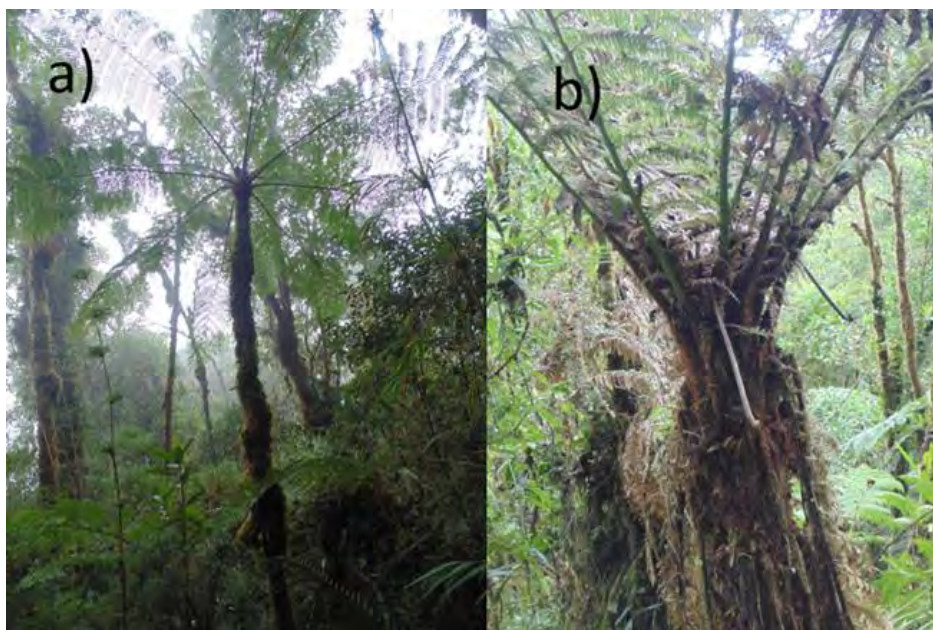


Figura 08.- Representación de un helecho arbóreo, a. *Cyatheaceae* b. *Dicksoniaceae*

1.2.12.5 Estado de conservación de los helechos arbóreos en Perú

Todos los helechos arborescentes (*Cyatheaceae* y *Dicksoniaceae*) se encuentran categorizadas en el apéndice II del CITES, que se refiere a especies que no necesariamente se encuentran en peligro de extinción, pero que podrían llegar a estarlo, si no se manejan adecuadamente. Además, existen especies categorizadas como endémicas, siendo estas: *Cyathea multisegmenta* (para Cusco y Pasco), *C. rufescens* (en San Martín), *C. ruiziana* (para Cusco, Huánuco y Junín), *C. vilhemii* (en Puno), (CITES, 2018).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 Ubicación Política

El área de estudio políticamente se encuentra ubicada en la Reserva de Biosfera del Manu, (Figura 09):

Región: Cusco – Madre de Dios

Provincia: Paucartambo – Manu

Distrito: Kosñipata – Manu (Acjanaco – Ithahuania RBM)

2.1.2 Ubicación geográfica de área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en la Reserva de Biósfera del Manu, en las provincias de Paucartambo y Manu, en las regiones de Cusco y Madre de Dios respectivamente (SERNANP, 2014). Sin embargo, la mayor parte del estudio se realizó dentro del Parque Nacional del Manu en los sectores denominados: “Trocha Unión” perteneciente al distrito de Kosñipata y provincia de Paucartambo, cuyo recorrido comprende 14 km y abarca desde el mirador de Tres Cruces hasta la localidad llamado San Pedro, otra parte del estudio ocurre en el sector denominado “San Pedro” ubicado en el distrito de Kosñipata y provincia de Paucartambo en margen izquierdo del río Kosñipata, así mismo, en sector denominado “Tono” y “San Isidro” ubicados al margen izquierdo del río Tono y San Isidro respectivamente, cerca del Centro Poblado de Pillcopata, finalmente el sector denominado “Callanga” ubicado dentro del Parque por la localidad denominado Qurqurpampa del mismo distrito, por otro lado, el estudio se realizó en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Manú en el sector denominado “Wayquecha” ubicando dentro de las instalaciones de la Estación Biológica de Wayquecha ubicadas en el distrito de Kosñipata, provincia de Paucartambo y otro en el sector denominado

“Pantiacolla” ubicado en distrito de Manu y provincia de Manu en la margen izquierda del río Alto Madre de Dios frente al centro poblado de Itahuania. El área evaluada consta de 7 sectores o tramos, que están ubicados en toda la gradiente de elevación de la Biósfera del Manu, iniciando de los 595m.s.n.m y finalizando hasta los 3 625 metros de elevación (Figura 10).

2.1.3 Distribución de las parcelas

El estudio consistió en la evaluación de 21 parcelas permanentes de 1 hectárea cada una (Tabla 01) en el 2019, establecidos previamente por el grupo de investigación ABERG (Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group) el 2003. Cada parcela de evaluación se encuentra asociada a una gradiente de elevación única, además, están codificadas y llevan el nombre de acuerdo al lugar donde se localiza (Tabla 01), mayor detalle de las coordenadas en Anexo 01 (Tabla 02).

Tabla 01. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo con sus respectivas codificaciones.

Nº	Codificación de las Parcelas	Elevación (m.s.n.m)	Coordenadas UTM	
			Este	Sur
1	APK-01	3 625	214871.64	8550863.34
2	ACJ-01	3 537	214584.36	8545082.32
3	TRU-01	3 402	217274.51	8548816.79
4	TRU-02	3 261	217575.99	8549200.31
5	TRU-03	3 042	218094.13	8549377.26
6	WAY-01	3 032	219600.30	8540381.95
7	ESP-01	2 852	218677.17	8541929.24
8	TRU-04	2 755	219278.69	8549640.24
9	TRU-05	2 528	220823.26	8551088.93
10	TRU-06	2 237	221716.94	8552554.91
11	TRU-07	2 031	222388.82	8553204.06
12	TRU-08	1 843	222806.49	8553635.60
13	SPD-01	1 757	224415.83	8556124.36

14	SPD-02	1 581	224903.84	8556150.68
15	CAL-01	1 518	198538.70	8582835.24
16	SAI-01	1 492	222315.87	8561618.89
17	SAI-02	1 241	222880.88	8562043.13
18	CAL-02	1 217	197889.14	8582831.91
19	TON-02	968	221511.51	8565975.55
20	PAN-03	843	252899.10	8601740.81
21	PAN-02	595	254212.21	8600632.30

Dónde:

APK = Apu Kañacwuay, ubicado cerca al mirador de Tres Cruces, sector de Acjanaco en el Parque Nacional del Manu (PNM).

ACJ = Acjanaco, ubicado en el sector del mismo nombre del PNM.

TRU (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08) = Trocha Unión, ubicado en el sector del mismo nombre, dentro del PNM, cerca de la zona de transición, en las cabeceras del Parque.

WAY = Wayquecha, ubicado dentro del área de la Estación Biológica de Wayquecha.

ESP = Esperanza, ubicado dentro del área de la Estación Biológica de Wayquecha.

SPD = San Pedro, ubicado en el sector del mismo nombre, en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biósfera del Manu (RBM).

CAL = Callanga, ubicado en el sector de Qurqurpampa, dentro del PNM.

TON = Tono, ubicado en el sector del mismo nombre, por la localidad Patria, dentro del PNM.

SAI = San Isidro, ubicado en el sector de Tono, por la localidad Patria, dentro del PNM.

PAN = Pantiacolla, ubicado en el sector de Itaguania, en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biósfera del Manu (RBM).

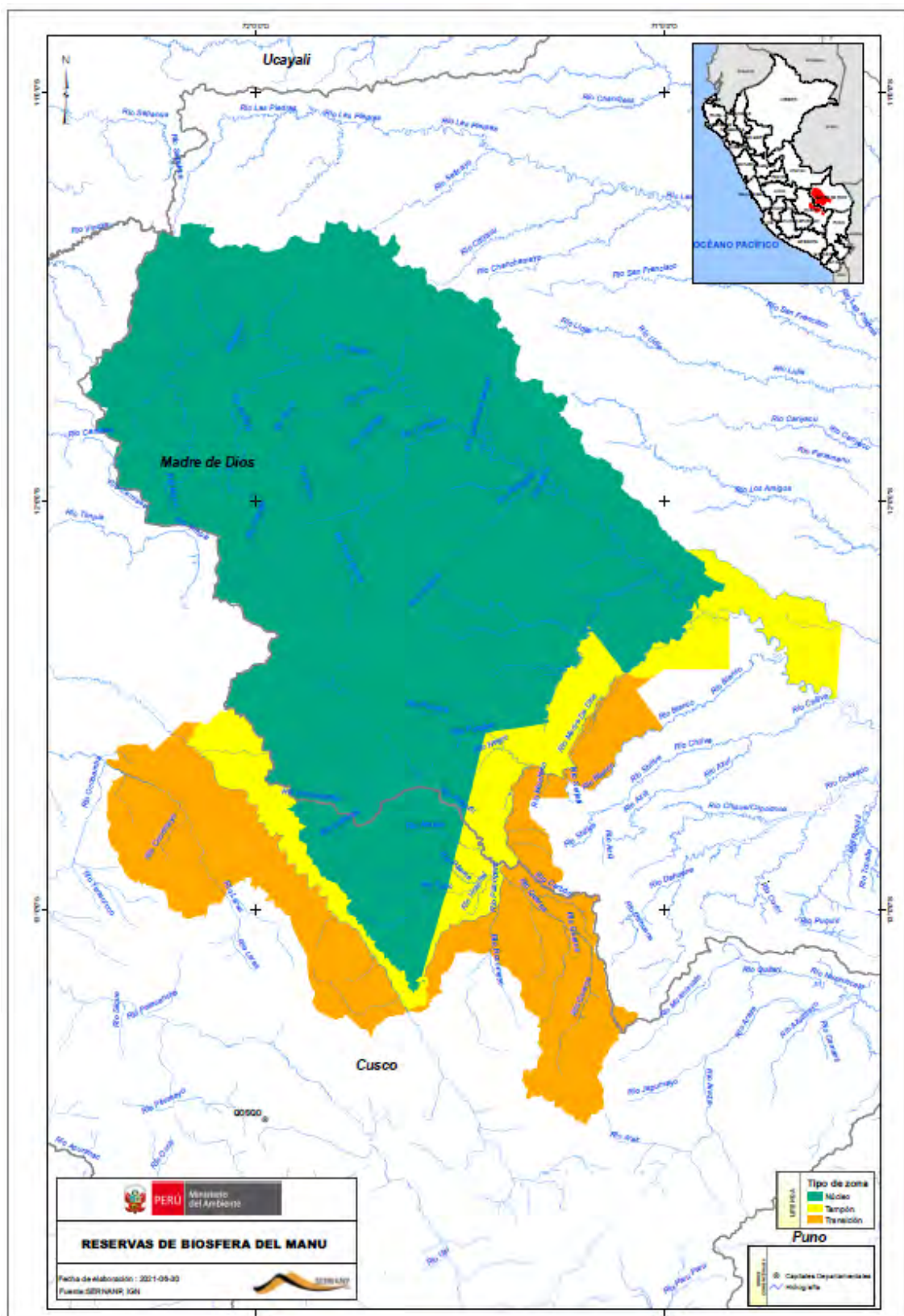


Figura 09. – Área de la Reserva de Biósfera del Manu.



Figura 10.- Ubicación de las parcelas de muestreo en el área de estudio, donde la zona verde es el núcleo, la zona amarilla es el Tampón y la naranja es la zona de transición.

2.1.4 Características climáticas

2.1.4.1 Precipitación. – La precipitación es mayor en enero y febrero, que es parte de la temporada húmeda, es más bajo en junio y julio que son parte de la temporada seca. Por encima de los 1 000 m.s.n.m, las precipitaciones disminuyeron con la elevación en todas las épocas del año, entre menos de 1 000 mm/año a una elevación de 4 130 m.s.n.m, y 5 000 mm/año a 890 m.s.n.m (Rapp, 2010; SERNANP, 2018).

2.1.4.2 Temperatura. – La temperatura es más fluctuante en el día que por la noche, con temperaturas altas en las temporadas húmedas (agosto-marzo) que en las temporadas secas (abril-julio), similar para toda la gradiente de elevación. Con una temperatura media anual máxima de 18 °C y con una temperatura media mínima anual de 3.8 °C, en el área de estudio (Rapp, 2010; SERNANP, 2018).

2.1.4.3 Humedad. – La humedad relativa anual es de 86.97 %, la mínima promedio mensual es de 85.60 % en agosto y la máxima es en enero con 88.37 %. La presión de vapor disminuye con la elevación, con patrones estacionales de baja humedad en temporada seca y alta humedad en temporada de lluvias. En general persiste todo el año, siendo la presión de vapor media anual máxima (expresada en kilo pascales), 1.20 kPa y la presión de vapor mínima anual de 0.74 kPa (Rapp, 2010; SERNANP, 2018).

2.1.4.4 Radiación. - La radiación fotosintética disminuye con la altitud y es similar durante todo el año con 400 a 700 nm; en temporada de lluvias hay más radiación solar en todas las elevaciones, acentuándose más durante la estación seca (Rapp, 2010; SERNANP, 2018).

2.1.4.5 Climadiagrama. – El área de estudio abarca la zona de bosque montano en la Reserva de Biósfera del Manu, al ser una gran área se destacaron tres puntos principales para realizar el Climadiagrama (parte alta: **Acjanaco** con 3 450 m.s.n.m, parte media: **Rocotal** entre 1 000 a 1 500 m.s.n.m, parte baja: **Pillcopata** con 600

m.s.n.m). En general presenta un régimen pluviométrico monodal, destacando dos periodos: uno lluvioso estival y otro invernal con precipitaciones escasas, así las precipitaciones máximas durante el año son entre los meses de octubre y abril en el que aumenta la evapotranspiración y la temperatura, las mínimas entre mayo y septiembre en donde desciende la temperatura. En la gradiente de elevación las precipitaciones superan los 5,000 mm/año hacia la parte intermedia de la gradiente de elevación (Sector Rocotal), para luego disminuir conforme avanza hacia el Este con valores de 3,836 mm/año (Estación de Pillcopata) y hacia el Oeste con 1771.4 mm/año, estas precipitaciones fuertes tiene impacto en los suelos particularmente frágiles, sumando la erosión hídrica dan origen a los peligrosos derrumbes y paisaje agreste, cabe mencionar que los registro de datos son limitados, por ello se recurren a los datos meteorológicos del 2001 al 2006, (Tapia et al., 2005; Arquero L. & Suna L., 2018; Cruz J., 2010 & Castro N. & Coaquira W., 2014).

A. Estación Acjanaco 3 450 m

Tabla 03. – Datos meteorológicos de la estación de Acjanaco, temperatura y precipitación promedios mensuales de 2001 – 2006.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	9	280.8
Febrero	9.9	285.6
Marzo	10	268.4
Abril	9.8	128.9
Mayo	8.8	54.4
Junio	7.7	34.1
Julio	8	55.7
Agosto	7.8	78.4
Septiembre	8.3	50.4
Octubre	9.3	146.3

Noviembre	9.4	131.2
Diciembre	9.9	257.2
Promedio	8.99	
Total		1771.4

Fuente: SENAMHI – Estación Meteorológica Acjanaco; Cruz,J., (2010).

En el climadiagrama se observa que los meses menos lluviosos van desde mayo hasta agosto llegando hasta los 34.1 mm (junio) y los meses más lluviosos son de diciembre a marzo llegando hasta los 285.6 mm (febrero), correspondientes a la banda de color negro. La línea color roja corresponde a la temperatura donde se observa que es casi constante, la más alta es en el mes de marzo con 10.0 °C y la mínima es en el mes de agosto 7.8 °C, (Figura 11).

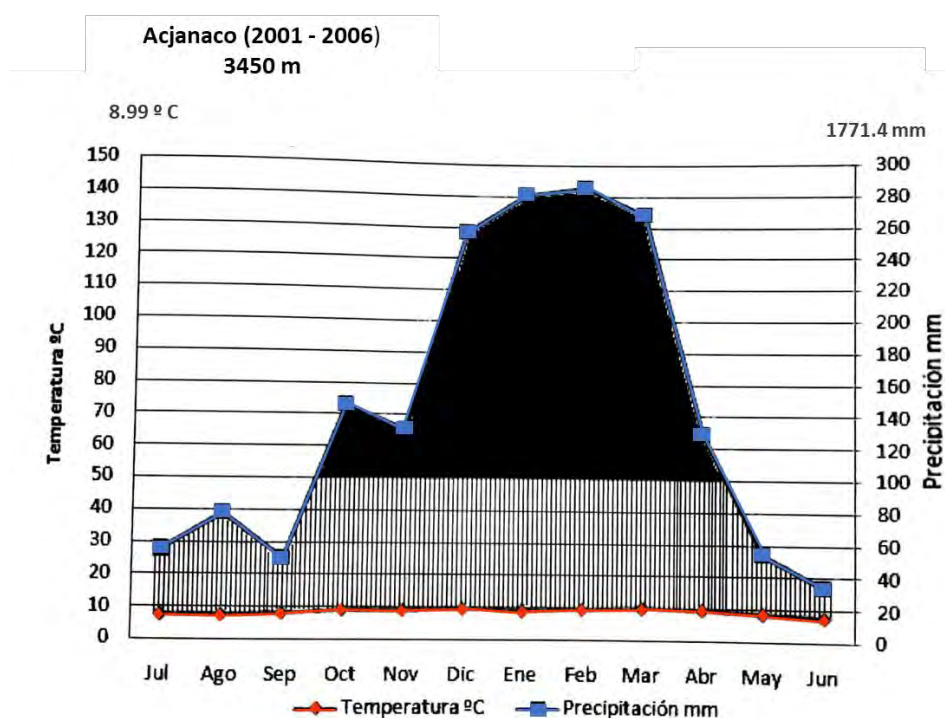


Figura 11. – Climadiagrama de la localidad de Acjanaco, Distrito de Paucartambo (Cruz J., 2018).

B. Estación Chontachaca 901 m

Tabla 04. – Datos meteorológicos de la estación de Chontachaca, temperatura y precipitación promedios mensuales de 2006 – 2011.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	23	678.3
Febrero	22.8	537.1
Marzo	22.8	627.4
Abril	22.3	467.1
Mayo	21	330
Junio	20.6	326.8
Julio	20.8	300.1
Agosto	21.4	251.2
Septiembre	22.1	324.7
Octubre	22.7	472.7
Noviembre	23	407.2
Diciembre	22.7	550.5
Promedio	22.10	
Total		5273.1

Fuente: SENAMHI – Estación Meteorológica Chontachaca; Arque L. & Suna L., (2018).

En el climadiagrama se observa que el mes menos lluvioso es en agosto llegando hasta los 251.2 mm y los meses más lluviosos son enero a marzo llegando hasta los 678.3 mm, correspondientes a la banda de color negro. La línea color roja corresponde a la temperatura donde se observa que es casi constante, la más alta es en el mes de noviembre con 23.0 ° C y la mínima es en el mes de mayo 21.0 °C, (Figura 12).

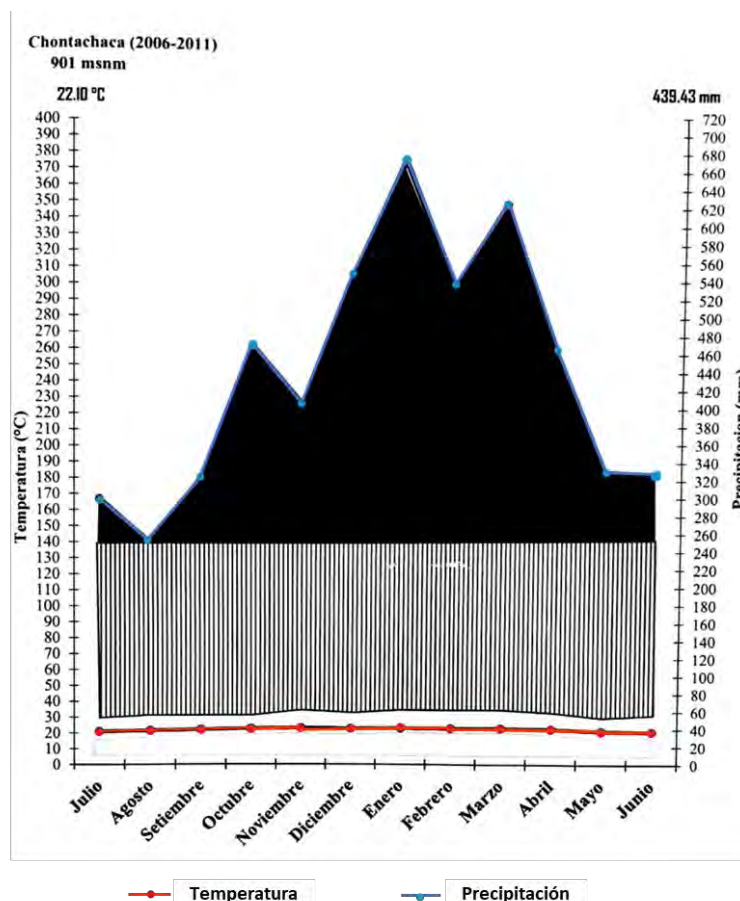


Figura 12. – Climadiagrama de la localidad de Chontachaca, Distrito de Paucartambo
(Arque L. & Suna L., 2018).

C. Estación Pillcopata 600 m

Tabla 05. – Datos meteorológicos de la estación de Pillcopata, temperatura y precipitación promedios mensuales de 1977 – 1986.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	24.95	522.7
Febrero	24.92	565.3
Marzo	24.84	447.8
Abril	24.14	377.1
Mayo	23.74	221.2
Junio	22.19	163.9
Julio	22.42	186.8
Agosto	22.8	175.1
Septiembre	23.48	257.9

Octubre	24.66	243.7
Noviembre	24.68	422.3
Diciembre	29.44	330.6
Promedio	24.36	
Total		3914.4

Fuente: SENAMHI – Estación Meteorológica N° 691 Pillcopata; Arque L. & Suna L., (2018).

En el climadiagrama se observa que los meses menos lluviosos son junio y julio llegando hasta los 163.9 mm y los meses más lluviosos son en enero y febrero alcanzando los 565 mm, correspondientes a la banda de color negro. La línea color roja corresponde a la temperatura donde se observa que es casi constante, la más alta es en el mes de diciembre con 29.44 °C y la mínima es en el mes de agosto 22.8 °C, (Figura 13).

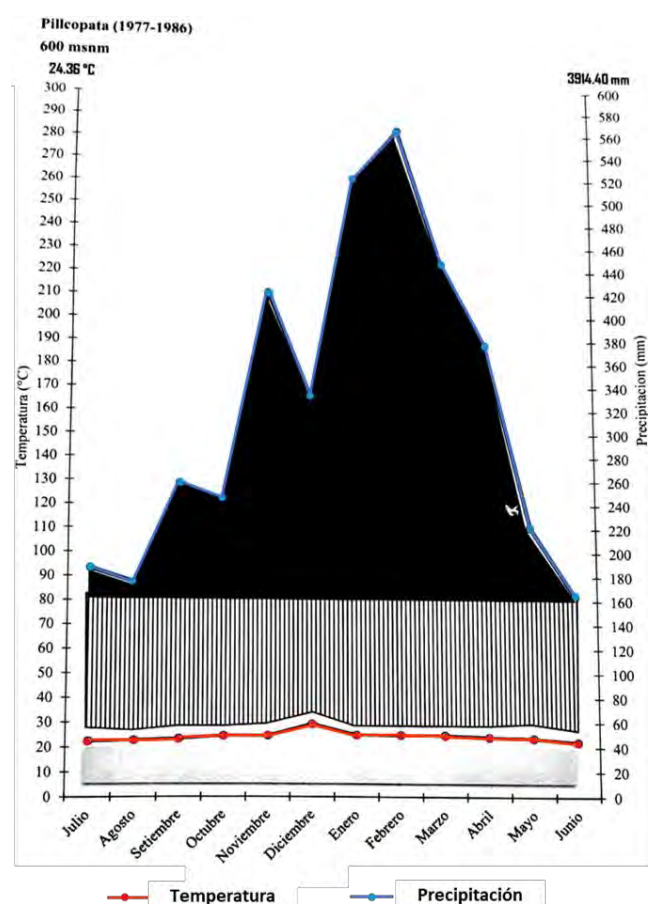


Figura 13. – Climadiagrama de la localidad de Pillcopata, (Arque L. & Suna L., 2018).

2.1.5 Edafología

2.1.5.1 Suelo. - El Parque Nacional del Manu cuenta con tres tipos de suelo según su origen.

a. *Suelos aluviales recientes.* - son suelos adyacentes a ríos, los que reciben continuamente sedimentos o aportes frescos de la actividad agrícola, también presentan suelos hidromórficos y suelos de mal drenaje y baja fertilidad.

b. *Suelos aluviales antiguos.* – son suelos formados por sedimentos antiguos de los ríos, son suelos profundos de textura moderadamente fina, de topografía plana a ligeramente ondulante, de fertilidad baja.

c. *Suelos residuales.* – son suelos formados de sedimentos (lutitas, limolitas, arenisca y grava), y que, debido a varios fenómenos orogénicos y epirogénicos, han originado colinas altas y bajas (SERNANP, 2018). Los suelos en la zona de estudio presentan diferentes profundidades, pueden llegar a tener una profundidad máxima de 54 cm siendo arenosos y en zonas de derrumbe, y la profundidad mínima puede llegar a tener 5 cm siendo suelos frágiles (Clark, 2009).

2.1.6 Ecología

2.1.6.1 Ecogeografía

De paisaje montañoso, formado por las estribaciones de la cadena oriental de la cordillera de los Andes (Guía de Kosñipata, s.f.), además, caracterizado por las formaciones vegetales propios de bosque montano, que posee una alta concentración de neblina, donde la vegetación generalmente se encuentra inmersa en la niebla permanentemente. Específicamente en el área de estudio, se distinguen tres tipos de bosque montano, según Pennington et al., 2010 y Young, 1992: submontano (500 - 1 500 m.s.n.m), montaña baja (1 500 - 2 500 m.s.n.m), montaña alta (2 500 - 3 400 m.s.n.m)

y línea de árboles ($\geq 3\,400$ m.s.n.m).

2.1.6.2 Sistemas ecológicos

Los sistemas ecológicos para el área de estudio son tratados como ecosistemas desde la perspectiva funcional, definiendo a su vez paisajes ecológicos, los cuales representan grupos recurrentes de comunidades biológicas, según el trabajo de Chuspe Z. M y Aragon 2018 (Tabla 06).

Tabla 06. – Sistemas ecológicos del área de estudio en la Reserva de Biósfera del Manu.

SISTEMAS ECOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO (Chuspe Z. M, Aragon I. 2018)

<i>Código</i>	Sistema ecológico	Sistema ecológico - nombre simplificado
	Ecorregión de las Yungas Peruanas (Selva Alta)	
	Subregión: Bosque enano	
CES409.043	Bosque altimontano pluvial de Yungas	Bosques húmedos de ceja de selva
CES409.044	Bosque altimontano pluviestacional de Yungas	Bosques estacionales de ceja de selva
	Subregión: Bosque nublado	
CES409.050	Bosque montano pluvial de Yungas	Bosque nublado húmedo
CES409.051	Bosque montano pluviestacional húmedo de Yungas	Bosque nublado estacional
CES409.039	Arbustal y herbazal pluvial sobre mesetas subandinas orientales	Matorrales escleromorfos de la selva alta
	Subregión: Bosque húmedo montañoso	
CES409.049	Bosque bajo de cresta pluviestacional de Yungas	Bosques bajos de crestas
CES409.048	Bosque y palmar basimontano pluvial de Yungas	Bosque húmedo de selva alta
CES409.054	Bosques basimontano pluviestacional húmedo de Yungas	Bosque estacional de selva alta
	Ecorregión de los bosques húmedos de la Amazonía suroccidental	
	Subregión: Transición entre selva alta y baja	

S408.545	Bosque siempreverde estacional subandino del suroeste de la Amazonía	Bosques estacionales subandinos amazónicos
S408.543	Bosque siempreverde subandino del suroeste de la Amazonía	Bosques subandinos amazónicos

a. Ecorregión de las Yungas Peruanas

Conocidas como selva alta, son bosques montanos subtropicales y tropicales perennes que se extiende por los flancos orientales andinos, con una vegetación extremadamente diversa, formando un mosaico en el paisaje, con terrenos rugosos, empinados y una altitud variada dramática dentro de la ecorregión que va desde la altiplanicie a valles encañonados. Presenta una elevación por encima de 2 500 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 8 a 22 °C llegando en zonas bajas hasta 25 °C. los suelos son ácidos, mal desarrollados, someros, está ecorregión consta de ecosistemas forestales montañosos más ricos de los neotrópicos (Chuspe Z. M & Aragon I., 2018).

b. Ecorregión de los bosques húmedos de la Amazonía suroccidental

Conocida como selva baja o de montaña, caracterizada por tener un pasaje de colinas, terrazas altas, planicies y planicies aluviales, con dramáticas variaciones edáficas y topográficas en niveles local y regional, por ende, presenta una vegetación igual de variada y diversa. Se extiende desde los 600 m, con precipitaciones de 1 500 a 2 100 mm de lluvia al año y temperaturas de 22 a los 27 °C. Es una zona de transición Amazónica con las Yungas donde se combinan especies de los bosques amazónicos con bosques montanos, siendo una zona rica ecotonal entre los 100 a 600 m de elevación.

2.1.6.3 Zonas de vida

De acuerdo a las variables climáticas, su topografía y tipo de vegetación se presentan las siguientes zonas de vida (Tabla 07):

Tabla 07.- Descripción de las zonas de vida en el Parque Nacional del Manu.

	<i>Zonas de vida</i>	<i>Código</i>
1	bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical	bmh - MBS
2	bosque pluvial - Montano Bajo Subtropical	bp -MHS
3	bosque pluvial - Montano Subtropical	bp - MS
4	bosque pluvial - Subtropical	bp - S
5	bosque húmedo - Montano Subtropical	bh - MS
6	bosque húmedo - Subtropical	bh -S

Fuente: (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arqque C. et al., 2018)

a. bosque húmedo – Montano Subtropical (bh-MS)

Ubicada en las partes altas de la cordillera de Paucartambo, altitudinalmente se encuentre entre los 2 800 a 3 800 m.s.n.m, la temperatura oscila entre los 6 y los 12 °C, con una precipitación de 1000 a 2000 mm. El relieve es muy accidentado, con pendientes de hasta 90° de inclinación. Los suelos son generalmente ácidos de textura media a relativamente profundos a superficiales, además presenta una vegetación de estratos arbóreos, arbustivos, herbáceos y gramíneas (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arqque C. et al., 2018).

b. bosque muy húmedo – Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS)

Altitudinalmente se encuentre entre los 1 900 a 3 000 m.s.n.m, con una temperatura media anual de 15°C y una precipitación total de 2100 mm, con relieve accidentado con pendiente que sobrepasan los 70° de inclinación, los suelos son poco profundos de naturaliza litosólica, además, la vegetación está compuesta por árboles de mediano tamaño con abundantes epifitos, las especies de árboles dominantes son: Weinmania,

Oreopanax, Clusia, Rubiaceae (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arque C. et al., 2018).

c. *bosque pluvial – Montano bajo Subtropical (bp - MBS)*

Se extiende sobre las cumbres de la cadena montañosa del Piñipiñi y Pantiacolla, ubicada entre los 1 600 a 1 900 m de elevación, con temperaturas de 12 a 17 °C y una precipitación anual de 800 y 1000 mm, además, muestra un relieve abrupto por sus laderas empinadas y escarpadas, de suelo superficial y de naturaleza litosólica. La vegetación está compuesta por bosque bajo, sotobosque muy tupido, herbáceas y epífitos, a estos bosques los caracteriza la presencia de helechos arborescentes como Cyathea, Alsophila y Dicksonia, (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arque C. et al., 2018).

d. *Bosque pluvial – Montano Subtropical (bp - MS)*

Ocupa las laderas orientales de la cadena de Paucartambo, llegando a Fitzcarrald, ubicada entre los 2 500 y 3 800 m de elevación, con una temperatura de 6 a 12 °C, precipitación de 2000 y 400 mm, además, con un relieve abrupto predominado de laderas, fuertes pendientes y escarpadas, los suelos son delgados de naturaleza litosólica. La vegetación está compuesta por bosques de tamaño bajo y se puede encontrar *Chusquea sp* (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arque C. et al., 2018).

e. *Bosque pluvial – Subtropical (bp - S)*

Ubicada entre las ultimas cumbres de la cadena de montañosa de Paucartambo, llegando al Itmo de Fitzcarrald, entre los 600 a 700 m de elevación, con una temperatura media anual de 23,3 °C, una precipitación de 3000 y 6000 mm, además, de presentar un relieve accidentado, de naturaleza colinada y montañosa, los suelos son delgados y superficiales. La vegetación está conformada por bosques medianos,

donde predominan las palmeras y helechos arbóreos (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arque C. et al., 2018).

f. bosque húmedo –Subtropical (bh- MS)

Ubicado en las últimas estribaciones de la cadena montañosa de Paucartambo y Pantiacolla, entre los 300 y 600 m de elevación, sienta el punto de contacto con el llano amazónico, con una temperatura de 17 y 22.5 °C, una precipitación de 2000 y 4000 mm. La vegetación es boscosa arbórea, de árboles medianos y gran diversidad florística (Plan Maestro Manu, 2019-2023; INRENA, 1997; Arque C. et al., 2018).

2.1.6.4 Flora

La vegetación más resaltante encontrada hacia la puna y **línea de bosque** son los géneros: *Bromus*, *Calamagrostis*, *Festuca*, *Stipa*, *Buddleja*, existe también pequeños bosques de *Polylepis sp* (Q'euña), podemos encontrar rodales de *Puya sp* y como vegetación herbácea achaparrada los géneros de *Gentiana*, *Hypochoeris*, *Werneria*. Para el **bosque montano alto y bajo**, podemos encontrar a los helechos arborescentes, epifitos, lianas leñosas, el género *Chusquea* (bambú), *Podocarpus*, *Weinmannia*, *Clusia*, *Dendropanax*, *Orepanax*, *Schefflera*, *Hedyosmum*, *Cecropia*, *Alchornea*, *Cinchona*, algunas palmeras del género *Geonoma*, *Wettinia*, familias con géneros abundantes como, *Melastomataceae*, *Rubiaceae*, *Lauraceae* y *Fabaceae*, Para el **bosque submontano**, tenemos los géneros: *Guadua* (paca), *Alchornea*, *Guatteria*, *Lissocarpa*, cedro (*Cedrela*), Cetico (*Cecropia*), *Carica*, *Prumnopitys*, *Weinmannia*, *Cinchona*, *Tapirira*, *Anaxagorea*, *Mikania*, *Eriotheca*, *Hirtella*, *Symphonia*, *Sloanea*, *Hevea brasiliensis*, *Hyeronima laxiflora*, *Senefeldera inclinata*, *Mabea*, *Andira*, *Calliandra*, *Cedrelinga*, *Guarea*, *Trichilia*, *Siparuna*, *Ficus*, *Helicostylis*, *Pouroma*, *Pseudolmedia*, *Neea*, *Meliosma*, solo algunos de los géneros por mencionar, (Chuspe & Aragon, 2018; Guía de Kosñipata, s.f; Farfan-Rios, 2019).

2.1.6.5 Fauna

La fauna para el área de estudio es amplia, sin embargo, podemos mencionar algunas, para la **línea de bosque**, encontramos a la vizcacha (*Lagidium peruanum*), los llutus o perdices del género *Nothoprocta*, el carpintero andino (*Colaptes rupicola*), el cóndor (*Vultur gryphus*) y otras aves de la puna, además de lagartijas del género *Liolaemus*, algunos murciélagos como *Histiotus montanus* y *Lasiurus cinereus*, venado gris (*Odocoileus peruvianus*), taruca (*Hippocamelus antisensis*), zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), puma (*Puma concolor*) y mono choro (*Lagothrix lagothricha*). En el **bosque montano alto y bajo** encontramos, oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), puma (*Puma concolor*), alguna culebra como jergón (*Bothrops atrox*), gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*). **Para el bosque submontano**, encontramos al gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), mono choro (*Lagothrix lagothricha*), machín blanco (*Cebus cuscinus*), machín negro (*Sapajus macrocephalus*), sachavacas (*Tapirus terrestris*), jaguares (*Panthera onca*), culebras como el jergón (*Bothrops atrox*), shushupe (*Lachesis muta*), *Imantodes sp*, (Chuspe & Aragon, 2018; Guía de Kosñipata, s.f.).

2.2 MATERIALES

2.2.1 Materiales biológicos

- Muestras botánicas

2.2.2 Materiales de campo

- Tijera telescópica
- GPS Garmin 64 WSG
- Tijera pico de loro
- Cámara digital Nikon D - 3500
- Wincha de 30 m

- Cinta diamétrica
- Plumones marcadores
- Libreta de campo y lápices
- Binoculares
- Placas de aluminio
- Clavos
- Fichas de campo
- Brújulas
- Martillos
- Machete
- Linterna frontal
- Equipo de Montaña
- Hipsómetro
- Equipo para acampar
- Papel periódico
- Rafia
- Prensas de madera
- Alcohol 95°
- Bolsas plásticas de polietileno

2.2.3 Materiales de laboratorio

- Computadora
- Impresora
- Lupas
- Estereoscopio

2.2.4 Software

- Rstudio Desktop – Posit
- ArcMap
- Microsoft office

2.3 METODOLOGÍA

El presente trabajo ocurre en el año 2019 con la remediación de las parcelas permanentes de 1 ha. cada una, instaladas por el grupo ABERG (Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group) en el año 2003, con los estándares dados según RAINFOR, en un gradiente de elevación que va de los 595 a los 3 625 m.s.n.m, bajo el marco del proyecto denominado “Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático – Parque Nacional de Manu” (Anexo 04). El estudio duró 8 meses de evaluación en campo, iniciando en mayo del 2019 terminando diciembre del mismo año, asimismo, el trabajo en laboratorio duro 1 año más, incluyendo el secado de muestras y la determinación de las especies.

2.3.1 Tipo de investigación

Tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo transversal - evaluando la variación en el espacio. Es un diseño probabilístico rápido que permite hacer cálculos directos (Cvetkovic-Vega et al., 2021).

2.3.2 Evaluación de las parcelas

2.3.2.1 Orientación y estructura

Las parcelas tienen una orientación con direcciones de N/S y de E/O en algunos casos, pero la mayoría no cumple con esta especificación ya que las condiciones topográficas son considerablemente agrestes, sin embargo, las parcelas constan de 1ha. aproximadamente cada una, divididas en 25 subparcelas de 20 x 20 metros, en las esquinas se colocan tubos de plástico para su mejor ubicación posterior (Phillips, O. et al., 2016), (Figura 14).

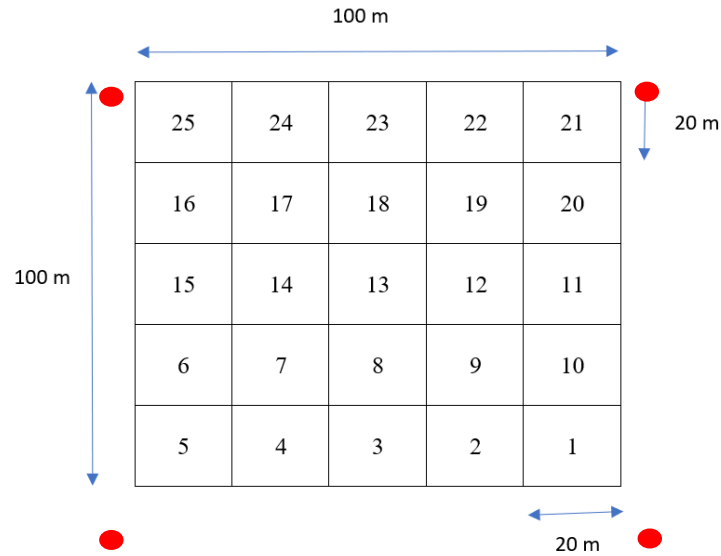


Figura 14. – Tamaño, disposición y subdivisión de la parcela.

2.3.2.2 Modo de desplazamiento

Para registrar los árboles se hace de una manera ordenada, empezando desde el punto (0,0) en las coordenadas X, Y respectivamente, plaqueando todos los árboles sistemáticamente moviéndose alrededor de cada subparcela en forma de ziczac, hasta a ver pasado por cada subparcela (Phillips, O. et al., 2016), (Figura 15).

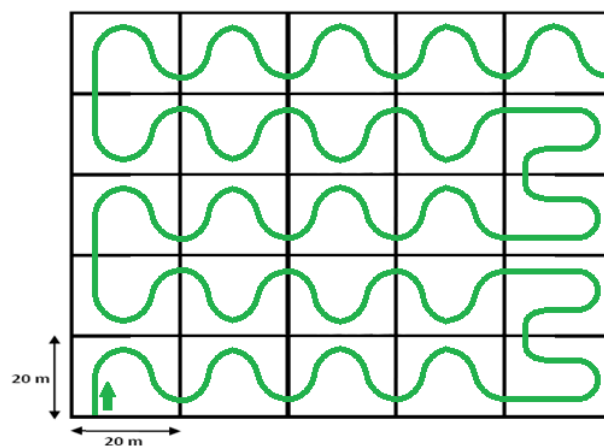


Figura 15.- Desplazamiento para la evaluación en las parcelas.

2.3.2.3 Ubicación de los individuos

Se ubicó los individuos dentro de las parcelas por medio de coordenadas, don X_i indica la distancia generada por la perpendicular entre el árbol y el eje Y, mientras que Y_i indica la distancia generada por la perpendicular entre el árbol y el eje X (Phillips, O. et al., 2016), (Figura 16).

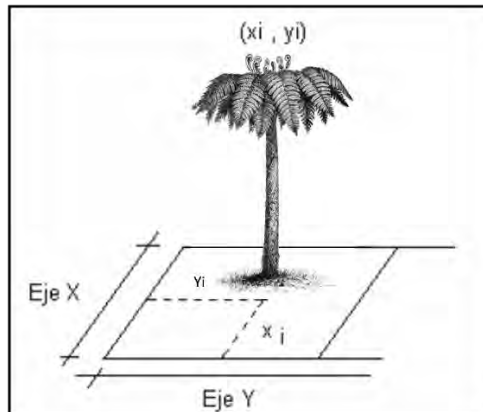


Figura 16.- Ubicación de los individuos con coordenadas en las parcelas.

2.3.2.4 Medición de los individuos

Se midió en diámetro a la altura del pecho (1.30 m desde el suelo) con cinta diamétrica a todos los árboles con $DAP \geq 10$ cm en cada parcela y las placas a 20 cm sobre este, si existe alguna dificultad para considerarlo a los 1.30 m, se opta por el POM (Punto Óptimo de Medida) donde es medido a criterio del evaluador (Phillips, O. et al., 2016), (Figura 17).



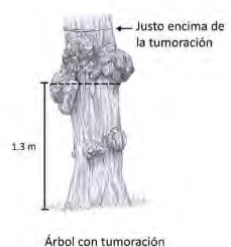
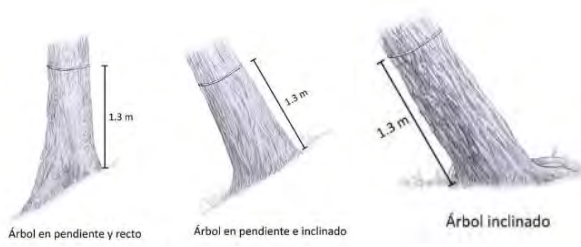
Figura 17.- Modo de medición de los helechos arbóreos,

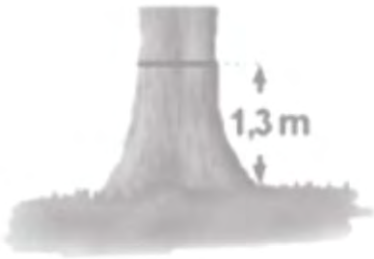
Fuente: UNAM, 2018. Medición de los árboles

Además, se toma características particulares del individuo al momento de la medición, una vez tomado el dato de perímetro del árbol se prosigue a marcar con pintura roja, con el objetivo de garantizar que las posteriores mediciones se hagan en la misma zona de la primera medición.

Generalmente al momento de la media a 1.30 m (altura pecho), existen casos en los que se tiene que cambiar por un POM para evitar deformaciones causadas por las raíces adventicias formando así: aletas, acanalamientos, etc., que puedan llevar a datos incorrectos. (Tabla 08).

Tabla 08. – Particularidades de algunas formas de medición causados por las raíces adventicias.

Deformaciones: Si el árbol/helecho arbóreo, tiene una deformidad a 1.30 m, medir a 2 cm abajo o 50 cm arriba de la deformidad y registrar el POM (Condit, 1998).	 Justo encima de la tumoración 1.3 m Árbol con tumoración
Pendientes y árboles caídos o inclinados: La medida a la altura de pecho siempre es calculada en el lado cuesta abajo del árbol (B), y los árboles caídos o inclinados deben ser siempre medidos a 1.3 m de altura al lado que está más cerca del suelo (Condit, 1998). Adaptándolo para los helechos arbóreos.	 1.3 m Árbol en pendiente y recto 1.3 m Árbol en pendiente e inclinado 1.3 m Árbol inclinado

Árboles acanalados: Los árboles que son acanalados en todo el tronco deben ser medidos 1.3m (Condit, 1998), algo similar se da en helechos arbóreos causados por las raíces adventicias.	
Árboles con raíces zancos y tablares: Individuos con formaciones tipo raíces zancos (causados por el crecimiento de las raíces adventicias) deben ser medidos 50cm por encima de esa “raíz zanco” más alta y registrar el POM (Condit, 1998).	 Árbol con contrafuertes o ensanchado en la base
Árboles grandes con aletas: Los árboles con grandes aletas (causados por el crecimiento de las raíces adventicias) deben tener un POM, pudiendo ser necesario escaleras (Condit, 1998).	

2.3.2.5 Registro de datos

Se recogió los siguientes datos, Anexo 02:

- ❖ DAP (diámetro altura del pecho), todos los individuos ≥ 10 cm de DAP a 1.30 m de altura desde el suelo, con cinta diamétrica (en metros).
- ❖ POM (Punto Óptimo de Medida), si amerita el caso.
- ❖ Altura se registró con el hipsómetro.
- ❖ Coordenadas (X, Y) en la cuadrícula.
- ❖ Datos taxonómicos de los helechos arborescentes.

- ❖ Datos de mortalidad.
- ❖ Reclutas nuevos que cumplan con las condiciones del estudio.

El marcado de los árboles se realizó posterior la medida procediendo a pintar en dicha zona con aerosol.

- ❖ Se procedió a tomar una muestra botánica del individuo.

2.4 ANÁLISIS DE DATOS

2.4.1 Composición de especies de helechos arbóreos a lo largo de una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu

Para este primer objetivo específicos se siguen los pasos del ítem (3.2.2), procediendo a registrar todos los individuos encontrados en las parcelas de evaluación en un registro previamente diseñado antes de la evaluación, considerando los datos de los individuos y abundancia.

2.4.1.1 Determinación de especies

Para determinar el grupo taxonómico de las especies se recurrió a claves dicotómicas especializadas realizadas por: Marcus Lehnert (2006, 2009, 2011, 2016), Lehnert, M., Duque, W. D. R., Gallego, L. F. G., & Tejedor, A. (2019), Tejedor A. & Calatayud (2017a, 2017b, 2018), Tejedor Gutierrez (2018), Smith, A. R., León, B., Tuomisto, H., Werff, H. van der, Moran, R. C., Lehnert, M., & Kessler, M. (n.d.), etc, también se consultó páginas Web especializadas como: “Plant List” (<http://www.theplantlist.org>), las plataformas “JSTOR” y “Global Biodiversity Information Facility -GBIF” (<https://www.gbif.org/>), la plataforma de biodiversidad "Atrium" (<http://atrium.andesamazon.org/>), “Web Tropicos” (<https://tropicos.org/home>) donde en esta última ABERG tiene depositado los datos de los sensores pasados, previamente determinadas por la Dra. Blanca Leon, Dr. Marcus Lehnert y Blga. Karina Garcia Cabre, las cuales están ubicados en herbarios nacionales como: CUZ

(Vargas Cuz), HUT (Herbarium Tuxillense), MOL (Mol A - Weberbauer), USM (Museo de Historia Natural) y extranjeros como DAV (UC – Davis Herbarium), MO (Missouri Botanical Garden), F (The Field Museum), WFU (Wake Forest University). Además, las muestras se determinaron por comparación en las instalaciones del proyecto ABERG y en el herbario Vargas Cuz por la M. Sc. Gloria Calatayud y el Dr. Adrian Tejedor; se usó la herramienta TNRS versión 3.2 (<http://tnrs.iplantcollaborative.org>) para la corrección semántica de posibles errores en la escritura y sobre todo para la corrección de los nombres.

Como proceso complementario se revisó en la Regional Red List of Montane Tree Species of The Tropical Andes (Tejedor Garavito et al. 2014), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES), para catalogar a las especies endémicas y el estado de conservación de los helechos arbóreos.

Cabe mencionar que las especies fueron certificadas por la curatoria del herbario VARGAS CUZ (Anexo 05), donde fueron entregados los ejemplares de la presente investigación (Anexo 06).

2.4.1.2 Determinación de la diversidad

Para determinar la diversidad de especies se utilizó el paquete **iNext** (C. Hsieh, K. H. Ma & Chao, A. 2016) del programa R, para cuantificar y trazar curvas de rarefacción/extrapolación de la diversidad del número efectivo de especies, principalmente enfocados en la riqueza, índice de Shannon y Simpson, en base a la cobertura, tamaño de muestra (abundancia) y también calcula la asíntota estimada junto con las bandas de confianza, ofreciendo tres imágenes gráficas, (Figura 18).

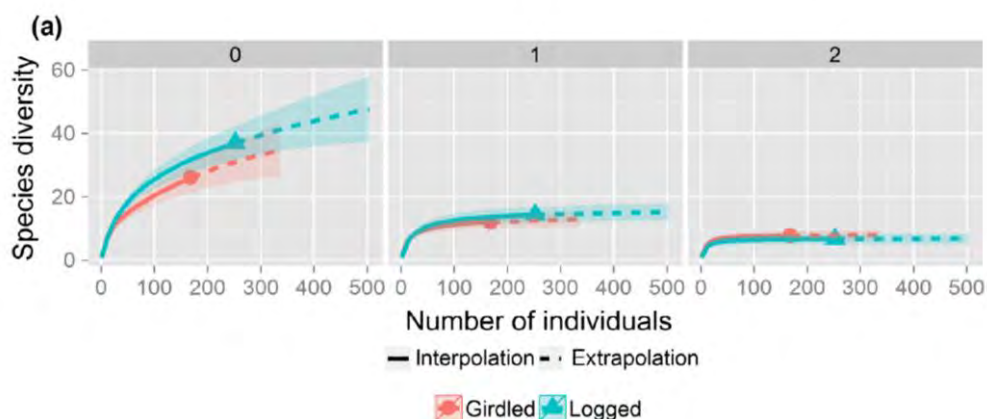


Figura 18.- Interpolación (rarefacción) y la extrapolación de la diversidad de especies de los números de Hill, donde 0 = riqueza, 1 = diversidad de Shannon y 2 = diversidad de Simpson, basados en el tamaño de muestra.

2.4.2 Caracterización de las variables estructurales anatómicas (en base al DAP, altura y abundancia) de los helechos arbóreos en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu

Para evaluar las variables estructurales (horizontal y vertical), se siguieron los pasos del ítem (3.2.2), procediendo a registrar la altura de los helechos arbóreos con un instrumento denominado hipsómetro (Figura 19) instrumento que nos da todas las medidas del árbol incluido su longitud, dónde se siguen los siguientes pasos:

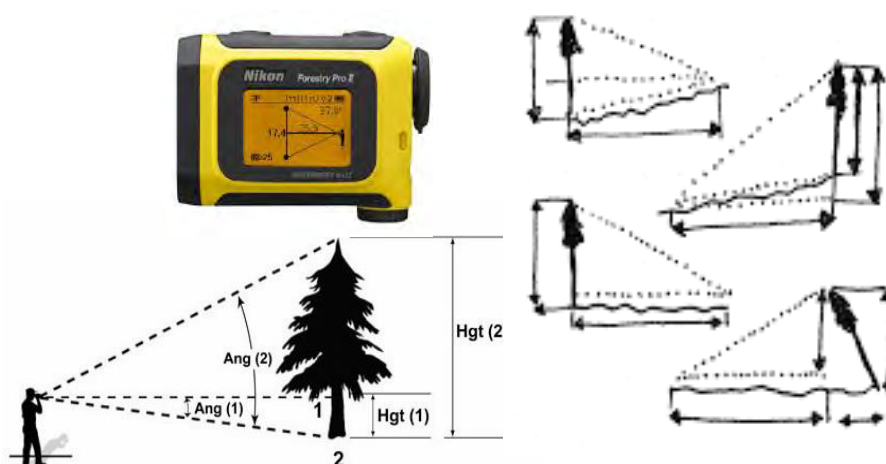


Figura 19.- Procedimiento de cómo se usa el hipsómetro.

- Para medir un árbol con el hipsómetro se debe poner en frente del árbol a una longitud en la que podamos observar la base del árbol, así como su copa.
- Posteriormente se prosigue a presionar el botón que envía el láser para tomar las medidas.
- Por último, se debe registrar las medidas proporcionadas por el hipsómetro, donde figura la longitud del árbol.

Se registra, además, todos los árboles ≥ 10 cm DAP tomando la medida con una cinta diamétrica (Figura 20), a 1.30 m (a la altura del pecho) como se menciona en el ítem (3.2.2).

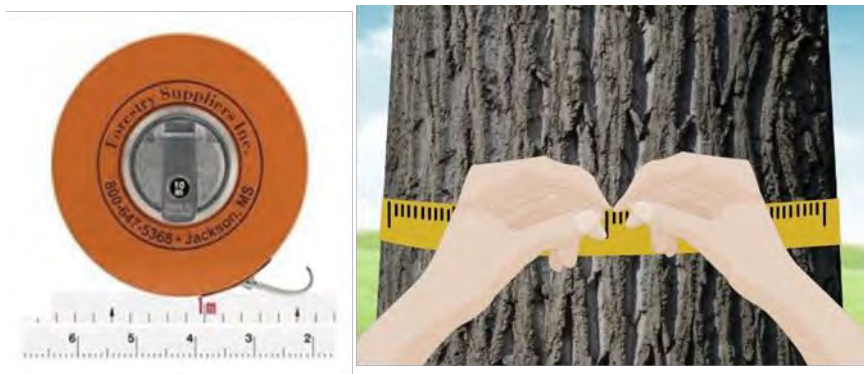


Figura 20. – Procedimiento para medir correctamente el DAP.

Una vez obtenido las medidas previamente registradas en una base de datos, se pasa a catalogar en clases diamétricas y altimétricas de cada árbol para mostrarlos en cuadros y tablas dinámicas (Huamantupa I., 2019).

2.4.3 Estimación del recambio de los helechos arbóreos en una gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu

Para hallar el recambio de especies, se usó los datos obtenidos previamente en la evaluación de parcelas señaladas en el ítem (3.2.2). Una vez se obtenida la base de datos se procedió a el análisis mediante los diferentes índices que ayuden a responder esta pregunta.

2.4.3.1 Índice de Bray-Curtis (disimilitud)

Es un coeficiente que mide las diferencias ecológicas entre dos comunidades (parcelas). Medida a través de la abundancia de los grupos taxonómicos presentes (Kindt & Coe, 2005). Los valores oscilan entre 0 y 1. Cuando la distancia es 0, las comunidades son completamente similares, en cambio, cuando la distancia es igual a 1 las comunidades son completamente diferentes, lo que significa que no comparten ninguna especie. El índice de Bray – Curtis se calcula con la siguiente fórmula:

$$Bray - Curtis = D = 1 - 2 \frac{\sum_{i=1}^S \min(a_i, c_i)}{\sum_{i=1}^S (a_i + c_i)}$$

Dónde:

$\min(a_i, c_i)$ = la abundancia mínima de la especie “i” entre las comunidades “a” y “c”.

(a_i+c_i) = la suma de las abundancias de la especie “i” en las comunidades “a” y “c”.

Para un mejor análisis se usó la abundancia relativa de la tabla de abundancia.

2.4.3.2 Análisis de agrupamiento (Clusters)

Es una representación gráfica que organiza sitios en grupo a través de dendrogramas, expresando la disimilaridad de un conjunto de datos en base a una información previa, en este caso usaremos la matriz previa del índice de Bray – Curtis (Kindt & Coe, 2018; Pullido A., 2007).

2.4.4 Determinación de la relación entre la riqueza de especies y las variables ambientales-suelo en una gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu

Para determinar la relación entre la riqueza de especies y las variables ambientales, se usó los datos obtenidos previamente en la evaluación de parcelas señaladas en el ítem (3.2.2). Una vez se tiene la base de datos se realizó el análisis mediante un Modelo Lineal Generalizado (MLG).

Modelo Lineal Generalizado (MLG). - Es una extensión del modelo de regresión lineal que permite abordar diferentes tipos de variables de respuesta y distribuciones de error. El MLG generaliza el modelo de regresión lineal al permitir diferentes tipos de variables de respuesta y distribuciones de error. En lugar de utilizar la función de enlace identidad, se utiliza una función de enlace específica para relacionar la media de la variable de respuesta con las variables predictoras. Para el siguiente análisis son de Distribución de Poisson (Utilizada para variables de respuesta de conteo, donde la media se interpreta como el número de eventos).

Para el análisis de este estudio se usó el MLG por el tipo de datos de conteo con una distribución paramétrica o no normal (distribución de Poisson) y varianzas constantes. El MLG se usó con el propósito de expresar la relación entre la variable de respuesta llamada independiente y una o más variables explicativas. usando el programa de Rstudio, (Mesa-Fuquen et al., 2019), (Figura 21).

```
mod1 <- glm (data = fern_modelo3, Variable Independiente ~ V. Explicativas (Una o Varias),  
             Tipo de distribución "family = poisson(link = log)")
```

Figura 21.- Modelo Lineal Generalizado (MLG).

Donde:

mod1 = nombre del modelo (nombre del objeto)

gml = modelo usado (modelo lineal generalizado)

data = nombre de la base de datos (fern_modelo3)

variable independiente = Variable respuesta

variables explicativas = Posibles variables explicativas

family = poisson(link = log) = tipo de distribución del modelo

La variable independiente en el estudio será la riqueza de especies halladas en para este estudio, y las variables ambientales - suelo se usará los datos registrados con anterioridad en la zona de estudio y áreas cercanas, haciendo una recopilación bibliográfica (Anexo 03).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

3.1.1 Composición de especies de Helechos Arbóreos en la Reserva de Biósfera del Manu

Se evaluó 1908 individuos, obteniendo un total de 32 especies pertenecientes a 4 géneros y 2 familias (Tabla 10) incluyendo 6 híbridos y 2 especies sin determinar, además, cabe mencionar que de las 21 parcelas evaluadas solo se registraron helechos arbóreos en 17 parcelas.

Tabla 10.- Especies presentes en la gradiente de elevación (893 a 3 398 m.s.n.m).

N o	Familia	Especie	Estatus	Abundancia
1	Cyatheaceae	<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant	Aceptado	1
2	Cyatheaceae	<i>Alsophila erinacea</i> Lehnert	Aceptado	28
3	Cyatheaceae	<i>Alsophila minervae</i> Lehnert	Aceptado	1
4	Cyatheaceae	<i>Cyathea arnecornelii</i> Lehnert	Aceptado	3
5	Cyatheaceae	<i>Cyathea austropallescens</i> Lehnert	Aceptado	71
6	Cyatheaceae	<i>Cyathea carolihenrici</i> Lehnert	Aceptado	83
7	Cyatheaceae	<i>Cyathea carolihenrici_meridensis</i>	Híbrido	1
8	Cyatheaceae	<i>Cyathea catacampta</i> Alston		200
9	Cyatheaceae	<i>Cyathea catacampta_herzogii</i>	Híbrido	1
10	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i> (CCA400)	Indeterminado	1
11	Cyatheaceae	<i>Cyathea crenata</i> (Sodirol) Christ	Aceptado	2
12	Cyatheaceae	<i>Cyathea cystolepis</i> (Sodirol) Domin	Aceptado	2
13	Cyatheaceae	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	Aceptado	2
14	Cyatheaceae	<i>Cyathea dintelmanii</i> Lehnert	Aceptado	40
15	Cyatheaceae	<i>Cyathea dintelmanii_catacampta</i>	Híbrido	2
16	Cyatheaceae	<i>Cyathea herzogii</i> Rosenst.	Aceptado	728

17	Cyatheaceae	<i>Cyathea herzogii_squamipes</i>	Híbrido	1
18	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i>	Indetermina do	4
19	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp (KGC1607)</i>	Indetermina do	3
20	Cyatheaceae	<i>Cyathea lechleri</i> Mett.	Aceptado	18
21	Cyatheaceae	<i>Cyathea lindeniana</i> C. Presl	Aceptado	48
22	Cyatheaceae	<i>Cyathea meridensis</i> H. Karst.	Aceptado	71
23	Cyatheaceae	<i>Cyathea multisegmenta</i> R.M. Tryon	Endémico	8
24	Cyatheaceae	<i>Cyathea obnoxia</i> Lehnert	Aceptado	6
25	Cyatheaceae	<i>Cyathea ruiziana</i> Klotzsch	Aceptado	33
26	Cyatheaceae	<i>Cyathea ruiziana_austropallescens</i>	Híbrido	13
27	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes</i> H. Karst.	Aceptado	487
28	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes_lindeniana</i>	Híbrido	3
29	Cyatheaceae	<i>Cyathea straminea</i> H. Karst.	Aceptado	1
30	Cyatheaceae	<i>Cyathea xenoxyla</i> Lehnert	Aceptado	7
31	Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris quindiuensis</i> (H. Karst.) R.M. Tryon	Aceptado	3
32	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia karsteniana</i> (Klotzsch) T. Moore	Aceptado	37

* Híbrido, es el resultado de la reproducción entre dos especies diferentes.

Se encontró, además, dos especies que están catalogadas como endémicas en el CITES, Tabla 11.

Tabla 11.- Especies endémicas encontradas en las parcelas de evaluación, según la CITES.

Nº	Familia	Especie	Estatus
1	Cyatheaceae	<i>Cyathea multisegmenta</i>	Endémica

Asimismo, las especies más abundantes en la gradiente de elevación se encuentran entre los 1 649 a 2 758 m.s.n.m y fueron los siguientes: *Cyathea herzogii* 38 %, *C. squamipes* 25.5 % y *C. catacampta* 10 %, (Figura 22) y Tabla 12.

Tabla 12.- Riqueza y abundancia de especies de helechos arbóreos en la gradiente de elevación (595 a 3 625 m.s.n.m).

Elevación (m.s.n.m) / Código de Parcela	836	955	1233	1492	1506	1508	1649	1880	2040	2255	2545	2754	2878	3028	3043	3217	3398
Especie	PAN-03	TON-02	SAI-02	SAI-01	CAL-01	SPD-02	SPD-01	TRU-08	TRU-07	TRU-06	TRU-05	TRU-04	ESP-01	TRU-03	WAY-01	TRU-02	TRU-01
<i>Alsophila cuspidata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alsophila erinacea</i>	0	0	0	0	0	8	8	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0
<i>Alsophila minervae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cyathea arnecornelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea austropallescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	29	8	0	16	13
<i>Cyathea carolihenrici</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	1	56	1	0	2	0	0
<i>Cyathea carolihenrici x meridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea catacampta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	61	0	0	0	0	0
<i>Cyathea catacampta x herzogii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea CCA400</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea crenata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea cystolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea delgadii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea dintelmanii</i>	0	0	1	2	1	16	16	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea dintelmanii x catacampta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea herzogii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239	389	93	4	0	1	1	0
<i>Cyathea herzogii x squamipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea indet</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Cyathea KGC1607</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cyathea lechleri</i>	1	0	0	0	0	0	0	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea lindeniana</i>	0	13	7	3	1	17	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea meridensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	65	1	3	0	1	0	0	0
<i>Cyathea multisegmenta</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Cyathea obnoxia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0
Cyathea ruiziana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3	0	3	0	0	6	0
Cyathea ruiziana x austropallescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	5	0
Cyathea squamipes	0	0	2	0	0	2	114	172	164	33	0	0	0	0	0	0	0
Cyathea squamipes x lindeniana	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyathea straminea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cyathea xenoxyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Dicksonia karsteniana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33	1	1	0	1	0	0
Sphaeropteris quindiuensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

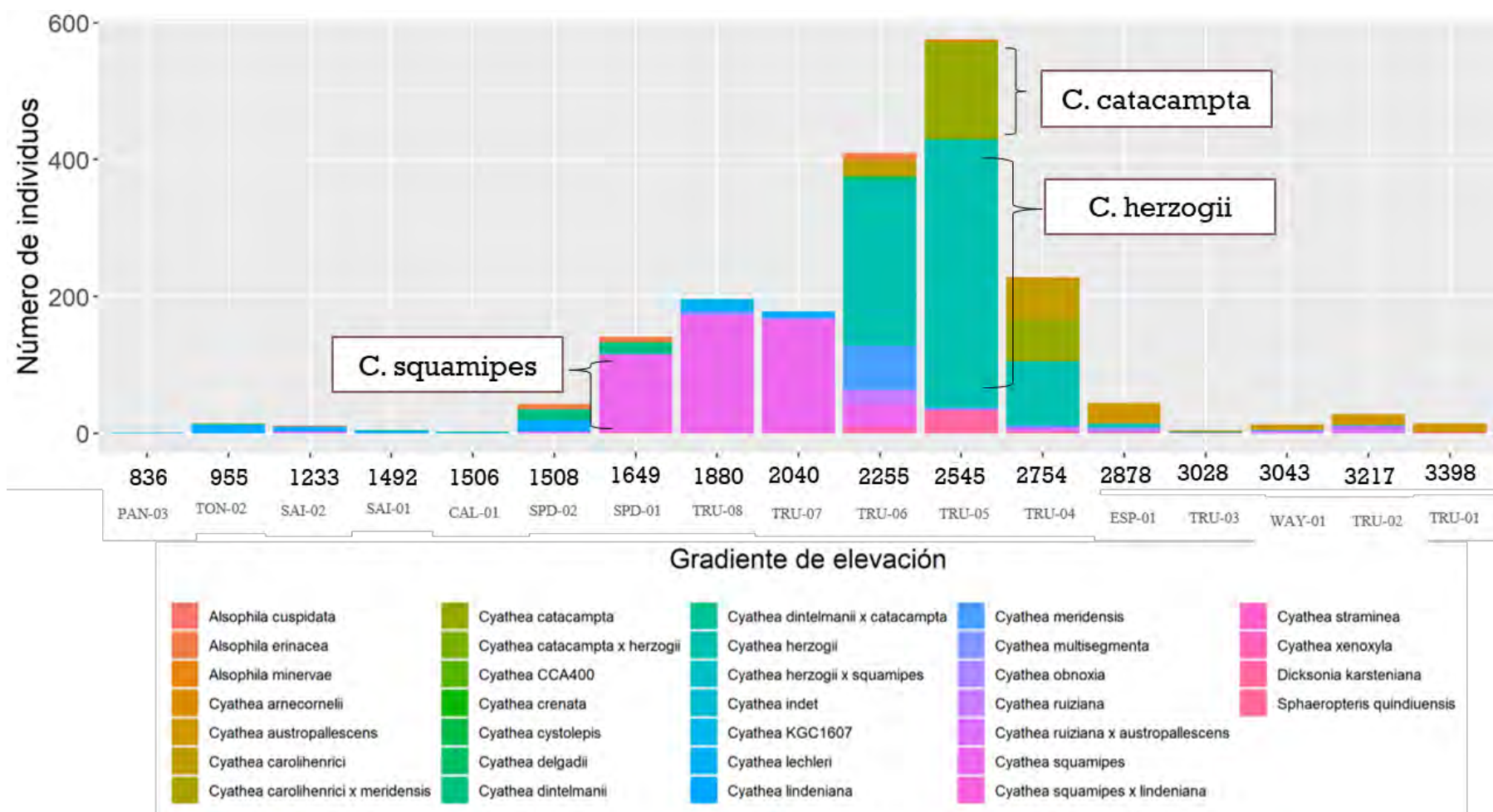


Figura 22- Distribución de la riqueza y abundancia de los helechos arbóreos en la gradiente de elevación (836 a 3 402 m.s.n.m).

Se observa en la Figura 22, que las especies se encuentran agrupadas entre los 1 649 m.s.n.m (SPD-01) a 2 754 m.s.n.m (TRU-04); las especies más abundantes son: *Cyathea herzogii* con un 99.17 % y *C. catacampta* presente en un 100 % entre los 2 040 (TRU-07) a 2 754 m.s.n.m (TRU- 04) y *C. squamipes* en un 92.40 % entre los 1 649 (SDP-01) a 2 040 m.s.n.m (TRU-07).

Tabla 13.- Helechos arbóreos incluidos en el CITES, considerando además los híbridos.

Nº	Familia	Especies	Categoría CITES
1	Cyatheaceae	<i>Cyathea arnecornelii</i> Lehnert	II
2	Cyatheaceae	<i>Cyathea austropallescens</i> Lehnert	II
3	Cyatheaceae	<i>Cyathea catacampta</i> Alston	II
4	Cyatheaceae	<i>Cyathea crenata</i> (Sodirol) Christ	II
5	Cyatheaceae	<i>Cyathea cystolepis</i> (Sodirol) Domin.	II
6	Cyatheaceae	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb	II
7	Cyatheaceae	<i>Cyathea dintelmanii</i> Lehnert	II
8	Cyatheaceae	<i>Cyathea herzogii</i> Rosenst.	II
9	Cyatheaceae	<i>Cyathea lechleri</i> Mett.	II
10	Cyatheaceae	<i>Cyathea lindeniana</i> C. Presl	II
11	Cyatheaceae	<i>Cyathea meridensis</i> H. Karst.	II
12	Cyatheaceae	<i>Cyathea multisegmenta</i> R.M. Tryon	II
13	Cyatheaceae	<i>Cyathea obnoxia</i> Lehnert	II
14	Cyatheaceae	<i>Cyathea ruiziana</i> Klotzsch	II
15	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes</i> H. Karst.	II
16	Cyatheaceae	<i>Cyathea straminea</i> H. Karst.	II
17	Cyatheaceae	<i>Cyathea xenoxyla</i> Lehnert	II
18	Cyatheaceae	<i>Cyathea carolihenrici_meridensis</i>	II
19	Cyatheaceae	<i>Cyathea catacampta_herzogii</i>	II
20	Cyatheaceae	<i>Cyathea dintelmanii_catacampta</i>	II
21	Cyatheaceae	<i>Cyathea herzogii_squamipes</i>	II
22	Cyatheaceae	<i>Cyathea ruiziana_austropallescens</i>	II
23	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes_lindeniana</i>	II
24	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia karsteniana</i> (Klotzsch) T. Moore	II

La Tabla 13, muestra las especies e híbridos de helechos arborescentes presentes en la gradiente de elevación que están considerados en el CITES (La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora) de las familias Dicksoniaceae y Cyatheaceae, la misma que no considera al género Alsophila y Sphaeropteris. Si bien estas especies no se encuentran en peligro de extinción es importante señalar que podrían considerarse en la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Tabla 14.- Riqueza de especies y su extrapolación, en las parcelas de evaluación de la Reserva de Biósfera del Manu.

Código de las Parcela	Elevación (m.s.n.m)	Valor real observado	Valor estimado
PAN-03	836	1	1,00
TON-02	955	2	2,00
SAI-02	1 233	4	5,82
SAI-01	1 494	2	2,00
CALL-01	1 506	2	2,50
SPD-02	1 508	4	4,00
SPD-01	1 649	6	8,98
TRU-08	1 880	7	9,99
TRU-07	2 040	6	6,50
TRU-06	2 255	12	15,25
TRU-05	2 745	11	37,46
TRU-04	2 758	11	14,48
ESP-01	2 878	7	8,96
TRU-03	3 028	4	4,92
WAY-01	3 043	3	4,50
TRU-02	3 217	4	4,00
TRU-01	3 398	2	2,00

La mayor riqueza de especies (Tabla 14) se encontró entre los 2 237 (TRU-06), 2 528 (TRU-05) y 2 755 m.s.n.m (TRU-05), con 12, 11 y 11 especies respectivamente (Figura 23), Sin embargo, a partir del análisis de rarefacción y extrapolación con el paquete iNEXT, muestra un valor estimado mayor para la riqueza de especies de hasta 15, 37 y 14 especies respectivamente.

Distribución de la riqueza de especies en la gradiente de elevación (500 a 3700 m.s.n.m)

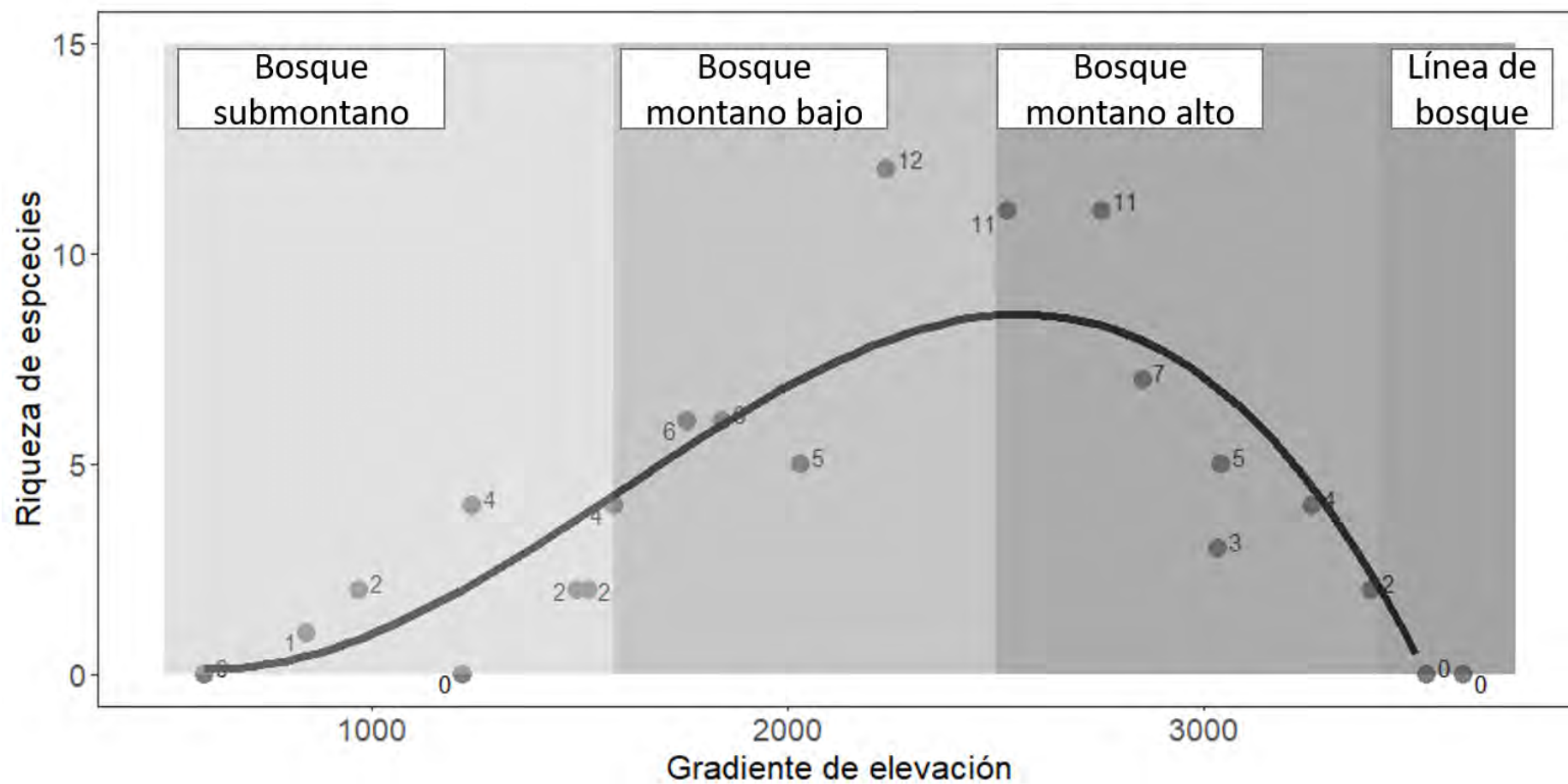


Figura 23.- Patrón de Joroba de la riqueza de especies en la gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.

En la Figura 23, se puede apreciar la distribución de la riqueza de especies mostrando un modelo de joroba (el modelo parte de un MLG el cual tiene un ajuste polinomial), lo cual quiere decir que la riqueza de especies está concentrada en el centro-superior de la gradiente, comúnmente asociado a la distribución en bosques nublados tropicales.

La rarefacción/extrapolación de la riqueza de especies, según los número de Hill, se expresó para el tipo de bosque presentes en la gradiente de evaluación, con un 95% de confiabilidad.

Línea de bosque. – Referido a un lugar de transición, hasta donde llega el bosque para luego dar paso a la vegetación de puna. Sin embargo, en esta línea de bosque encontramos Cyathea, a los **3 398 m** de elevación de la Parcela de evaluación **TRU-01**, (Figura 24).

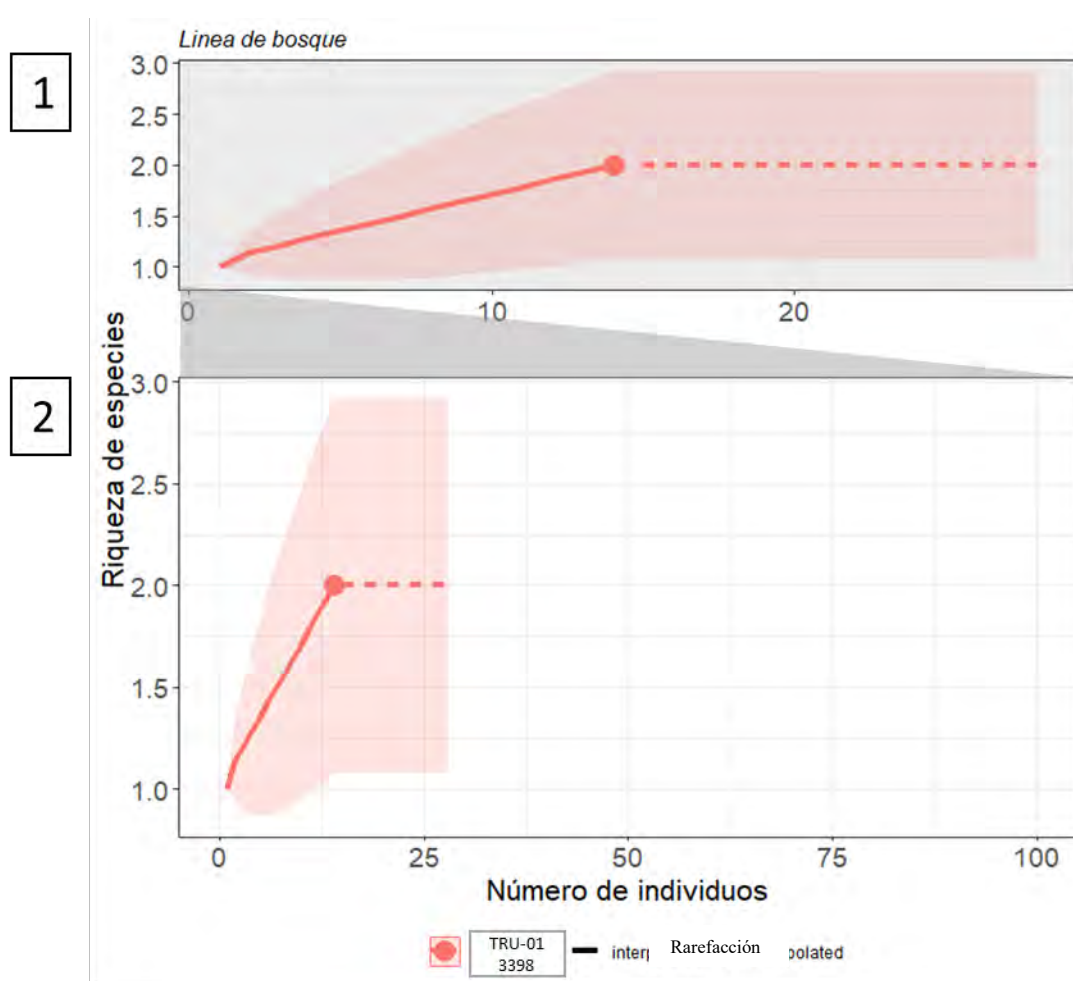


Figura 24. – Rarefacción/Extrapolación en la línea de bosque.

Se observa que la riqueza de especies para la línea de bosques es de 2, con un número de individuos de 14, la línea continua representa el número de individuos observados (interpolación o rarefacción), las líneas discontinuas representan la extrapolación de dichas muestras, observa que aún faltan realizar muestreos para llegar a la asíntota.

Bosque montano alto .- Referido en este estudio a un bosque ubicado entre los 2 745 a 3 043 m.s.n.m, donde hay mayor neblina, con temperaturas de 11 a 14 °C, (Figura 25).

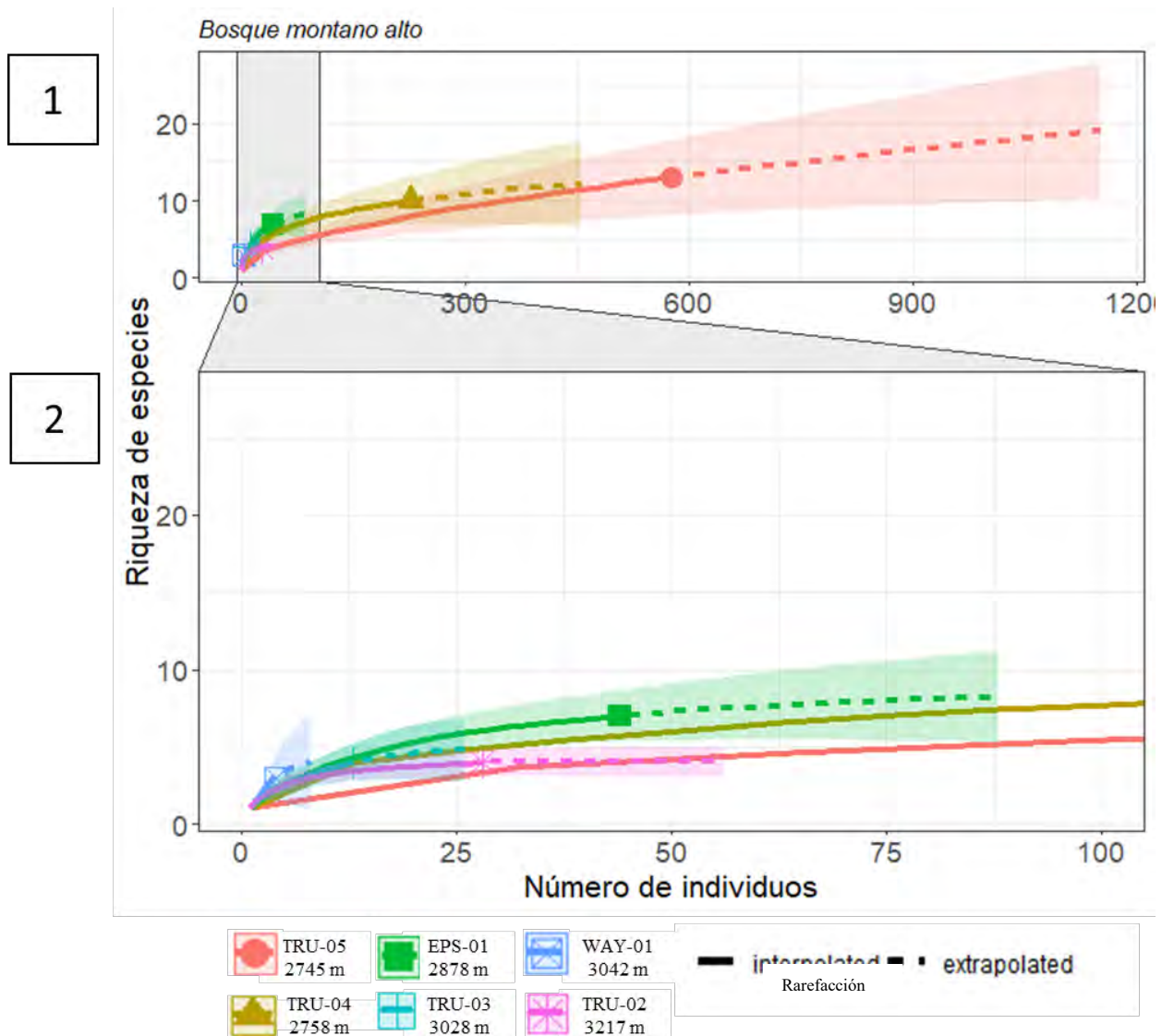


Figura 25. – Rarefacción/Extrapolación en el bosque montano alto.

Se observa en la Figura 25 que en el bosque montano alto están presentes 6 parcelas de evaluación, solo WAY-01 está cerca de llegar a la asíntota o equilibrio, para el resto de parcelas falta realizar más muestreos sobre todo para la parcela TRU-05 como se observa en el n°1 (ampliación n°2).

Bosque montano bajo. - Referido en este estudio a un bosque ubicado entre los 1 649 a 2 255 m.s.n.m, con temperaturas de 15 a 17 °C, (Figura 26).

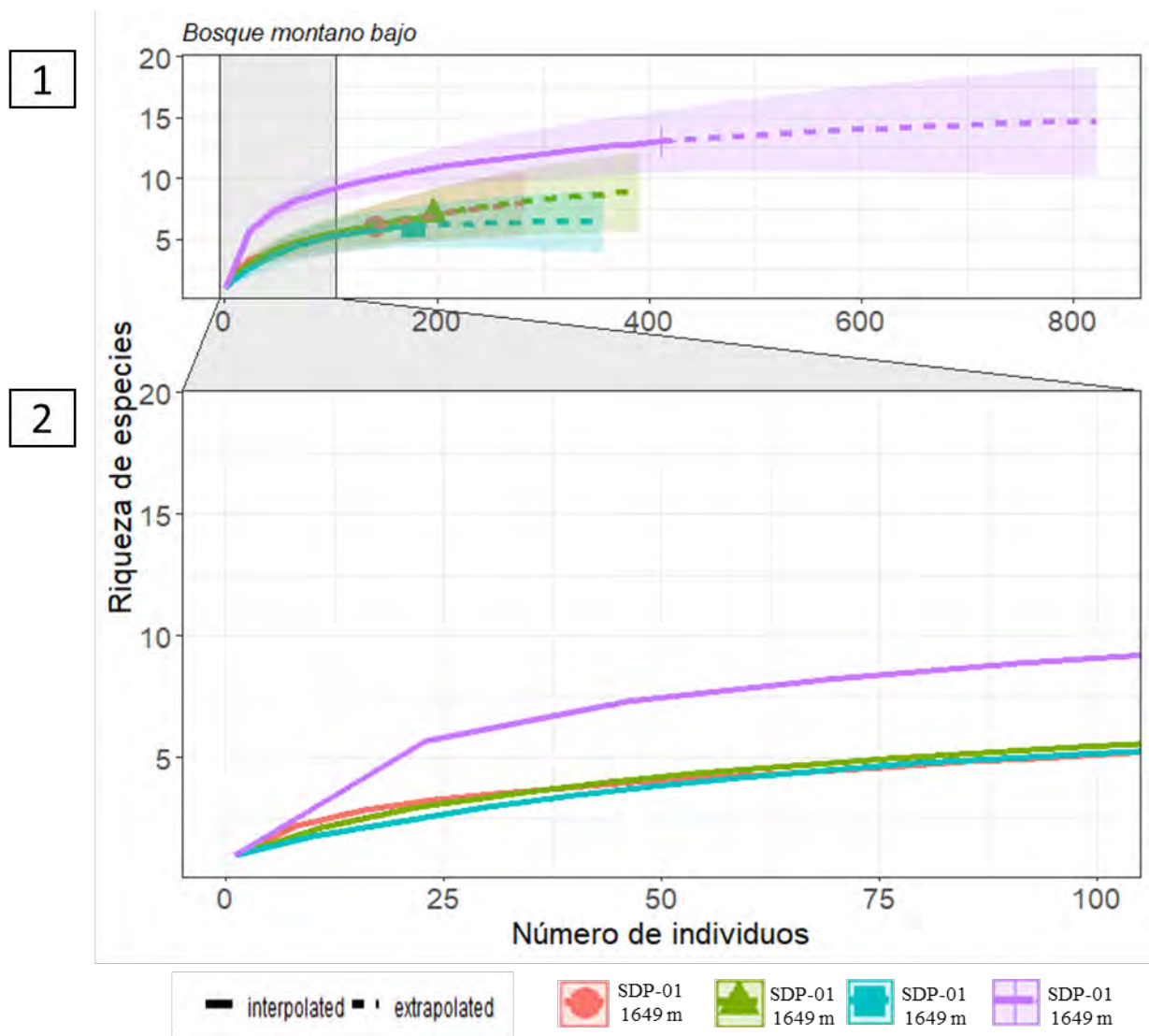


Figura 26. – Rarefacción/Extrapolación en el bosque montano bajo.

Se observa que en el bosque montano bajo están presentes 4 parcelas de evaluación, dónde la línea continua es el número de individuos observados (interpolación o rarefacción) y las líneas discontinuas indican la extrapolación de dichas muestras, la mayoría de las parcelas tienen buen muestreo en el que les falta poco para llegar a la asíntota.

Bosque submontano. - Referido en este estudio a un bosque ubicado entre los 836 a 1 508 m.s.n.m, con temperaturas de 17 a 19 °C, (Figura 27).

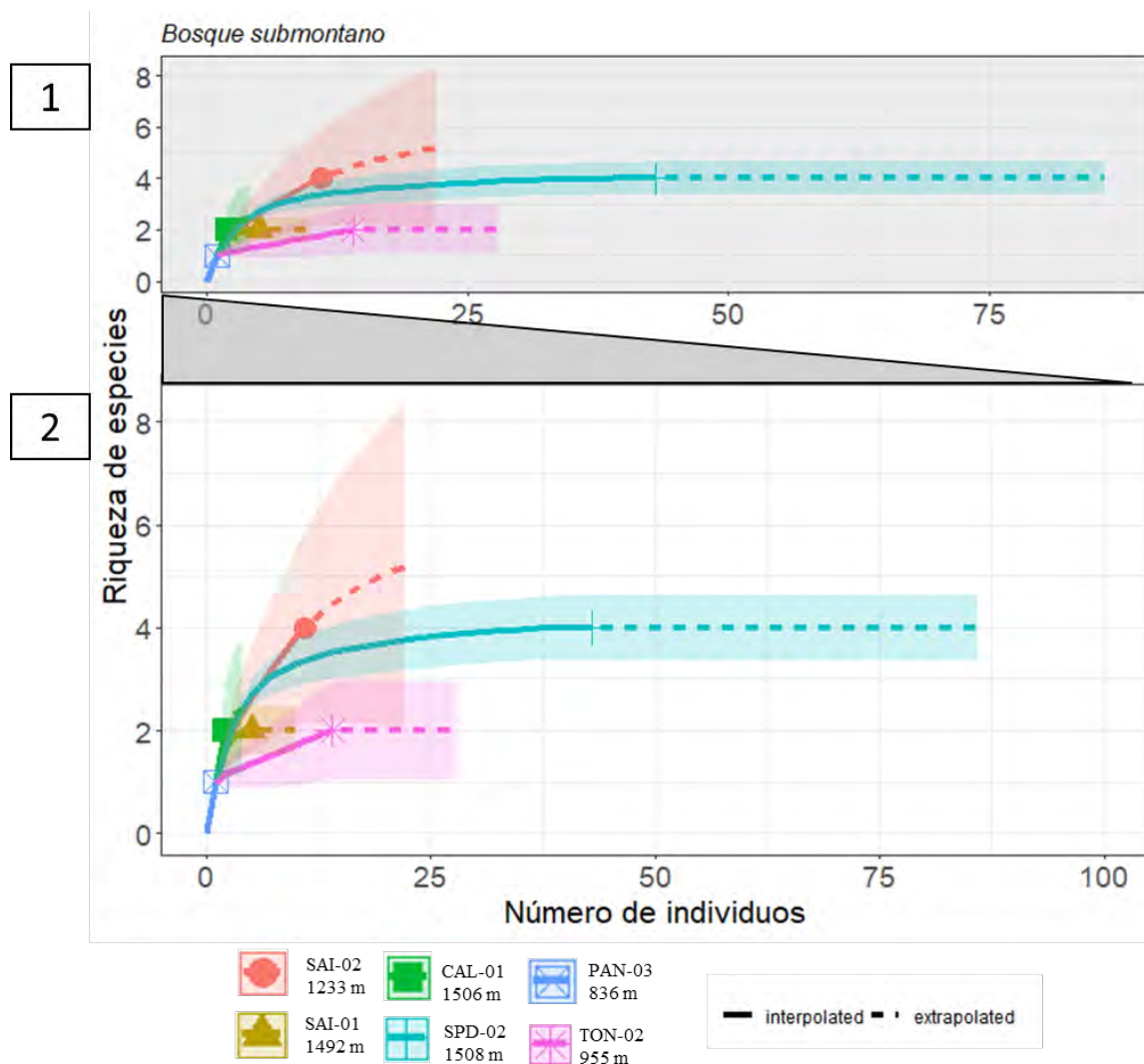


Figura 27. – Rarefacción/Extrapolación en el bosque Submontano.

Se observa que el bosque submontano están presentes 6 parcelas de evaluación, dónde la línea continua es el número de individuos observados (interpolación o rarefacción) y las líneas discontinuas indican la extrapolación de dichas muestras, la parcela SPD-02 es la que tiene mayor número de colectas y la que llegó al equilibrio, como el resto a excepción de la parcela SAI-02 que malta mayor número de muestreo.

Para señalar la diversidad en la gradiente de elevación, según los Números de Hill tenemos: para la diversidad equivalente a Shannon – Wiener o igualmente frecuentes (comunes), podemos decir que la mayor diversidad observada están en las parcelas **TRU-06 (2 255 m.s.n.m)** con **4.17** y **TRU-04 (2 758 m.s.n.m)** con **4.17** las parcelas con mayor frecuencia de especies , que son las parcelas donde hay mayor riqueza de especies, sin embargo, no incluye a la parcela TRU-05 donde tambien muestra mayor riqueza, además, al realizar la estimación o extrapolación, mostro un aumento en la diversidad en las parcelas ya señaladas

en un **4.25** y **4.19** respectivamente y hay un considerable aumento de diversidad en la parcela de **WAY-01 (3 042 m.s.n.m)** con **4.89**, Tabla 15.

Tabla 15.- Diversidad equivalente al índice de Shannon-Wiener o igualmente frecuentes (comunes), para las parcelas evaluadas en la gradiente de elevación.

Parcela	Elevación (m.s.n.m)	Valor real observado	Valor estimado
PAN-03	836	1,00	0,00
TON-02	955	1,29	1,35
SAI-02	1 233	2,81	3,64
SAI-01	1 494	1,96	2,19
CALL-01	1 506	2,00	3,38
SPD-02	1 508	3,29	3,41
SPD-01	1 649	1,99	2,05
TRU-08	1 880	1,72	1,76
TRU-07	2 040	1,48	1,51
TRU-06	2 255	4,17	4,25
TRU-05	2 745	2,52	2,59
TRU-04	2 758	4,06	4,19
ESP-01	2 878	3,34	3,70
TRU-03	3 028	2,81	3,37
WAY-01	3 043	2,83	4,89
TRU-02	3 217	2,93	3,11
TRU-01	3 398	1,29	1,35

Para la diversidad equivalente a Simpson o muy abundantes (dominantes), se encontró que en las parcelas **SPD-02 (1508 m.s.n.m)** y **TRU-04 (2758 m.s.n.m)** son las más dominantes con **3,02** y **3.34** respectivamente, al hacer la estimación estas dos parcelas siguen siendo dominantes a comparación con el resto de parcelas relacionadas a una gradiente de elevación con **3.17** y **3.37** respectivamente, (Tabla 16).

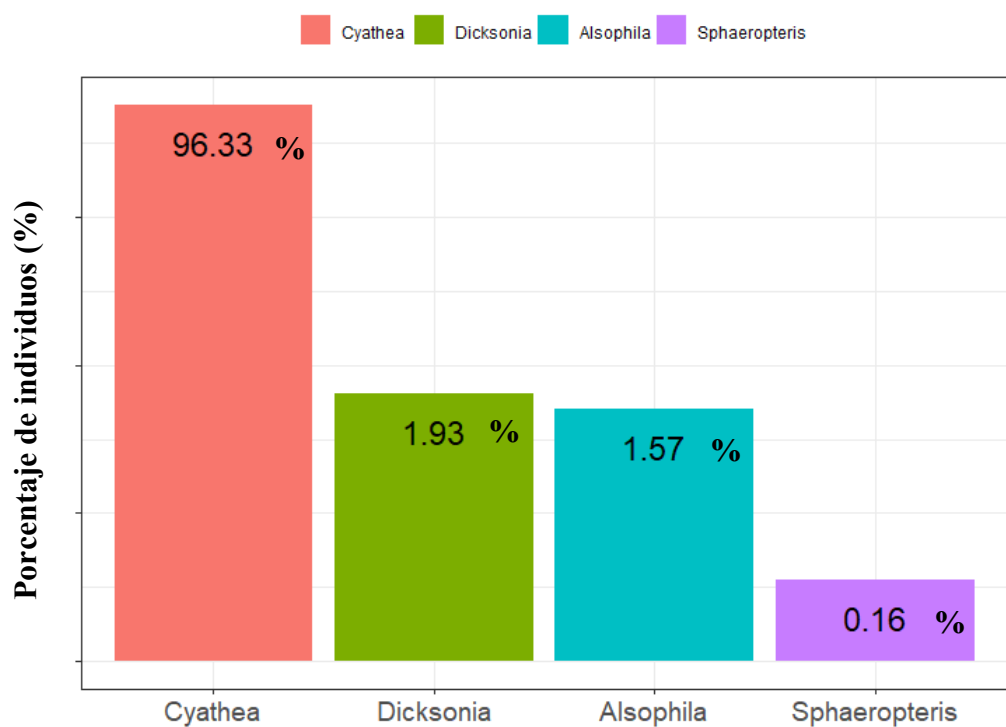
Tabla 16. – Diversidad equivalente al índice de Simpson, según el número efectivo o números de Hill, de especies muy abundantes (o dominantes), en la gradiente de evaluación.

Parcela	Elevación (m.s.n.m)	Valor real observado	Valor estimado
PAN-03	836	1,00	1,00
TON-02	955	1,15	1,15
SAI-02	1 233	2,20	2,50
SAI-01	1 494	1,92	2,50
CALL-01	1 506	2,00	2,00

SPD-02	1 508	3,02	3,17
SPD-01	1 649	1,49	1,50
TRU-08	1 880	1,29	1,29
TRU-07	2 040	1,18	1,18
TRU-06	2 255	2,64	2,65
TRU-05	2 745	1,93	1,94
TRU-04	2 758	3,34	3,37
ESP-01	2 878	2,18	2,24
TRU-03	3 028	2,25	2,52
WAY-01	3 043	2,67	2,67
TRU-02	3 217	2,47	2,61
TRU-01	3 398	1,15	1,15

3.1.2 Características estructurales anatómicas (en base al DAP, altura y abundancia) de helechos arbóreos en un gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu

Se evaluó 1 908 individuos, con DAP $\geq$ a 10 cm, donde el género dominante es *Cyathea* con un 96.33 %, seguido de *Dicksonia* 1.93 %, *Alsophila* 1.57 % y *Sphaeropteris* 0.16 %, (Figura 28).



Géneros de helechos arbóreos a lo largo de la gradiente de elevación

Figura 28. – Dominancia de géneros en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

En la Figura 28 se representa la dominancia de los géneros presentes en la gradiente de elevación, considerando la abundancia de los mismos, donde los valores del número de individuos están en base a un logaritmo para una mejor representación.

Para la caracterización de las estructuras anatómicas de los helechos arbóreos se generó gráficas por cada parcela y género presente en la gradiente de elevación, donde los gráficos muestran la siguiente información:

- El eje X, muestra la clasificación diamétrica/altimétrica realizada y el eje Y muestra la cantidad de individuos, además, cada gráfica muestra una esquila donde se distingue la elevación y código de la parcela evaluada (Figura 29).

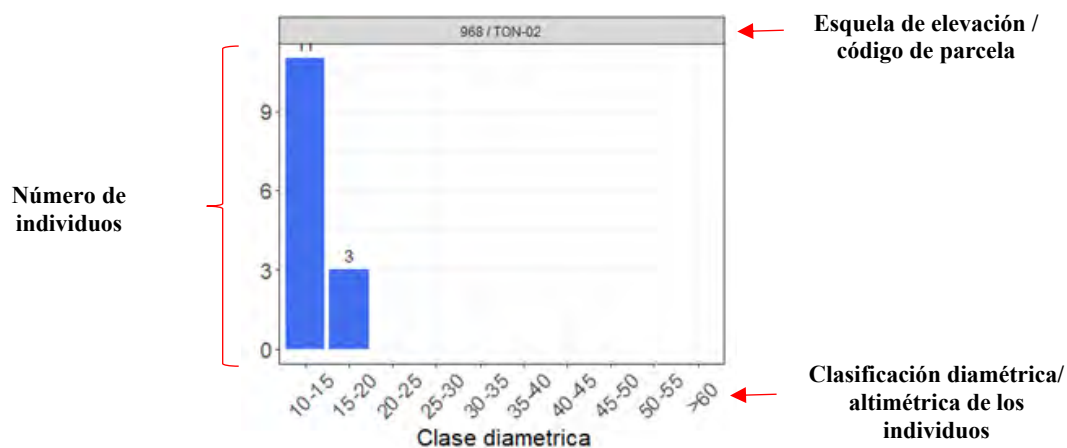


Figura 30. – Descripción de las gráficas.

Clasificación diamétrica de los helechos arbóreos

Se generó gráficas de la estructura anatómica horizontal (diamétrica) por parcela y género presente en la gradiente de elevación.

Para el género *Cyathea*. -

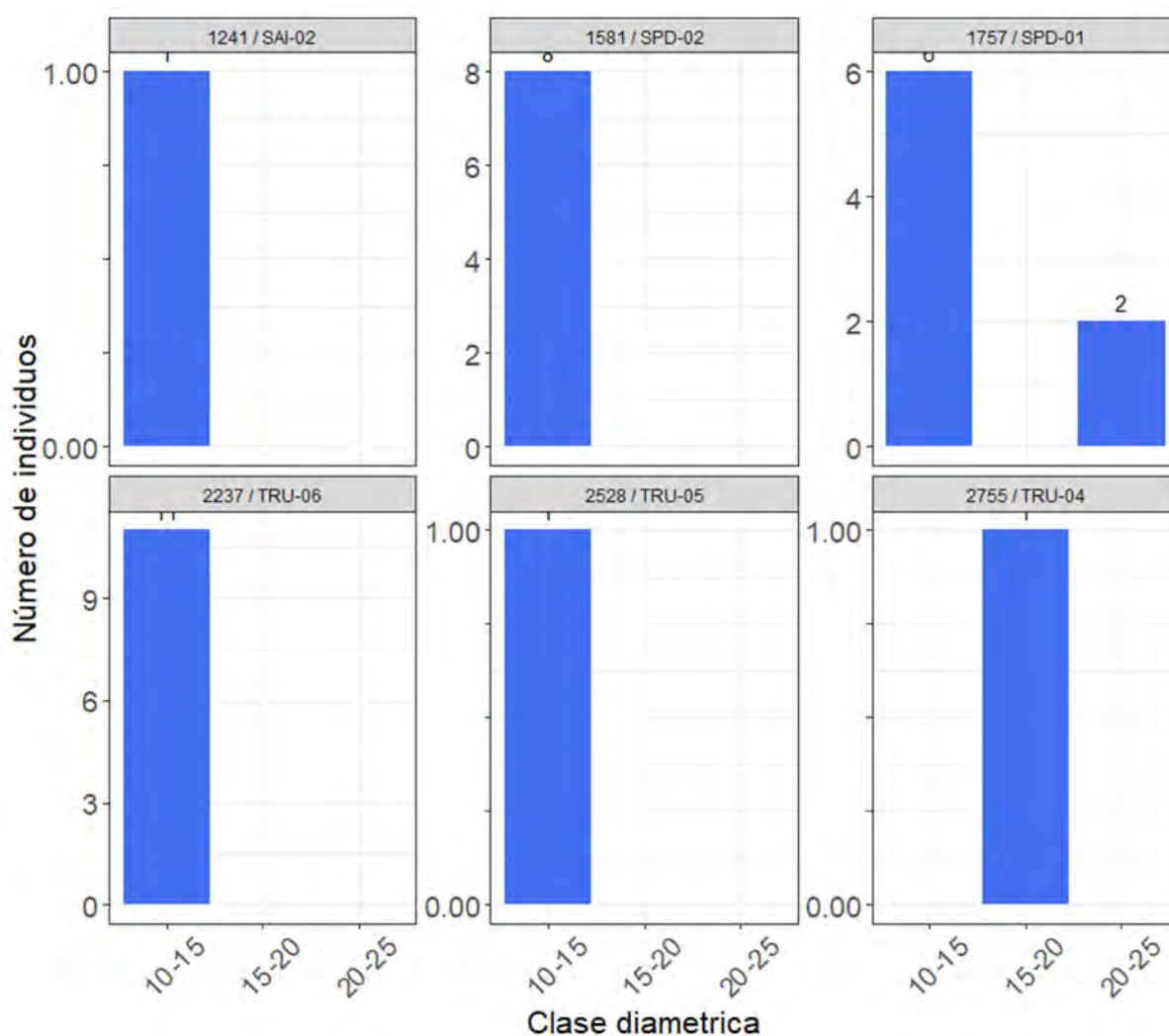


*Figura 30. – Estructura de las clases diamétricas para el género *Cyathea* en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.*

El género ***Cyathea*** representada en la Figura 30, está presente en 17 parcelas de la gradiente de elevación (mencionadas en las esquelas), mostrando en la mayoría de las parcelas una

estructura del tipo “J” invertida, sobre todo en el bosque montano alto y bosque montano bajo, evidenciando que a medida que aumenta el diámetro la cantidad de individuos tiende a disminuir, a excepción de las parcelas PAN-03 (843 m), CAL-01 (1518 m) y WAY-01 (3032 m), que tienen pocos individuos y no muestran una estructura horizontal definida.

Para el género *Alsophila*. -



*Figura 31. – Estructura de las clases diamétricas para el género *Alsophila* en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.*

El género ***Alsophila*** estuvo presente en 6 parcelas mostrada en la Figura 31 (señalada en las esquelas), observándose que la estructura horizontal se agrupa en una sola clase diamétrica, a excepción de la parcela SPD-01 (1757 m) que indica la presencia de dos clases diamétricas de 10 -15 y 20 - 25.

Para el género *Sphearopteris*. -

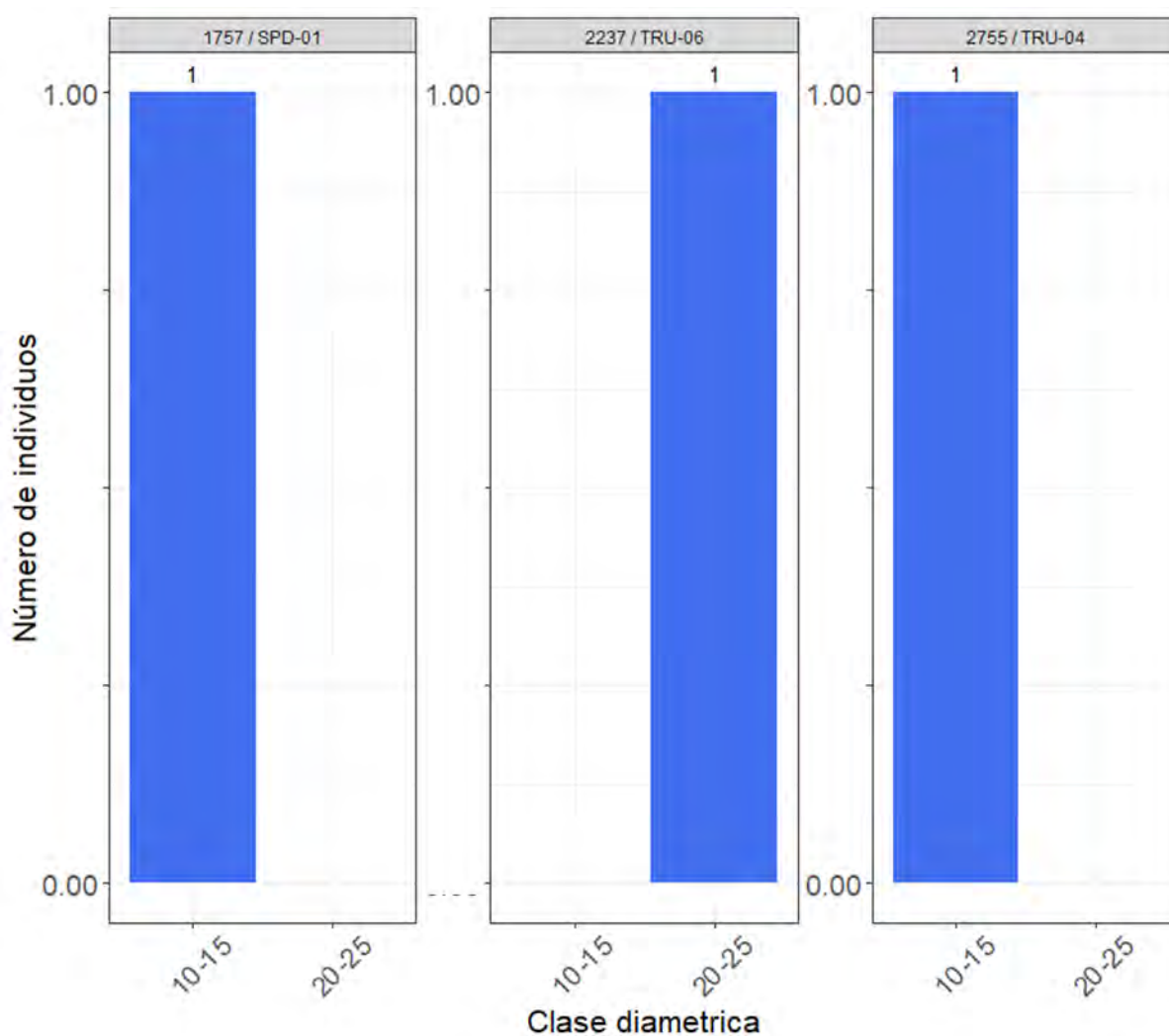


Figura 32. – Estructura de las clases diamétricas para el género *Sphaeropteris* en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

Sphaeropteris presentó tres individuos en la gradiente de elevación, ubicados en tres únicas parcelas y cada una con un solo individuo, su estructura horizontal se agrupó en dos clases diamétricas de 10 a 15 y de 20 a 25, (Figura 32), mostrando que no presenta una variabilidad diamétrica, pudiendo ser por la poca cantidad de individuos que presenta.

Para el género *Dicksonia*. -

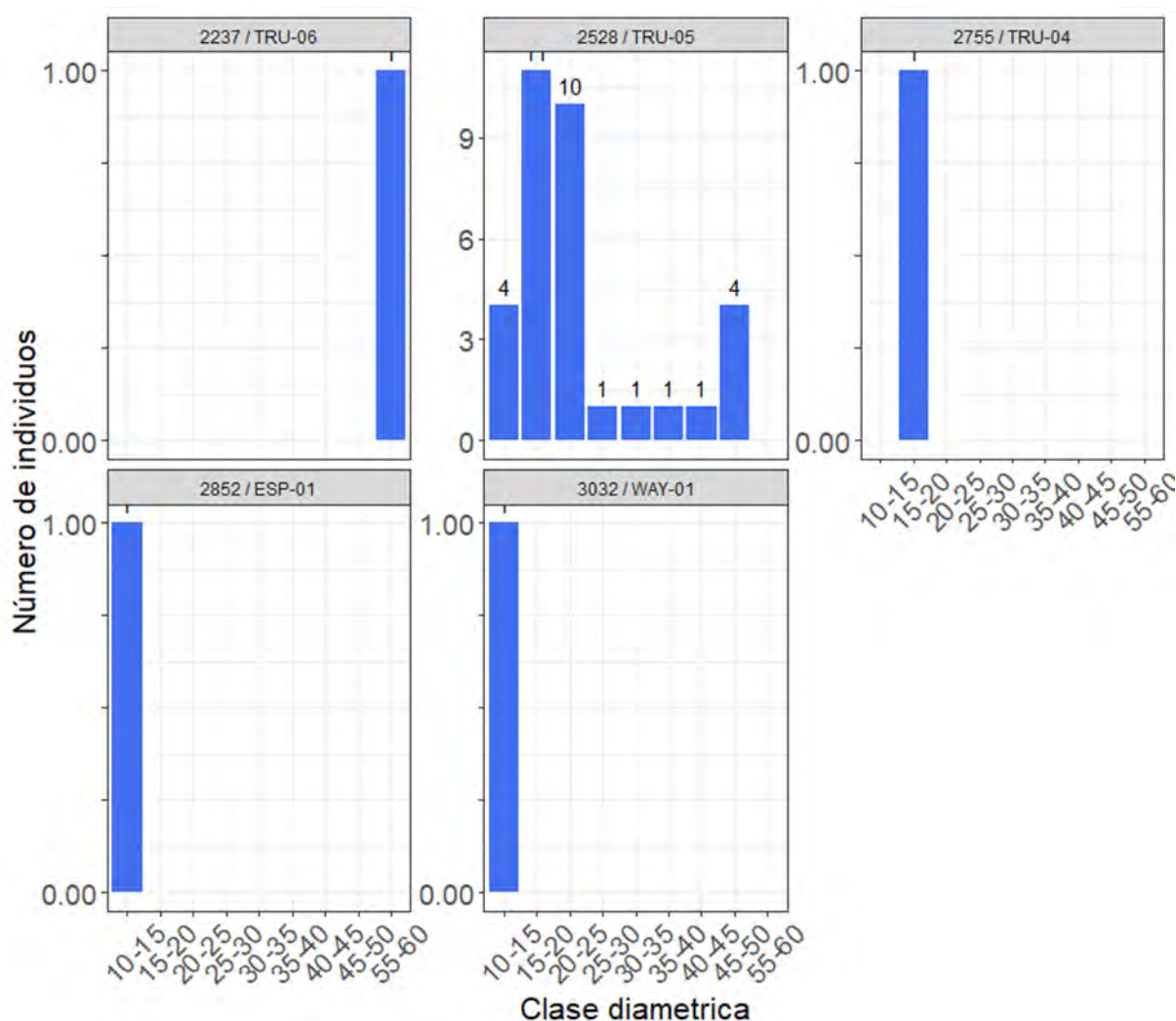


Figura 33. – Estructura de las clases diamétricas para el género *Dicksonia* en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

Dicksonia presentó una estructura horizontal compleja en la elevación TRU-05 (2528 m.s.n.m), por la variación en crecimiento de sus diferentes individuos, mientras que en el resto se agruparon solo en una clase diamétrica (Figura 33).

Clasificación altimétrica de los helechos arbóreos

Se generó gráficas de la estructura anatómica vertical (altimétrica) por parcela y género presente en la gradiente de elevación.

Para el género *Cyathea*. -

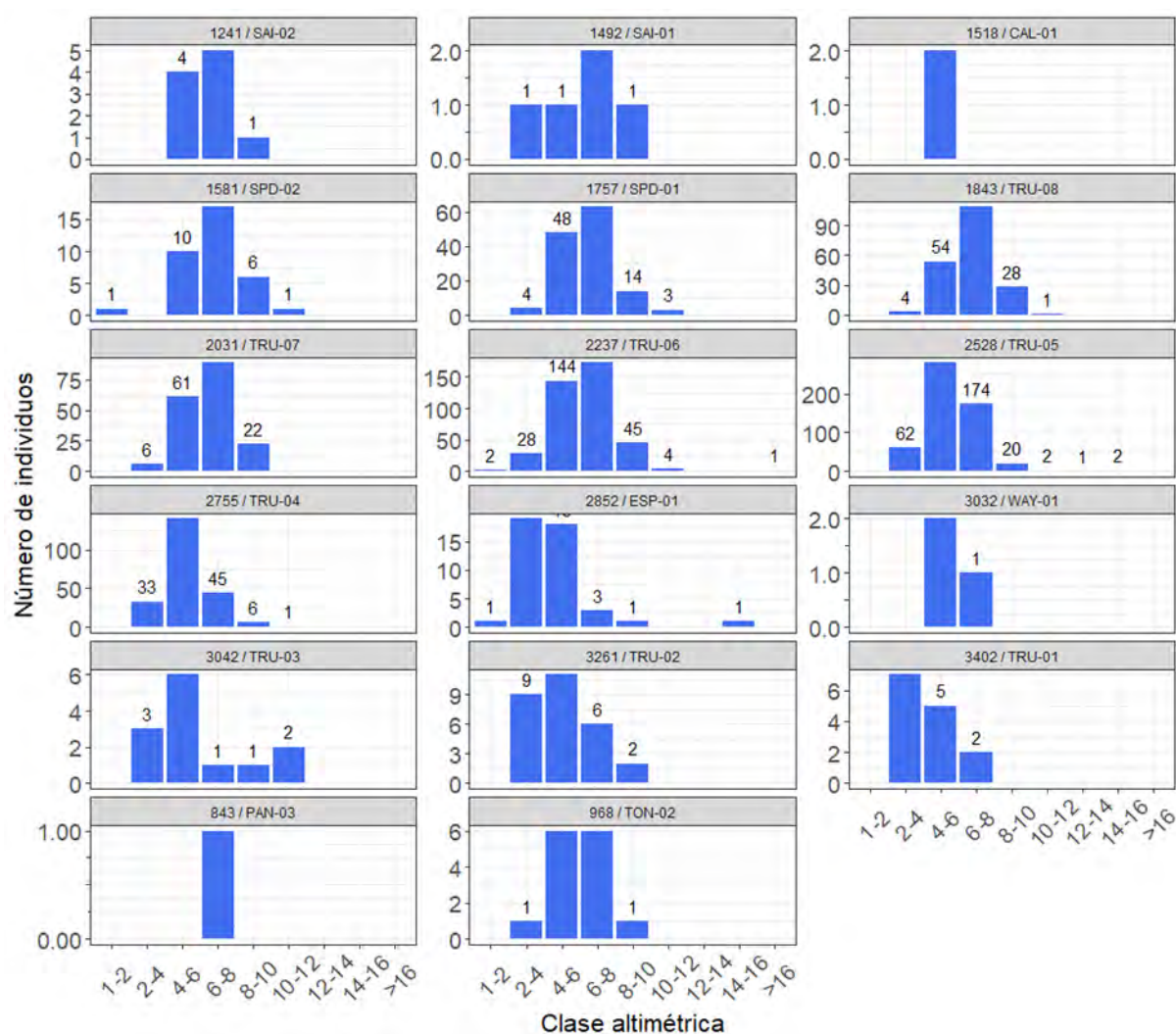


Figura 34. – Clases altimétricas para el género *Cyathea* en el gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

En el género ***Cyathea***, se observó que la mayoría de las especies tienen una amplia distribución altimétrica, puede ser porque tiene mayor representación de especies en el área de estudio, sin embargo, hay mayores individuos entre los 4 – 6 y 6 – 8 m (Figura 34).

Para el género *Alsophila*. -

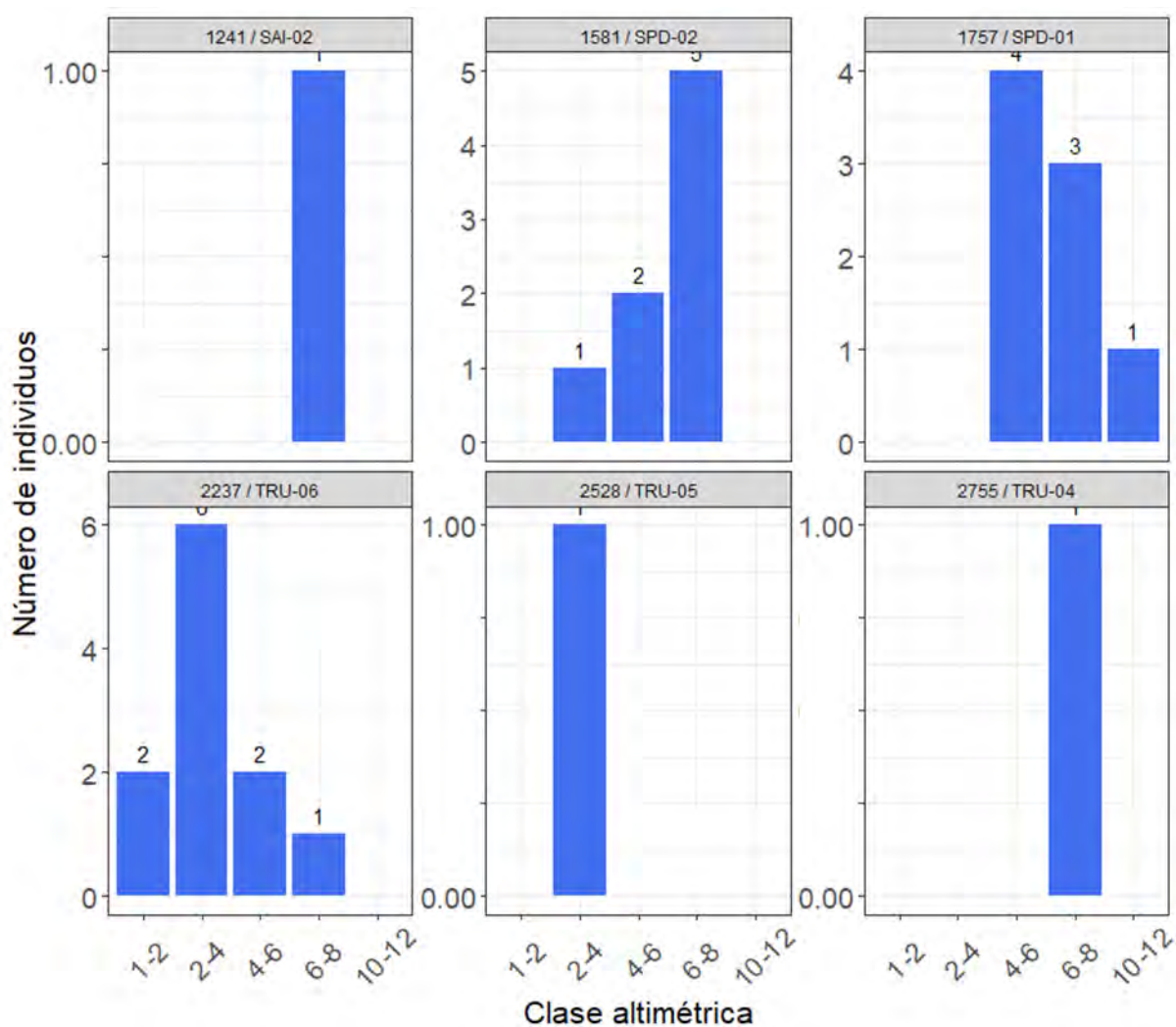


Figura 35. – Clase altimétrica para el género *Alsophila*, en la gradiente de elevación de la Reserva de Biósfera del Manu.

Alsophila presenta una estratificación relativamente variada, donde tiene mayor acumulación a los 6 – 8 m de altura (Figura 35).

Para el género *Sphearopteris*. -

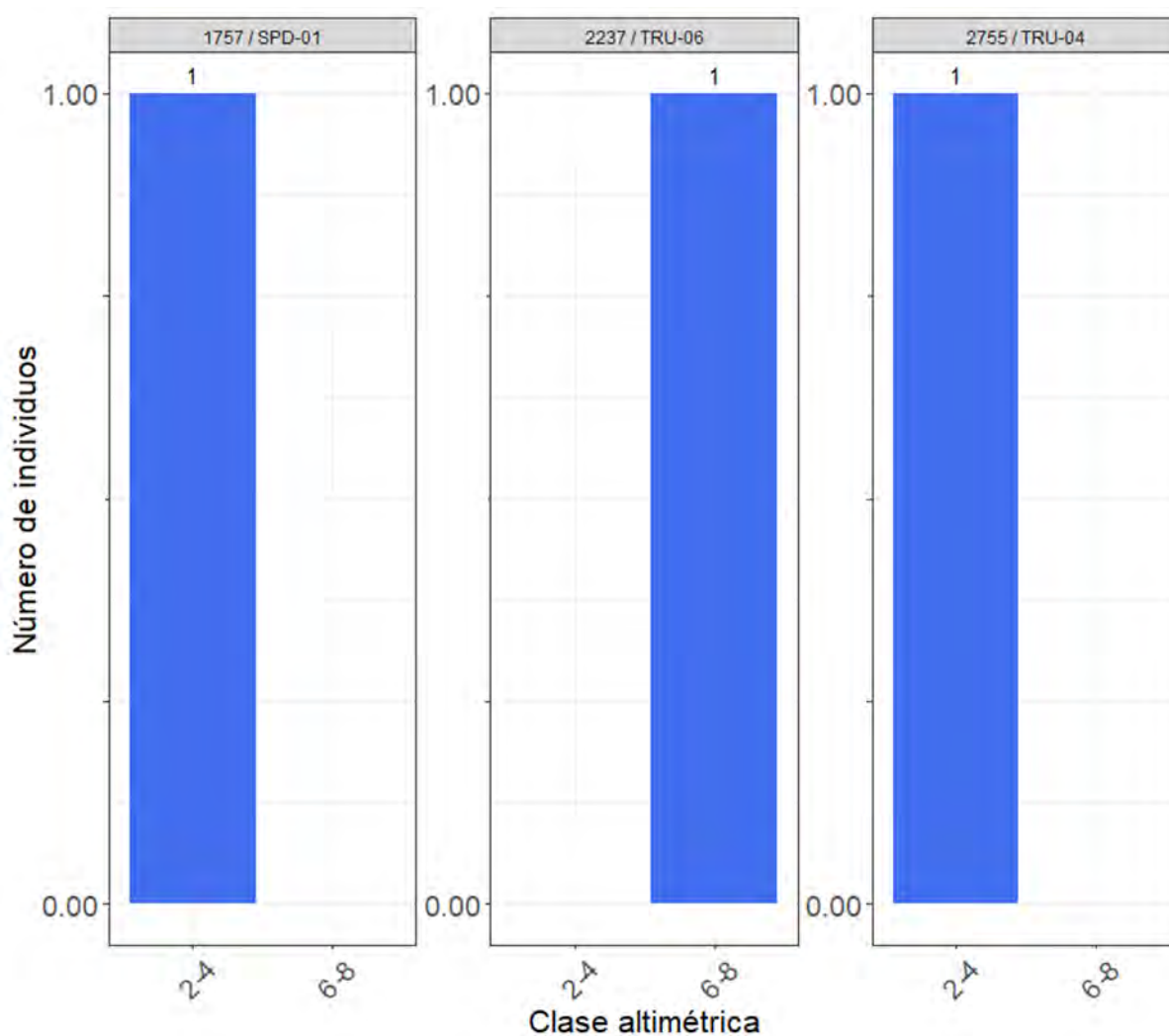


Figura 36. –Clase altimétrica para el género Sphaeropteris, en la gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu.

El género **Sphaeropteris** tuvo una estructura vertical poco representada, ya que solo hay 3 individuos en la gradiente de elevación, se entre los 2 – 4 y 6 – 8 m (Figura 36).

Para el género Dicksonia. -

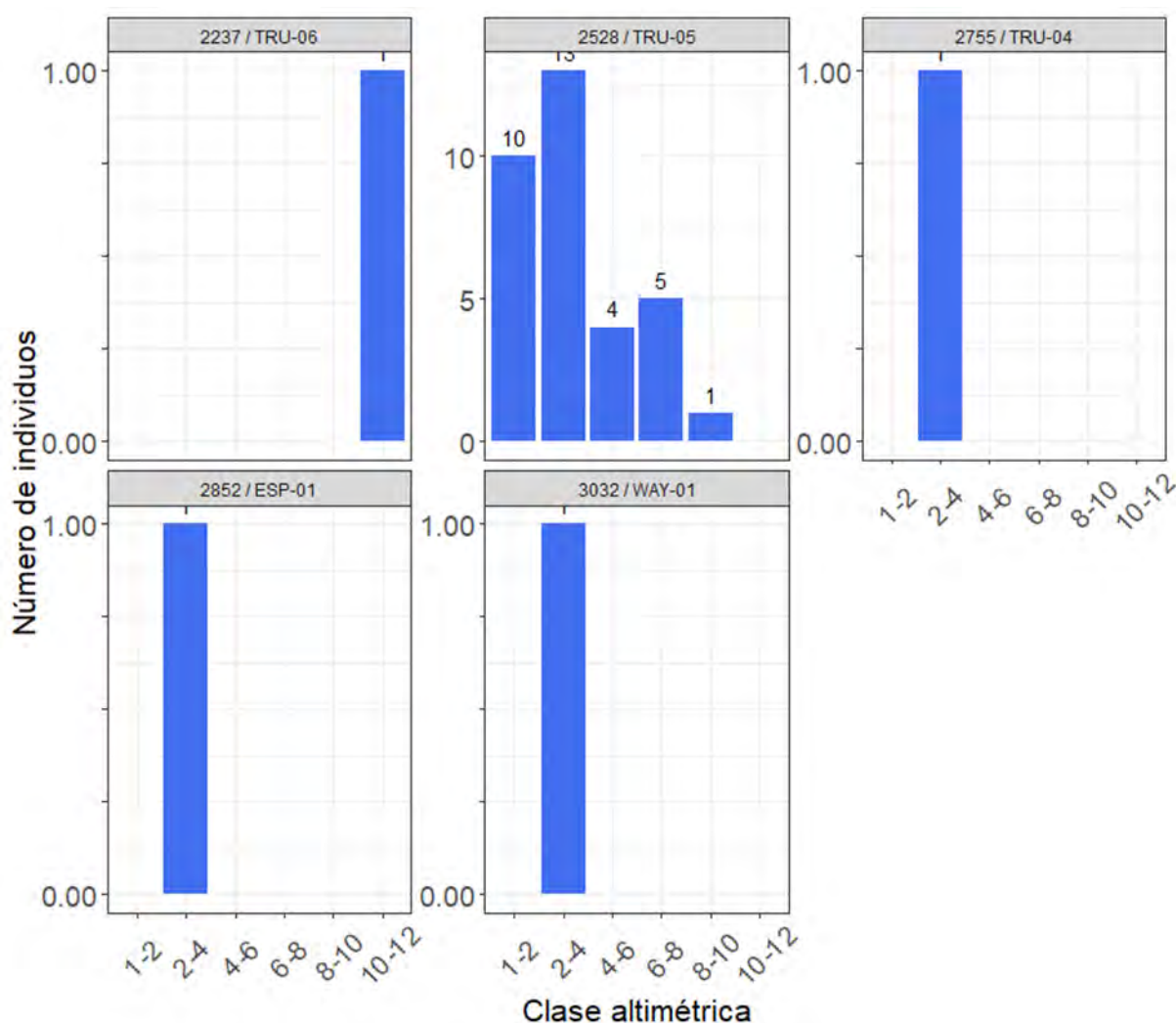


Figura 37. – Clase altimétrica para el género *Dicksonia* en la gradiente de elevación Reserva de Biósfera del Manu.

Dicksonia presentó diferentes clases altimétricas en la parcela TRU-05 a diferencia del resto de parcelas (Figura 37).

3.1.3 Recambio de especies de helechos arbóreos a través de la gradiente de elevación en la Reserva de Biósfera del Manu

Al realizar el índice de disimilitud de Bray-Curtis, se observó que todas las parcelas presentan una disimilitud muy marcada a lo largo de la gradiente de elevación (utilizando la raíz cuadrada de la tabla de abundancia para un mejor análisis), lo que quiere decir que todas las parcelas son diferentes entre sí, (Tabla 17). Siendo las parcelas menos diferentes las

parcela TRU-07 (2031 m.s.n.m) y TRU-08 (1843 m.s.n.m) que comparten 4 especies en común, específicamente *Cyathea lechleri*, *C. lindenia*, *C. multisegmenta* y *C. squamipes*.

Tabla 17. – Índice de disimilitud de Bray-Curtis.

<i>Parcelas</i>	CAL-01	ESP-01	PAN-03	SAI-01	SAI-02	SPD-01	SPD-02	TON-02	TRU-01	TRU-02	TRU-03	TRU-04	TRU-05	TRU-06	TRU-07	TRU-08	WAY-01
CAL-01	0	1	1	0,429	0,692	0,986	0,911	0,875	1	1	1	1	1	0,995	0,989	0,990	1
ESP-01	1	0	1	1	1	1	1	1	0,552	0,444	0,719	0,904	0,968	0,960	1	0,992	0,875
PAN-03	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,989	0,990	1
SAI-01	0,429	1	1	0	0,5	0,973	0,792	0,684	1	1	1	1	1	0,990	0,967	0,970	1
SAI-02	0,692	1	1	0,5	0	0,961	0,630	0,440	1	1	1	1	1	0,986	0,947	0,942	1
SPD-01	0,986	1	1	0,973	0,961	0	0,717	1	1	1	0,987	0,995	0,997	0,829	0,285	0,318	1
SPD-02	0,911	1	1	0,792	0,630	0,717	0	0,544	1	1	1	1	0,997	0,938	0,955	0,950	1
TON-02	0,875	1	1	0,684	0,44	1	0,54	0	1	1	1	1	1	1	0,969	0,962	1
TRU-01	1	0,552	1	1	1	1	1	1	0	0,381	0,407	0,959	1	1	1	1	1
TRU-02	1	0,444	1	1	1	1	1	1	0,381	0	0,463	0,914	0,987	0,968	1	1	0,938
TRU-03	1	0,719	1	1	1	0,987	1	1	0,407	0,463	0	0,925	0,997	0,995	0,990	0,990	1
TRU-04	1	0,904	1	1	1	0,995	1	1	0,959	0,914	0,925	0	0,609	0,621	0,995	1	0,966
TRU-05	1	0,968	1	1	1	0,997	0,997	1	1	0,987	0,997	0,609	0	0,501	0,997	0,997	0,990
TRU-06	0,995	0,960	1	0,990	0,986	0,829	0,938	1	1	0,968	0,995	0,621	0,501	0	0,884	0,891	0,981
TRU-07	0,989	1	0,989	0,967	0,947	0,285	0,955	0,969	1	1	0,990	0,995	0,997	0,884	0	0,059	1
TRU-08	0,990	0,991	0,990	0,970	0,942	0,318	0,950	0,962	1	1	0,990	1	0,997	0,891	0,059	0	1
WAY-01	1	0,875	1	1	1	1	1	1	1	0,938	1	0,966	0,990	0,981	1	1	0

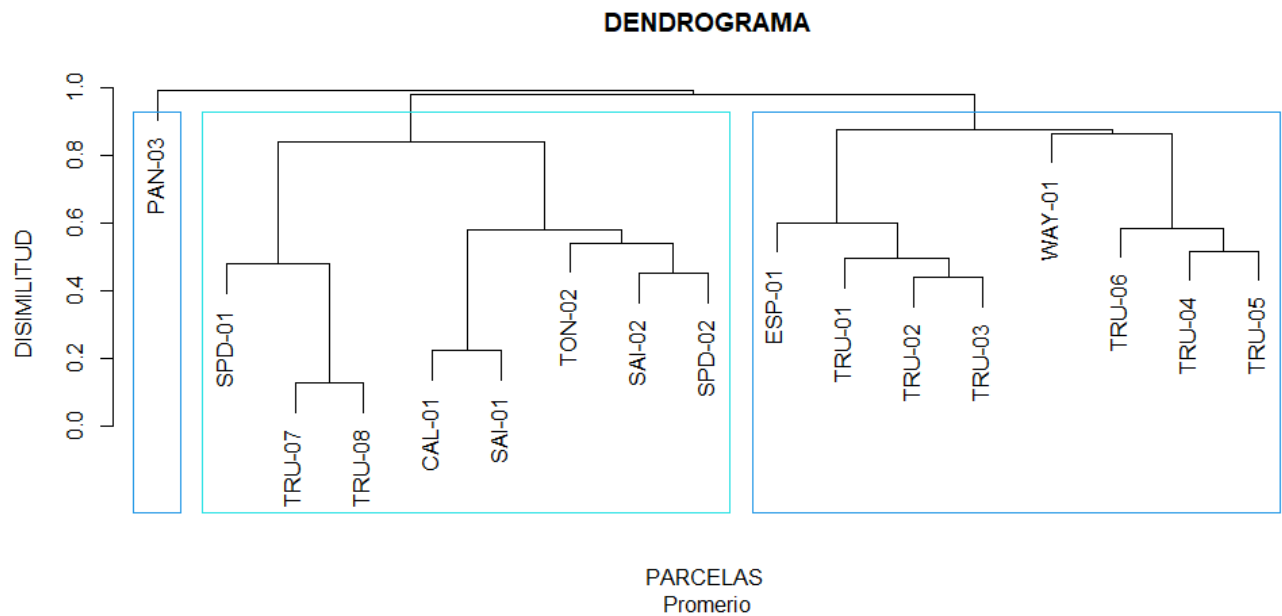


Figura 38. –Cluster dendrograma de las parcelas asociadas a una gradiente de elevación de la RBM.

En dendrograma muestra 3 agrupaciones definidas, las que coinciden con los tipos de bosque, agrupando así las de zonas frías (TRU-01, TRU-02, TRU-03 y ES-01) así como las que se encuentran un poco más abajo pero igualmente siguen siendo zonas frías (TRU-06, TRU-07, TRU-08 y WAY-01), en el otro caso muestra la agrupación de las parcelas un poco más calidas como (TRU-07, TRU-08 , SDP-01) las cuales se ubican en la base de las nubes, dónde las nubes o neblina empiezan a agruparse, por otro lado está el grupo de (TON-02, SAI-02 y SDP-02) los cuales son más lugares un poco más cálidos que los anteriores y finalmente las parcelas CAL-01 y SAI-01 que comparten la misma altitud y características ambientales a pesar de encontrarse en los extremos del área de evaluación. Sin embargo, se presenta la parcela PAN-03, dónde se muestra como un grupo separado por contar con un solo individuo y una sola especie. (Figura 38).

3.1.4 Relación entre la riqueza de especies y variables ambientales en la gradiente de elevación Reserva de Biósfera del Manu

Las variables ambientales -suelo obtenidas para el estudio realizado en la zona de estudio mediante una recopilación bibliográfica, están descritas en la siguiente (Tabla 18).

Tabla 18. - Variables ambientales y características del suelo de las 21 parcelas evaluadas.

<i>Parcela</i>	<i>Elevación</i>	<i>Riqueza</i>	<i>soil_c</i>	<i>n_total</i>	<i>f_total</i>	<i>soil_t</i>	<i>soil_m</i>
<i>PAN-02</i>	595	0	80	0.32	0.05	22.69	45.67
<i>PAN-03</i>	843	1	85	0.7	1.19	21.54	48.07
<i>TON-02</i>	968	2	79	1.34	0.73	20.80	49.11
<i>CAL-02</i>	1217	0	93.12	0.4	0.03	19.30	40.00
<i>SAI-02</i>	1241	4	93.12	0.4	0.03	19.10	48.00
<i>SAI-01</i>	1492	2	90	0.91	1.36	18.70	48.50
<i>CAL-01</i>	1518	2	90	0.91	1.36	18.50	45.00
<i>SPD-02</i>	1581	4	94	0.91	1.36	18.38	47.83
<i>SPD-01</i>	1757	6	75.6	1.56	1.44	16.92	37.87
<i>TRU-08</i>	1843	7	97.1	1.86	0.76	16.86	30.73
<i>TRU-07</i>	2031	6	83.7	2	0.71	16.19	33.15
<i>TRU-06</i>	2237	13	83.7	1.73	0.98	14.57	44.09
<i>TRU-05</i>	2528	13	28.33	1.73	0.98	12.83	54.50
<i>TRU-04</i>	2755	10	28.33	1.64	0.87	12.43	44.31
<i>ESP-01</i>	2852	7	28.59	1.48	0.87	11.68	39.16
<i>WAY-01</i>	3032	3	19.33	2.38	1.09	11.47	35.19
<i>TRU-03</i>	3 042	4	82.4	2.39	1.09	10.70	38.45
<i>TRU-02</i>	3 261	4	78.9	2.42	0.91	10.14	43.19
<i>TRU-01</i>	3 402	2	26	2.49	1.09	9.05	39.91
<i>ACJ-01</i>	3 537	0	26	1.14	3.9	7.99	40.10
<i>APK-01</i>	3 625	0	24.47	1.14	0.92	6.66	45.04

A partir de los datos obtenidos de las variables ambientales - suelo, se realizó diferentes modelos estadísticos (Figura 39), descritos con mayor profundidad en el Anexo 04:

```
Call:
glm(formula = riqueza ~ elev + map + soil_t + soil_m + soil_c +
     n_total + f_total, family = poisson(link = log), data = fern_modelo3)
```

Figura 39. – Formula o Script del MLG con la variable independiente y las variables ambientales - suelo.

En el primer modelo se observó que solo dos variables explican la riqueza: Soil_m (humedad del suelo) y n_total (nitrógeno total del suelo), sin embargo, es poco confiable, ya que algunas variables presentan multicolinealidad (lo que quiere decir que hay variables similares que sobre estiman el modelo), para mejorar el modelo se tuvo que eliminar algunas variables: Soil_t (temperatura del suelo).

El segundo modelo a pesar de haber excluido la variable Soil_t, aún se mantuvo la multicolinealidad entre variables, eliminando así: map (precipitación), f_total (fósforo total del suelo), este proceso se realizó hasta encontrar el mejor modelo. Donde las variables n_total (nitrógeno total del suelo) y soil_m (humedad de suelo), explicaron de mejor manera que la riqueza de especies está relacionada con la cantidad de nitrógeno total y la humedad del suelo ($R^2 = 0.60$, $gl = 17$, $p < 0.001$), este modelo tiene un 60 % de aceptación (Tabla 19).

Tabla 19. – Resultado del modelo, dónde los helechos arbóreos se relacionan con el n_total (nitrógeno total del suelo) y soil_m (humedad total del suelo).

Intercepto	Estimado	Error estándar	z valor	Pr(> z)
elevación	-0.0003047	0.0001902	-1.602	0.109198
n_total	10.409.094	0.2775802	3.750	0.000177 ***
Soil_m	0.0458040	0.0191723	2.389	0.016891 *

Significado de código: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

3.2 DISCUSIÓN

Mediante la evaluación de composición de los helechos arbóreos en una gradiente de elevación, en el presente trabajo se encontraron 32 especies de las cuales 6 son híbridos y 2 morfo especies (*Cyathea KGC1607*, *C. CC400*). Además de una especie endémica *C. multisegmenta* para la zona de estudio, presentando así una gran riqueza y abundancia de especies con una amplia distribución en la gradiente de elevación, según Marcus Lehnert (2011) menciona que existen 83 especies de helechos arbóreos (9 *Alsophila*, 72 *Cyathea*, 1 *Sphaeropteris*, 1 *Gymnosphaera*), con 13 especies endémicas entre *Cyathea* y *Alsophila*, sin considerar a la familia Dicksoniaceae. Es importante señalar que además se realizaron exploraciones alrededor de las parcelas evaluadas donde se encontraron 14 especies adicionales (*C. dombeyi*, *C. tortuosa*, *C. pungens*, *C. divergens*, *C. conjugata*, *C. ulei*, *C. leucolepismata*, *C. ps1*, *C. sp2*, *C.sp3*, *Csp4*, *C.sp5*, *C. sp6* y *Lophosoria quadripinnata*), lo que aumentaría en número de especies para la zona a 46 especies lo que implica que la zona de estudio estaría presentando más del 50 % de helechos arbóreos registrados para el Perú por Lehnert, corroborando así el análisis realizado. Por otro lado, Castro et al., (2014) reporta para la región Cusco se registraron 37 especies entre *Cyatheas* y *Alsophilas* semejante a lo reportado en la presente investigación, demostrando así la alta riqueza de especies para la zona de estudio.

En cuanto a la diversidad, se observó que es mayor hacia el centro superior de la gradiente de elevación entre los 2 255 (TRU-06) a 2 754 m.s.n.m (TRU-04) formando así el modelo de joroba, comúnmente asociado a la distribución en bosques nublados tropicales que señala, que la riqueza máxima se encuentra en altitudes intermedias de gradientes que localmente abarcan todos los niveles de elevación como lo mencionan Céspedes et al., (2014) y Rahbek, (2005). Tejedor (2017), afirma que el endemismo se encuentra hacia los Andes Centrales del norte y los Andes Centrales del sur están dominados por especies de amplia distribución, lo cual se corrobora en el presente estudio al haberse encontrado 2 especies endémicas y una abundancia

con más de 600 individuos para una sola parcela. En general en la región Cusco la riqueza de especies se encuentra entre los 200 a 2 700 m.s.n.m, corroborados por los estudios realizados en el Santuario Histórico de Machupicchu (SHM), por Chávez H. W. en (1994) quien registró 4 especies de helechos arbóreos, *Cyathea caracasana*, *C. delgadii*, *Trichipteris sp* y *Nephelea incana* a los 2 700 m.s.n.m; posteriormente Alfaro L. et al., en el 2018, registraron mayor riqueza de especies a los 2 653 m.s.n.m (6 especies: *Cyathea conjugata aff.*, *C. delgadii aff.*, *C. indeterminada 1*, *C. indeterminada 2*, *C. indeterminada 3*, *C. indeterminada 4*); Así mismo, un año más tarde, Holgado - Rojas et al., (2019), registran 12 especies (*Cyathea carolihenrici*, *C. catacampta*, *C. delgadii aff.*, *C. ruiziana*, *C. squamipes*, *C. conjugata*, *Cyathea sp1*, *Cyathea sp2*, *Cyathea sp3*, *Cyathea sp4*, *D. sellowiana* y *Lophosoria quadripinnata*), de helechos arbóreos para el mismo lugar, a los 2 653 m.s.n.m, aumentado así el registro de especies para el SHM y concordando con los resultados obtenidos en el presente estudio, cabe acotar que en el trabajo de Holgado - Rojas et al., (2019), señalan que *C. caracasana* no está distribuido para el sur del Perú, lo cual se debe resaltar ya que a pesar de los esfuerzos realizados para determinar las especies de los helechos arbóreos numeroso investigadores a lo largo de los años, inclusive en el presente estudio se observa que existen dificultades para determinar las especies y otras están como afín (aff.) o sin determinar, ya sea por sus características sutiles y su facilidad de hibridación, sin embargo, este estudio nos revela que a mayor muestreo, se puede encontrar más especies, necesitando así realizar más estudios relacionados a este grupo de helechos arbóreos y definitivamente una pronta actualización de la distribución de los helechos arbóreos en el Perú.

Ramírez-Barahona *et al.*, (2011), menciona que los helechos arbóreos se distribuyen en las regiones montañosas de América tropical; así la familia Cyatheaceae representa casi el 95% de todas las especies, siendo el género *Cyathea* la más abundante con un 80 %, *Alsophila* con 14% y *Sphaeropteris* con 2%, la segunda familia más abundante es la familia Dicksoniaceae, con los

géneros de *Dicksonia* y *Lophosoria* con un 3 %, estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo , ya que *Cyathea* está presente en la gradiente de elevación de la Biósfera del Manú en un 96.33 %, *Alsophila* con 1.96 %, *Sphaeropteris* con 1.57 % y *Dicksonia* con un 0.16 %; entonces se puede concluir que el género *Cyathea* es el que domina este paisaje montañoso actualmente. Las variables estructurales de los helechos arbóreos en la altura, así como en el DAP, evidencia que algunos géneros se agrupan en ciertas clases altimétricas y diamétricas de manera muy marcada, así se encontró que los géneros *Alsophila*, *Sphaeropteris* y *Dicksonia* poseen una distribución diamétrica entre 10 a 25 cm de DAP, lo que indica que no son muy abundantes, ni dominan el paisaje, mientras que el género *Cyathea* tiene una clase diamétrica más amplia desde los 10 a los 60 cm de DAP, mostrando un patrón de “J” invertida relacionada a comunidades de árboles de bosques maduros, lo que indica que tiene mayor dominancia en el paisaje y una mejor distribución, *Sphaeropteris* y *Dicksonia* se agrupan en categorías definidas de 2 – 4, 6 – 8 y de 10 - 12 metros, mientras que los géneros *Alsophila* y *Cyathea* tienen un rango más amplio de distribución altimétrica desde los 2 a 16 metros. Estas variaciones de altura y DAP, puede ser debido a que el desarrollo de los helechos arbóreos varía ampliamente entre géneros, pero aún no sabemos si tiene esa misma variación dentro de las especies o esté relacionado por el tipo de hábitats como lo sugieren (Schmitt y Windisch, 2012). Cabe mencionar que en observaciones independientes, se registró que cierto grupo de helechos arbóreos tienen una distribución particular en su hábitats, ya que algunos prefieren zonas de mayor sombra, otros prefieren zonas planas y otras prefieren estar hacia la pendiente, lo que concuerda con lo mencionado por Eleuterio, A. A. & Pérez-Salicrup D., (2006), además que los géneros *Alsophila* y *Cyathea* se desarrollan mejor en condiciones de sombra o zonas de sotobosque y formando grupos, lo que representa vacíos de información de los helechos arbóreos.

El recambio de especies de helechos arbóreos fue alto, lo que quiere decir que todas las parcelas poseen diferente composición de especies, ya que solo dos parcelas comparten 4 especies entre si TRU-07 (2040 m.s.n.m) y TRU-08 (1880 m.s.n.m) con las especies *Cyathea lechleri*, *C. lindenia*, *C. multisegmenta* y *C. squamipes* con un grado de disimilitud de 0.0588, lo que indica que son las menos diferentes, esto puede indicar que es un bosque muy rico y diverso en cuanto a helechos arbóreos, además que el rango de distribución de cada especie es muy marcado en solo 200 metros de distancia, según revisión bibliográfica realizada y registros realizados las especies están cambiando sus rangos de distribución en algunos casos se están ampliando y en otros casos acortándose o desapareciendo, como *Cyathea ulei* antes presente en las parcelas de estudio y actualmente ya no se encuentra.

Para encontrar la relación existente entre la riqueza de especies con respecto a las variables ambientales - suelo, se generaron diversos modelos en los que no todas las variables utilizadas aportaban al modelo haciendo impreciso la interpretación del resultado, por ello el modelo más confiable es aquel que contaba solo con las variables de humedad y nitrógeno total del suelo, con un porcentaje de confiabilidad del 95% y un $R^2 = 0.60$ (60 % de aceptación), según ello, se puede interpretar que los helechos arbóreos prefieren lugares con alta humedad de suelo y abundante nitrógeno en el suelo para su desarrollo, los resultados concuerdan con lo mencionado por Kluge, J., & Kessler, M. (2011), Jones et al., (2007) y Castro et al., (2014); A pesar de ello, según los análisis realizados la riqueza y abundancia de especies está en el bosque montano bajo y alto entre los 2000 y 3000 m, donde la humedad del suelo no es muy significativo con respecto al resto de la gradiente de elevación, según los datos registrados esto puede ser debido a que el modelo realizado le falten más datos de variables ambientales y de suelo, lo cual no se puede aseverar que solo esas variables expliquen la riqueza de especies; sin embargo, se puede explicar que tengan mayor afinidad a la humedad del suelo, según las fases reproductivas de los helechos arbóreos se sabe que requieren de un medio acuoso para poder transportar su material genético

y así poder fecundar (Vázquez & Arregui, 2006) que lo haría que aumentara el éxito reproductivo de los helechos arbóreo.

CONCLUSIONES

1. Se registraron 32 especies de helechos arbóreos en la zona de estudio, 24 determinadas, 6 híbridos, 1 indeterminada, 1 posible especie nueva, además se incluye 13 registros adicionales de colectas generales, con lo que se puede decir que se tiene más del 50 % de especies de todo el Perú; asimismo, encontrándose la mayor diversidad al centro superior de la gradiente de elevación, presentando un modelo en forma de joroba con picos a los 2 255 y 2 754 m.s.n.m. Se reportan dos especies endémicas (*Cyathea multisegmenta* y *C. ruiziana*) y 24 especies registradas en la convención CITES, siendo las más abundantes son *C. herzogii*, *C. squemipes* y *C. carolihenrici*.
2. La estructura horizontal y vertical mostró que es marcada para los géneros *Alsophila*, *Sphaeropteris* y *Dicksonia* con una variación poco significativa, mientras que *Cyathea* tiene una amplia variabilidad tanto en su clase diamétrica como altimétrica comportándose en algunos casos como árboles propiamente dicho, el helecho arbóreo más grande alcanzando hasta 16 m de altura.
3. Se puede asumir que todas las parcelas son diferentes entre sí, existiendo un recambio de especies claro, a excepción de las Parcelas TRU-07 y TRU-08 quienes comparten hasta cinco especies y las parcelas CAL-01 y SAI-01 quienes son iguales en composición.
4. El nitrógeno total del suelo y la humedad del suelo son variables ambientales que influyen en la diversidad y abundancia de helechos arbóreos a lo largo de la gradiente de elevación en la RBM.

RECOMENDACIONES

1. Si los bosques montanos se consideran puntos calientes de diversidad y zonas únicas, se necesitan hacer más exploraciones, con respecto a este grupo de plantas, no solo en taxonomía, sino en diversos temas, como fisiología, ecología, adaptación, más modelos que sirvan de línea base antes que perezcan estos ecosistemas, con toda la diversidad que albergan, a causa del cambio climático.
2. Aumentar las colecciones tanto en las parcelas de evaluación como colectas generales para aumentar la riqueza de especies.
3. Realizar estudios temporales, para ver la dinámica de los helechos arbóreos.
4. Determinar los factores ambientales que influyen en la distribución de los helechos arbóreos.
5. Responder preguntas como: ¿La temperatura realmente, influye en la distribución de las especies de helechos arbóreos?, ¿Qué otros factores influyen en su distribución y diversidad?
6. Evaluar los factores ambientales que ocurren en la zona, registrándolos de manera precisa, para un mejor análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Mendoza, Z. H. (2013). *Avances*. Instituto de Informacion Cientifica y Tecnologica. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/245>
- Alfaro Curitumay, L. E., Paiva Prado, G. M., Espinoza Carrasco, H. Y., Monteagudo Mendoza, A., & Chávez Huaman, W. (2018). Dynamics, aerial biomass and population variables of two permanent plots in montane forests of Wiñaywayna, Machupicchu Historic Sanctuary, Cusco, Peru. *Arnaldoa*, 25(2), 631-652.
- Barradas Paciencia, M. L., & Prado, J. (2005). Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology*, 180(1), 87–104. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-3025-x>
- Barrington, D. S. (1993). Ecological and Historical Factors in Fern Biogeography, 20(3), 275–279.
- Bonino Solórzano, R. E. (2005). Composición florística y palinología de pteridophytos (Polypodiopsida) en la margen derecha de la subcuenca del río Lucumayo - La Convención Cusco. Retrieved August 13, 2020, from <https://books.google.com.pe/books?id=oEWWNwAACAAJ&dq=inauthor:%22Rocio+Erika+Bonino+Solórzano%22&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjy0rPdspnrAhXCHLkGHRxUBgcQ6AEwAHoECAQAQ>
- Briones, O., & Riaño, K. (2014). Ecofisiología de helechos del bosque nublado. *Botánica Na América Latina*, (OCTOBER 2014), 212–222. <https://doi.org/10.13140/2.1.1835.8723>
- Brown, A. D., & Kappelle, M. (2001). Introducción a los bosques nublados de latinoamerica. Una síntesis regional. *Researchgate*, 623–659.
- Castro, P. et al., (2014). Distribución altitudinal de helechos arborescentes género: Cyathea y Alsophila (Cyatheaceae) en el monte teparo, Estación Biológica “Villa Carmen”, Kosñipata – Paucartambo – Cusco.
- Chávez H. W. (1994). Estructura poblacional de helechos arborescentes en Wiñay Wayna.
- Churchill, H., Tryon, R., & Barrington, D. S. (1998). Development of the sorus in tree ferns: Dicksoniaceae. *Canadian Journal of Botany*, 76(7), 1245–1252. <https://doi.org/10.1139/b98-122>

Chuspe Z., M. E., & Aragon, I. (2018). *Ecología Geográfica del Cusco*.

Condit, R., Pitman, N., Leigh, E. G., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R. B., ... Hubbell, S. P. (2002).

Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 295(5555), 666–669.

<https://doi.org/10.1126/science.1066854>

CITES, (2018).[CITES] Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de

Fauna y Flora, Silvestres. 2017. Lista de especies CITES [Internet]. Ginebra (SW): CITES; [citado

2018 ene.05]. Disponible en: <http://checklist.cites.org/#/en>.

Cruz, Y. (2010). Distribución altitudinal de Pteridophytas arbóreos en parcelas del Bosque Nublado,

Camino Trocha Unión – Paucartambo.

Cubas, P. (2008). Pteridofitos. Retrieved February 10, 2021, from

https://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Pteridofitos/13_14_Pteridofitos_texto.pdf

Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). Los bosques montanos de los Andes Tropicales.

Curitumay Alfaro, L. E., Prado Paiva, G. M., Yiyi Mendoza, H., & Monteagudo, A. (2018). Dinámica ,

biomasa aera y variable poblacionales de dos parcelas permanentes en bosques montanos d
wiñaywayna, santuario historico de machupicchu,cusco,peru, 25(2), 631–652.

Cuyckens, G. A. E., Malizia, L. R., & Blundo, C. (2015). Composición, diversidad y estructura de

comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña
(Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera Bosques*, 21(3), 137–148.

<https://doi.org/10.21829/myb.2015.213463>

Cvetkovic-Vega, A, Maguiña, Jorge L., Soto, Alonso, Lama-Valdivia, Jaime, & López, Lucy E. Correa.

(2021). Estudios transversales. Revista de la Facultad de Medicina Humana, 21(1), 179-185.

<https://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3069>

Dale, M. R. T. (2001). Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology. *Crop Science*, 41(3), 916–916.

<https://doi.org/10.2135/cropsci2001.413916x>

Del Pilar Suimer Amao Ana, D. R. G. (2012). *Diversidad De Pteridophyta Y Flora Asociada En El*

Santuario Nacional Del Ampay - Abancay - Apurimac. Apurimac.

EcoMontesDelValle.

(2021).

h

- https://EcoMontesdelValle/photos/a.103033448561765/104136281784815/?type=3&_rdc=1&_rdr.
- Eleuterio, A. A. and D. R. Pérez-Salicrup. 2006. Management of tree ferns (*Cyathea* spp.) for handicraft production in Cuetzalan, Mexico. *Econ. Bot.* 60:182–186.
- Farfan, W. (2019). Forest Responses to Climate Change Along an Andes to Amazon Elevational Gradient. *Wake Forest University Graduate School Of Arts And Sciences*.
<https://doi.org/10.1109/MTAS.2004.1371634>
- Flores y plantas . net., 2014: <https://www.floresyplantas.net/helechos-arborescentes>.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology*, 1–84.
https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- Giorgis, M. a, Cingolani, A. M., Chiarini, F., Chiapella, J., Barboza, G., Ariza Espinar, L., ... Cabido, M. (2011). Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba , Argentina. *Kurtziana*, 36(1), 9–43.
- Giraldo G., F., & Mejía P., S. (2002). Helechos Arbóreos de Antioquia - Catálogo Ilustrado, 29.
http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_3099_2001_2.pdf.
- Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., & Melic, A. (2005). Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. *Sobre La Diversidad Biológica: El Significado de Las Diversidades Alfa, Beta y Gama.*, 4.
- Holgado Rojas, María E;Calatayud Hermoza, Gloria; Alvarez Conza, Christian; Ccopa Huayta, H. (2019). Diversidad y composición de helechos arbóreos en la localidad de Wiñaywayna-Intipunku, Santuario Histórico de Machu Picchu, 10(1), 37–47.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456.
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Jones, M. M., Olivas Rojas, P., Tuomisto, H., & Clark, D. B. (2007). Environmental and neighbourhood effects on tree fern distributions in a neotropical lowland rain forest. *Journal of Vegetation Science*, 18(1), 13-24.
- Kindt, R., & Coe, R. (2018). Tree diversity analysis. *Dendrobiology*, 80, 143–160.

- Kluge, J., & Kessler, M. (2011). Phylogenetic diversity, trait diversity and niches: species assembly of ferns along a tropical elevational gradient. *Journal of Biogeography*, 38(2), 394-405.
- Lehnert, M. (2006). New species and records of tree ferns (Cyatheaceae, Pteridophyta) from the northern Andes. *Organisms Diversity and Evolution*, 6(4), 321-322.
- Lehnert, M. A. R. C. U. S. (2009). Three new species of scaly tree ferns (Cyathea-Cyatheaceae) from the northern Andes. *Phytotaxa*, 1(1), 43-56.
- Lehnert, M. (2011). Species of Cyathea in America related to the western Pacific species C. decurrens. *Phytotaxa*, 26, 39–59. Retrieved from www.mapress.com/phytotaxa
- Lehnert, M., Duque, W. D. R., Gallego, L. F. G., & Tejedor, A. (2019). New additions of scaly tree ferns (Cyatheaceae) to the flora of Colombia. *American Fern Journal*, 109(2), 77-120.
- Llatas-Quiroz, S., & López-Mesones, M. (2005). Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú). *Rodríguez y Arana (Comps.) Rev. Peru. Biol*, 12(2), 299–308. Retrieved from <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- Mange, G., & Ferreti, V. (2014). Metodologías para el monitoreo de la biodiversidad en la amazonía. *Intropical*, 11(dde), 184. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034012>
- Marquez, G. J., Giudice, G. E., & Morbelli, M. A. (2006). Novedades en la Distribución de las Cyatheaceae (Pteridophyta) en Argentina. *Flora*, 41, 313–315.
- MINAM. (2014). *Perú Reino de Bosques*. Retrieved from <http://www.bosques.gob.pe/archivo/files/pdf/perureinodbosques.pdf>
- MESA-FUQUEN, Eloina; HERNANDEZ, Juan Sebastián y CAMPEROS, Jhonatan Eduardo (2019). Uso de modelos lineales generalizados en el conteo de Leptopharsa gibbicarina (Hemiptera: Tingidae) en palma de aceite.
- Moran, R. C. (New Y. B. G. (2014). American Genera of Ferns and Lycophytes.
- Moreno Claudia E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis*, 1, 83. Retrieved from <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

- Muñiz Díaz de León, M., Mendoza Ruiz, A., & Pérez García, B. (2007). Usos de Los Helechos y Plantas Afines. *Etnobiología*, 5(1), 117–126. Retrieved from <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/240/241>
- Nina Quispe ALEX. (2014). *Composición, Estructura y Regeneración Arborea en dos Parcelas Permanentes del Bosque Nublado - Parque Nacional del Manu - Paucartambo - Cusco*. Paucartambo - Cusco.
- ONU. (1992). *Convenio Sobre la Diversidad Biológica Naciones Unidas 1992*.
- Pennington, R. T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G. P., Klitgaard, B. B., & Hughes, C. E. (2010). Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1001317107>
- Pérez-Paredes, M. G., Sánchez-González, A., & Tejero-Díez, J. D. (2014). Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo, México. *Botanical Sciences*, 92(2), 259–271. <https://doi.org/10.17129/botsci.48>
- Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T., & Brien, R. (2016). Manual de Campo para o Estabelecimento e Remediação de Parcelas da RAINFOR. *The Royal Society*
- Planta vasculares. (2020). Plantas vasculares o Cormofitas. Pteridofitas, Espermatofitas, Gimnospermas y Angiospermas. Retrieved February 5, 2021, from <https://www.webplantas.com/n-plantas-vasculares-cormofitas.html> Plan Maestro de la Reserva Nacional de Lachay 2019-2023. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. 34 pp.
- Piegorsch, W. W., & Bailer, A. J. (2005). *Analyzing environmental data*. John Wiley & Sons.
- Pullido A, 2007: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Estadística para la Biología y Ecología Estadística descriptiva, univariada y multivariada.
- Rahbek, C. (2005). The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters*, 8(2), 224–239. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00701.x>
- Ramírez-Barahona, S., Luna-Vega, I., & Tejero-Díez, D. (2011). Species richness, endemism, and conservation of American tree ferns (Cyatheales). *Biodiversity and Conservation*, 20(1), 59–72.

- Rapp, J. oshua M. (2010). *Climate control of plant performance across an Andean altitudinal gradient*. Department of Biology.
- Rasal-Sánchez, M., Troncos-Castro, J., Lizano-Durán, C., Parihuamán-Granda, O., Quevedo-Calle, D., Rojas-Idrogo, C., & Delgado-Paredes, G. E. (2012). Terrestrial vegetation of the montane forest of Lanchurán (Piura, Peru). *Caldasia*, 34(1), 1–24.
- Ritter, A., Regalado, C. M., Aschan, G., & Gómez, L. A. (2005). Contribución hídrica de la captación de niebla al balance de un bosque de laurisilva en el Parque Nacional de Garajonay. VII Jornadas de Investigación en la Zona no Saturada del Suelo. Eds. J. Samper Calvete and A. Paz González. Universidad da Coruña, 351-358.
- Rodríguez Ramirez, E. C. (2014). Composición florística, estructura y distribución espacial de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. mexicana) del estado de Hidalgo, México, (July 2014), 119. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3425.2326>
- Rodríguez Ríos, R., Alarcón Abarca, D., & Espejo Cardemil, J. (2009). *Helechos nativos del centro y sur de Chile*. (J. E. C. Roberto Rodríguez R., Diego Alarcón A., Ed.) (Corma Biob). Chile: 2009. Retrieved from www.cormabiobio.cl
- Roswell, M., Dushoff, J., & Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos*, 130(3), 321-338.
- Rojas 1999, Rojas, A. (1999)./ Helechos arborescentes de Costa Rica. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, /INBIO.174 pp
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Saiz, J. (2019). Elevación, altura y altitud. – Peponcito volador. Retrieved March 14, 2021, from <http://ulm.informaticacotidiana.com/2019/09/18/elevacion-altura-y-altitud-diferencias/>
- Salazar, L., Homeier, J., Kessler, M., Abrahamczyk, S., Lehnert, M., Krömer, T., & Kluge, J. (2015a). Diversity patterns of ferns along elevational gradients in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.843036>

- Salazar, L., Homeier, J., Kessler, M., Abrahamczyk, S., Lehnert, M., Krömer, T., & Kluge, J. (2015b). Diversity patterns of ferns along elevational gradients in Andean tropical forests. *Plant Ecology and Diversity*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.843036>
- Schmitt, J. L., & Windisch, P. G. (2012). Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) in secondary forest, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 397-405.
- SERNANP. (2014). Parque Nacional Diagnostico. Retrieved from http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/planes_maestros_2014/Diagnostico_2013-2018_PN_Manuverpub.pdf
- SERNANP, (2018). SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Nacionales Protegidas por el Estado). 2019a. Plan Maestro Manu 2019 – 2023.
- Sexton, J. P., McIntyre, P. J., Angert, A. L., & Rice, K. J. (2009). Evolution and Ecology of Species Range Limits. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120317>
- Shepard, G. H., & Izquierdo, C. (2003). Los Matsigenka de Madre de Dios y del Parque Nacional del Manu. *Los Pueblos Indígenas de Madre de Dios. Historia, Etnografía y Coyuntura*, (October), 111–127.
- Smith, A. R. (1972). Comparison of Fern and Flowering Plant Distributions with Some Evolutionary Interpretations for Ferns. *Biotropica*, 4(1), 4. <https://doi.org/10.2307/2989639>
- Smith, A. R., León, B., Tuomisto, H., Werff, H. van der, Moran, R. C., Lehnert, M., & Kessler, M. (n.d.). New records of Pteridophytes for the flora of Perú. *SIDA, Contributions to Botany*. The Botanical Research Institute of Texas, Inc. <https://doi.org/10.2307/41968530>
- Solis Gil, C., & Quintero Escobedo, L. J. (1996). Indices de Diversidad y Similitud de Comunidades Estructura de la Comunidad de Peces de Arrecife de Bahra de Banderas , M6xico . Temporada 1996 . Tesis Carlos Soils Gil y.
- Sonco Suri, R. (2013). *Estudio de la Diversidad Alfa (A) y Beta (B) en tres Localidades de un Bosque Montano en La Región de Madidi, La Paz-Bolivia*:http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf

- SZF, (2018). Sociedad Zológica de Frankfuourt: Flora & Fauna del Valle de Kosñipata. From <https://peru.fzs.org/noticias/guia-de-campo-flora-y-fauna-del-valle-de-kosnipata>.
- Schilling y tejedor: Schilling, O., & Gutierrez, A. T. (2017). Tree ferns dominate secondary succession in abandoned pineapple plantation saround Manu National Park, Peru. *Acta Botanica Malacitana*, (42), 141-148.
- Tapia Aguilar, B., Huamán Gutierrez , Z., & Rivera Quilca, J. F. (2002). Estudio Hidroclimatico Ambiental de la Reserva de Biósfera del Manu.
- Tantaleán, M., & Chavez, J. (2004). Wild animals endoparasites (Nemathelminthes and Platyhelminthes) from the Manu Biosphere Reserve, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 11(1727–9933), 219–222. <https://doi.org/10.15381/rpb.v11i2.2460>
- Tejedor, A., & Calatayud, G. (2017a). Eleven New Scaly Tree Ferns (Cyathea: Cyatheaceae) from Peru. *American Fern Journal*, 107(3), 156–191. <https://doi.org/10.1640/0002-8444-107.3.156>
- Tejedor, A., & Calatayud, G. (2017b). Eleven New Scaly Tree Ferns (Cyathea: Cyatheaceae) from Peru. *American Fern Journal*, 107(3), 156–191. <https://doi.org/10.1640/0002-8444-107.3.156>
- Tejedor N. et al., 2012: Tejedor Garavito, N., Álvarez, E., Arango Caro, S., Araujo Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinosa, T.E., La Torre Cuadros, M.A., Gaviria, J., Gutiérrez, N., Jørgensen, P.M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M. Pacheco, S., Rey Benayas, J.M., Reynel, C., Timaná de la Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., Newton, A.C. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):148-166.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., ... Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145–148. <https://doi.org/10.1038/nature02121>
- Tito Leon, R. (2019). *Universidad nacional de san antonio abad del cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC.
- Tryon, R. M., & Stolze, R. G. (1989). Pteridophyta of Perú, Parte I, (20).
- UAEH. (2011). *Biodiversidad*. Retrieved from www.espaciograficosa.com

- Vallejo, M. I., & Galeano, G. (2009). Short-term temporal changes in the spatial patterns of nine species of common plants in an Andean cloud forest in southwestern Colombia. *Caldasia*, 31(1), 77–98.
- Vázquez, A. J., & Arregui, L. (2006). Helechos amenazados de Andalucía, 65.
- Weigand, A., & Lehnert, M. (2016). The scaly tree ferns (Cyatheaceae-Polypodiopsida) of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 30, 336-350.
- Young, K. R. (1992). Biogeography of the montane forest zone of the eastern slopes of Peru. *Memorias Del Museo de Historia Natural UNMSM*, 21(December 1992), 119–154.

ANEXOS

Anexo 01

Tabla 01.- Coordenadas de las parcelas de evaluación detalladas

Código de parcelas	Elevación (m.s.n.m)	Superios izquierda		Superios derecha		Inferior izquierda		Inferior derecha		Centro	
		Este	Sur	Este	Sur	Este	Sur	Este	Sur	Este	Sur
APK-01	3625	214896.78	8550782.4	214750.68	8550774	214822.2	8550848.5	214828.67	8550717.5	214871.64	8550863.3
ACJ-01	3537	214584.36	8545082.3	214643.96	8545221.4	214721.32	8545124.9	214743.29	8545219.6	214677.18	8545172.3
TRU-01	3402	217397.81	8548748.7	217274.51	8548816.8	217472.82	8548817.9	217413.3	8548901.7	217390.13	8548823.6
TRU-02	3261	217706.64	8549102.2	217575.99	8549200.3	217727.48	8549218.7	217799.08	8549144.9	217717.43	8549173.9
TRU-03	3042	218204.47	8549221.7	218094.13	8549377.3	218240.93	8549331.1	218301.12	8549260.3	218213.49	8549295.3
WAY-01	3032	219483.74	8540264.5	219600.3	8540382	219415.23	8540341.6	219473.7	8540425.9	219477.08	8540350.1
ESP-01	2852	218801.96	8542004.6	218677.17	8541929.2	218751.69	8542089.9	218669.21	8542032.9	218739.73	8542013.3
TRU-04	2755	219318.59	8549620.8	219278.69	8549640.2	219408.33	8549674	219353.81	8549756	219329.88	8549692
TRU-05	2528	220952.08	8551011.2	220823.26	8551088.9	220820.64	8550997.9	220904.11	8550944.3	220900.56	8551001.9
TRU-06	2237	221724.26	8552565	221716.94	8552554.9	221715.94	8552457.9	221836.46	8552485.3	221730.07	8552531.1
TRU-07	2031	222388.82	8553204.1	222335.82	8553336.7	222493.48	8553354	222412.3	8553415.9	222413.08	8553369.1
TRU-08	1843	222732.82	8553637.6	222806.49	8553635.6	222682.76	8553723.2	222778.37	8553771.5	222769.45	8553712.2
SPD-02	1581	224903.84	8556150.7	224948.66	8556141.3	225039.07	8556105.7	224995.14	8555996	224965.86	8556090.1
SPD-01	1557	224246.91	8556195.8	224415.83	8556124.4	224336.27	8556145.9	224408.05	8556205.6	224327.34	8556223.6
CAL-01	1518	198538.7	8582835.2	198532.4	8582644.5	198433.51	8582647.3	198419.41	8582747.6	198503.9	8582714.2
SAI-01	1492	222315.87	8561618.9	222403.91	8561617.9	222272.63	8561636.2	222369.75	8561672.2	222330.13	8561642.1
SAI-02	1241	222880.88	8562043.1	222924.28	8562107	222766.54	8562118.3	222853.35	8562165.9	222853.59	8562127.8
CAL-02	1217	197889.14	8582831.9	197881.6	8582897.7	197745.2	8582964	197782.53	8582988.4	197819.76	8582946.1
TON-02	968	221502.45	8565911.4	221511.51	8565975.6	221425.34	8565973.9	221472.18	8566045.1	221513.94	8565988.2
PAN-03	843	252899.1	8601740.8	252927.29	8601879.4	253040.08	8601785.2	253004.73	8601879.7	252907.91	8601867.4
PAN-02	595	254212.21	8600632.3	254242.88	8600616.3	254309.58	8600488.7	2543322.7	8600591.7	254274.9	86005548

Anexo 02

Modelo de la ficha de evaluación en campo

2021 plot	subplot	tag	mu	roo	family	genus	species	status	Dupl	life for	DBH.1	per	H.1	census1 obs	flag	DBH.2	per	H.2	CI.2	CD.2	LI.2	census2 obs
10	10	1101			Euphorbia	Alchornea		Tree		1.91	1.3	3.5	122	✓	a	2.03	5	1	1	0		
10	10	1102			Melastom	Miconia		Shrub		4.65	1.3	5	119	✓	a	5.0	5	1	1	0		
10	10	1103			Euphorbia	Alchornea		Tree		1.19	1.3	3	120	✓	a	1.40	3	1	1	0		
10	10	1104			Melastom	Miconia		Shrub		2.13	1.3	3.5	120	✓	a	2.45	4.5	1	1	0		
10	10	1105			Melastom	Miconia		Shrub		1.41	1.3	3	120	✓	a							
10	10	1106			Euphorbia	Alchornea		Tree		3.57	1.3	6	120	✓	a	5.18	6.5	2	1	0		MU 202
10	10	1107	HHH	10	Asteraceae	Baccharis		Shrub		1.15	1.3	2.5			a	2.00	4	2	1	0		
10	10	1108	HHH	10	Asteraceae	Baccharis		Shrub		3.73	1.3	4			a	7.6	4	2	1	0		
10	10	1109	HHH	10	Asteraceae	Baccharis		Shrub		1.86	1.3	4.5			a	2.0	4	2	1	0		
10	10	1110			Chloranthus	Medeolium		Tree		1.02	1.3	2	130	✓	a	1.10	2	1	1	0		INC
10	10	1111			Anacardium	Capirua	sp14573WFF	Tree		2.01	1.3	3.5	130	✓	a	2.20	3	1	1	0		
10	10	1112			Cyathaceae	Cyathia		Tree		2.45	1.3	2.8			a	2.00	3	1	1	0		
10	10	1113	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		2.05	1.3	3	130	✓	a	1.93	2.5	1	1	0		
10	10	1114	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		2.42	1.3	3.5	130	✓	a	2.82	4	2	1	0		
10	10	1115	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		2.08	1.3	3.5	130	✓	a	2.34	3	1	2	0		
10	10	1116	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		2.73	1.3	3.5	130	✓	a	2.87	4	2	1	0		
10	10	1117	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		1.64	1.3	3.5	130	✓	a	1.51	2.3	1	2	0		
10	10	1118			Chloranthus	Medeolium		Tree		1.42	1.3	2.5	130	✓	a	1.66	3	1	2	0		
10	10	1119			Anacardium	Capirua	sp14573WFF	Tree		2.13	1.3	3.5	130	✓	a	2.18	3.5	2	1	1		
10	10	1120	HHH	10	Melastom	Miconia		Shrub		1.68	1.3	4	130	✓	a	1.87	4	2	1	0		
10	10	1121			Anacardium	Capirua	sp14573WFF	Tree		1.54	1.3	2.5	130	✓	a	1.63	2.5	1	1	0		
10	10	1122			Rubiaceae	Psychotria		Shrub		1.09	1.3	4	130	✓	a	1.21	2	1	5	0		
10	10	1123			Melastom	Miconia		Shrub		1.83	1.3	4	130	✓	a	1.8	3	1	4	0		3/400 9/1000
10	10	1124			Melastom	Miconia		Shrub		5.1	1.3	6	130	✓	a	5.29	6	2	1	0		
10	10	1125			Chloranthus	Medeolium		Tree		2.68	1.3	4	130	✓	a	3.15	4	1	2	0		
10	10	1126			Chloranthus	Medeolium		Tree		2.40	1.3	4	130	✓	a							MU on 20, 2011
10	10	1127			Cyathaceae	Cyathia		Tree		1.92	1.3	1.7			a	2.12	1.8	1	1	0		
10	10	1128			Cyathaceae	Cyathia		Tree		1.5	1.3	1.6			a	1.1	1.6	1	1	0		
10	10	1129			Cyathaceae	Cyathia		Tree		1.37	1.3	2.5			a							MU on 20, 2011
10	10	1130			Cyathaceae	Cyathia		Tree		1.58	1.3	2.8			a	2.20	2.4	1	1	0		
10	10	1131			Melastom	Miconia		Shrub		4.48	1.3	4.5	130	✓	a	4.3	5	2	1	0		
10	10	1132			Euphorbia	Alchornea		Tree		2.19	1.3	4	130	✓	a	2.20	4	1	1	0		
10	10	1133			Melastom	Miconia		Shrub		2.11	1.3	3	130	✓	a	2.10	3	1	1	0		INC
10	10	1134			Chloranthus	Medeolium		Tree		1.41	1.3	2.5	130	✓	a	1.50	2.30	1	1	0		INC
10	10	1135			Melastom	Miconia		Shrub		2.55	1.3	3	130	✓	a	3.01	3.5	2	1	0		
10	10	1136			Cyathaceae	Cyathia		Tree		2.11	1.3	1.6			a	2.10	1.6	1	1	0		
10	10	1137			Cyathaceae	Cyathia		Tree		1.7	1.3	2.15			a	2.20	1.6	1	1	0		
10	10	1138			Melastom	Miconia		Shrub		2.83	1.3	3.5	130	✓	a	3.01	3.8	2	1	0		
10	10	1139			Chloranthus	Medeolium		Tree		1.98	1.3	3	130	✓	a	1.90	3	1	1	0		
10	10	1140			Chloranthus	Medeolium		Tree		3.19	1.3	3.5	130	✓	a	4.0	3	2	3	0		
10	10	1141			Euphorbia	Alchornea		Tree		2.47	1.3	3			a	2.65	4	1	2	0		
10	10	1142			Psychotria	Psychotria		Tree		2.99	1.3	3.5			a	2.95	4	1	1	0		
10	10	1143			Psychotria	Psychotria		Tree		1.79	1.3	7			a	2.29	4	1	1	0		
10	10	1144	HHH	10	Psychotria	Psychotria		Tree		1.82	1.3	6	133	✓	a	2.26	4	1	1	0		
10	10	1145			Symplocos	Symplocos	sp14573WFF	Tree		4.58	1.3	6			a	2.40	5	2	1	0		
10	10	1146			Cyathaceae	Cyathia		Tree		9.1	1.3	3			a	9.4	1	1	1	0		
10	10	1147			Anacardium	Capirua	sp14573WFF	Tree		3.8	1.3	6	130	✓	a	4.02	4	2	1	0		
10	10	1148			Rubiaceae	Psychotria		Shrub		1.15	1.3	2.5	130	✓	a							
10	10	1149			Araliaceae	Dendropanax		Tree		3.58	1.3	4	98	✓	a	4.45	4	2	1	0		
10	10	1150			Euphorbia	Alchornea		Tree		1.19	1.3	2.5	122	✓	a	1.10	2	1	1	0		

Anexo 03

Tabla 09.- Variables ambientales para realiza el MLG, obtenidas de diferentes estudios papers realizados en el área de estudio y lugares con similares características.

Nº	Cita
1	Storage and turnover of carbon in grassland soils along an elevation gradient in the Swiss Alps. <i>Global Change Biology</i> , 15(3), 668-679.
2	Nottingham, A. T., Whitaker, J., Turner, B. L., Salinas, N., Zimmermann, M., Malhi, Y., & Meir, P. (2015). Climate warming and soil carbon in tropical forests: insights from an elevation gradient in the Peruvian Andes. <i>Bioscience</i> , 65(9), 906-921.
3	Meier, C. L., Rapp, J., Bowers, R. M., Silman, M., & Fierer, N. (2010). Fungal growth on a common wood substrate across a tropical elevation gradient: temperature sensitivity, community composition, and potential for above-ground decomposition. <i>Soil Biology and Biochemistry</i> , 42(7), 1083-1090.
4	Rapp, J. M., & Silman, M. R. (2012). Diurnal, seasonal, and altitudinal trends in microclimate across a tropical montane cloud forest. <i>Climate Research</i> , 55(1), 17-32.
5	Fierer, N., McCain, C. M., Meir, P., Zimmermann, M., Rapp, J. M., Silman, M. R., & Knight, R. (2011). Microbes do not follow the elevational diversity patterns of plants and animals. <i>Ecology</i> , 92(4), 797-804.

Anexo 04

Script o secuencia de comandos del MLG, para el estudio

Modelo 01.-

```
model1 <- glm(data = fern_modelo3, riqueza ~ elev + map + soil_t + soil_m +  
              soil_c + n_total + f_total,  
              family = poisson(link = log))
```

Resumen de las variables:

```
Call:  
glm(formula = riqueza ~ elev + map + soil_t + soil_m + soil_c +  
    n_total + f_total, family = poisson(link = log), data = fern_modelo3)  
  
Deviance Residuals:  
    Min       1Q   Median       3Q      Max   
-2.4441  -1.4748  -0.4240   0.9165   2.9283  
  
Coefficients:  
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)      
(Intercept) -0.8150844   9.5782198  -0.085   0.93218      
elev         -0.0003176   0.0018626  -0.171   0.86460      
map          0.0000766   0.0001280   0.599   0.54944      
soil_t       -0.0194915   0.3546640  -0.055   0.95617      
soil_m        0.0454390   0.0215836   2.105   0.03527 *    
soil_c       -0.0015940   0.0050913  -0.313   0.75422      
n_total      1.0042188   0.3144872   3.193   0.00141 **   
f_total      -0.3314501   0.2837119  -1.168   0.24270      
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)  
  
    Null deviance: 77.009  on 20  degrees of freedom  
Residual deviance: 55.741  on 13  degrees of freedom  
AIC: 128.17  
  
Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Donde se usaron todas las variables ambientales/suelo observadas, dando como resultados las variables ambientales de humedad de suelo (soil_m) y nitrógeno total (n_total) como posibles explicaciones para una mayor diversidad en la zona de estudio, sin embargo, hay muchas variables que interfieren con el análisis, mostrando un coeficiente de Akaike de 128.17.

Modelo 02. –

```
model3 <- glm(data = fern_modelo3, riqueza ~ elev + map + soil_m +  
              soil_c + f_total, family = poisson(link = log))
```

```
Call:
glm(formula = riqueza ~ elev + map + soil_m + soil_c + f_total,
     family = poisson(link = log), data = fern_modelo3)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.710  -1.248  -0.551   1.127   3.326

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -3.629e-01  1.440e+00  -0.252   0.8010
elev         3.863e-04  1.995e-04   1.936   0.0528 .
map          9.726e-05  1.155e-04   0.842   0.3995 .
soil_m       2.226e-02  2.064e-02   1.078   0.2809
soil_c       1.804e-03  5.314e-03   0.340   0.7342
f_total     -3.594e-01  1.962e-01  -1.832   0.0670 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 77.009  on 20  degrees of freedom
Residual deviance: 70.173  on 15  degrees of freedom
AIC: 138.6

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

En este modelo se retiraron algunas variables ambientales/suelo para mejorar el modelo, sin embargo, los resultados son poco concluyentes y coeficiente de Akaike aumento a 138.6, haciendo que el modelo sea poco confiable.

Modelo 03. –

```
best_model <- glm(data = fern_modelo3, riqueza ~ elev + n_total + soil_m,
                  family = poisson(link = log))
```

```
Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2283  -1.7605  -0.9101   1.0731   2.7293

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.4397100  1.0026410  -1.436  0.151026
elev        -0.0003047  0.0001902  -1.602  0.109198
n_total      1.0409094  0.2775802   3.750  0.000177 ***
soil_m       0.0458040  0.0191723   2.389  0.016891 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 77.009  on 20  degrees of freedom
Residual deviance: 57.671  on 17  degrees of freedom
AIC: 122.1

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Este fue el mejor modelo que explico por qué hay una gran riqueza de especies en el área de estudio, con un coeficiente de Akaike de 122.1 siendo en menor valor de todos los modelos, lo que significa que es el mejor modelo, siendo las variables de humedad de suelo (soil_m) y nitrógeno total del suelo (n_total) los que explican mejor la riqueza de especies.

Anexo 05

PANEL FOTOGRÁFICO



Vista de la puesta de sol, en el sector de Apu Kañaqway, de regreso después de monitoreo, parcela de evaluación AKP-01

Fotografía 01.- Grupo ABERG, 2019.



Ruta al punto de evaluación, en el sector de Acjanaco, parcela de evaluación ACJ-01.

Fotografía 02.- Grupo ABERG, 2019.



Grupos de evaluadores, en las parcelas de evaluación TRU-02, TRII-03.

Fotografía 03.- Grupo ABERG, 2019.



Prensado de muestras, para ponerlas en alcohol para su

Fotografía 04.- Grupo ABERG, 2019.



Ruta a las parcelas de evaluación,
en la línea de bosque.

Fotografía 05.- Grupo ABERG, 2019.



Evaluación en campo de los
helechos arbóreos.

Fotografía 06.- Grupo ABERG, 2019.



Procesado de muestras, para ponerlas en alcohol para su preservación, determinación en campo y registro de

Fotografía 07.- Grupo ABERG, 2019.



Registro de evaluación en campo y características de los helechos.

Fotografía 08.- Grupo ABERG, 2019.



Traslado de equipo y materiales a las zonas bajas de evaluación.

Fotografía 09.- Grupo ABERG, 2019.



Fotografía 07.- Grupo ABERG, 2019, equipo de evaluación año 2019 – Trocha unión.

Anexo 06

Permiso para la el re-censo de parcelas permanentes en el Parque Nacional del MANU, mediante el proyecto “Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático – Parque Nacional de Manu”.



Manu
permit-2019-21-williar


RESOLUCION JEFATURAL DEL PARQUE NACIONAL DEL MANU
N° 11-2019-SERNANP - JEF

Cusco, 10 de mayo de 2019

VISTO:

El Informe N° 14-2019-SERNANP-PNM-E-JAMO de fecha 10 de mayo de 2019, que evalúa la solicitud presentada por William Farfan Rios para realizar la investigación científica que incluye el ingreso a ámbitos de acceso restringido y la extracción de muestras biológicas en el marco del proyecto denominado "Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático - Parque Nacional del Manu", en el ámbito del Parque Nacional del Manu, por el periodo de dos (02) años.

 **CONSIDERANDO:**

Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29° de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, la actualización del Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobada por Decreto Supremo N° 016-2009-MINAM, refiere que la investigación científica constituye una herramienta básica para la generación de información que permita mejorar el conocimiento sobre la diversidad biológica, así como para el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos y amenazas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, publicado el 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;

Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) ingreso a ámbitos de acceso restringido, b) la colecta o extracción de muestras biológicas, c) se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales

protegidas de administración nacional, d) el uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) investigación en predios privados;

Que, mediante Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, publicada el 20 de enero de 2016, se aprueban las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, las mismas que establecen las normas y lineamientos que regulan las investigaciones realizadas al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, en el artículo 23° de las precitadas Disposiciones Complementarias se establecen los criterios de evaluación del Plan de Investigación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 35-2017-MINAM del 03 de febrero del 2017, modifica, entre otros, el Procedimiento N° 4 del Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del SERNANP, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2012-MINAM y modificado por Resolución Ministerial N° 152-2016-MINAM y Resolución Ministerial N° 315-2016-MINAM;

Que, mediante la Resolución Presidencial N° 099-2017-SERNANP, publicado el 18 de abril de 2017, se modifica el proceso GAN-01-10-Otorgamiento de Certificado de Procedencia, asimismo deja sin efecto la Resolución Presidencial N° 250-2013-SERNANP que aprobó el Certificado de Procedencia de los recursos naturales renovables forestales, flora y/o fauna silvestre provenientes de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;



Que, mediante Resolución Ministerial N° 240-2015-MC, el Ministerio de Cultura aprobó el "Protocolo de actuación ante el hallazgo, avistamiento o contacto con pueblos indígenas en aislamiento y para el relacionamiento con pueblos indígenas en situación de contacto inicial", norma que tiene por finalidad "evitar o reducir los riesgos sobrevenientes a una situación de hallazgo, avistamiento o contacto con un pueblo indígena en aislamiento o ante una situación de relacionamiento con un pueblo indígena en situación de contacto inicial, y de ser el caso, atender las emergencias sobrevenientes a éstas;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 799-2007/MINSA, el Ministerio de Salud aprobó la "Norma Técnica de Salud: Prevención, Contingencia ante el Contacto y Mitigación ante el Contacto y Mitigación de Riesgos para la Salud en escenarios con presencia de Indígenas en Aislamiento y en Contacto Inicial" (en adelante, NTS PIACI), la cual tiene por finalidad "proteger la salud de los Indígenas en Aislamiento (IA) y preparar al personal de salud para actuar en caso suceda algún avistamiento o contacto con IA e implementen acciones oportunas y eficaces con calidad humana y técnica y de respeto a su cultura y autodeterminación;

Que, a través del documento del visto, William Farfan Ríos, solicita autorización para realizar investigación científica que incluye el ingreso a ámbitos de acceso restringido y la extracción de muestras biológicas en el marco del proyecto denominado "Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático - Parque Nacional del Manu", en el ámbito del Parque Nacional del Manu, por el periodo de dos (02) años;

Que, mediante Informe N° 14-2019-SERNANP-PNM-E-JAMO de fecha 10 de mayo de 2019, se evalúa la solicitud presentada, concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 18° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, y que el

Plan de Investigación se encuentra conforme a los criterios establecidos en el artículo 23° de las Disposiciones Complementarias en mención;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, el artículo 14° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, aprobadas por Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el desarrollo de la investigación científica denominada "Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático - Parque Nacional del Manu" a favor de William Farfan Rios, a ser realizada en el ámbito del Parque Nacional del Manu, por el periodo de dos (02) años, contado a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución.]

Artículo 2°.- Autorizar el ingreso al Parque Nacional del Manu a las siguientes personas, integrantes del equipo de investigación:



Apellidos y Nombres	Documento de identidad	País de Procedencia	Cargo	Institución
William Farfan Rios	40022331	Perú	Responsable	Universidad de Wake Forest
Miles R. Silman	468125512	Estados Unidos	Responsable	Universidad de Wake Forest
Jhonatan Sallo Bravo	43435082	Perú	Colaborador	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Cathryn Anne Freund	550070312	Estados Unidos	Colaborador	Universidad de Wake Forest
Max Messinger	451854321	Estados Unidos	Colaborador	Universidad de Wake Forest
Yan Carlos Nina Loayza	47967639	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Alexander Quispe Naupa	46563748	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Andrea Palomino Cardenas	46563748	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Adan Jullian Ccahuana Quispe	42282058	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Lucely Vilca Bustamante	72945796	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Norma G. Mamani Mayta	76156709	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Juliana C. Centeno Olarte	48028435	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Silvia N. Ttito Huamanhuillca	46020900	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Cristhian Alvarez Conza	76169254	Perú	Asistente	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Artículo 3º.- Autorizar la colecta de muestras biológicas, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 01.



Cuadro N° 01

Familia	Cantidad de Especímenes
Achariaceae	56
Actinidiaceae	16
Adoxaceae	40
Alzateaceae	16
Anacardiaceae	216
Annonaceae	300
Apocynaceae	332
Aquifoliaceae	200
Araliaceae	150
Arecaceae	120
Asteraceae	280
Betulaceae	8
Bignoniaceae	120
Bixaceae	24
Boraginaceae	120
Brassicaceae	10
Brunelliaceae	80
Burseraceae	300
Buxaceae	10
Calophyllaceae	100

Familia	Cantidad de Especímenes
Loganiaceae	20
Loranthaceae	30
Lythraceae	20
Magnoliaceae	60
Malpighiaceae	100
Malvaceae	500
Marcgraviaceae	10
Melastomataceae	650
Meiaceae	500
Monimiaceae	150
Moraceae	550
Muntingiaceae	10
Myricaceae	10
Myristicaceae	300
Myrsinaceae	30
Myrtaceae	380
Nyctaginaceae	200
Ochnaceae	100
Olcaceae	180
Opiliaceae	30

Artículo 4º.- Los integrantes del equipo de investigación son responsables de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 038-2001-AG, modificado por Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, así como en la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP. Asimismo, los investigadores deberán cumplir con las normas que la Jefatura y su personal dispongan durante el desarrollo de la investigación.

Artículo 5º.- Debido a la geografía accidentada de la zona la cual determina un alto riesgo para la seguridad e integridad personal, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP - Parque Nacional del Manu no se responsabiliza por accidentes o daños a los que pudieran estar expuestos los integrantes del grupo de investigación durante la ejecución del proyecto

Artículo 6º.- William Farfan Rios autorizado en el artículo 1º de la presente Resolución, en su calidad de investigador principal asume las siguientes obligaciones y compromisos:



- a. Presentar copia de la presente autorización al personal del ANP que lo solicite.
- b. No extraer muestras biológicas distintas a las autorizadas.
- c. Tramitar el certificado de procedencia, cuando se requiera trasladar las muestras de material biológico colectado fuera del ámbito del ANP.
- d. Comunicar al SERNANP cualquier nuevo registro para la ciencia, debiendo entregar una copia del depósito del holotipo del nuevo taxa en una institución científica nacional autorizada. La extracción de dichos ejemplares incluyendo los nuevos registros para el ANP deberán ser reportados a la Jefatura de ANP (en el Puesto de Control o sede administrativa más cercana) para su respectiva consignación en el certificado de procedencia.
- e. Gestionar los permisos de exportación ante la autoridad competente, cuando se requiera enviar al extranjero parte del material biológico colectado.
- f. Entregar una vez publicado los resultados de la investigación, una copia digital del informe o la publicación al SERNANP y autorizar su registro en la biblioteca digital del SERNANP.
- g. Entregar a la jefatura del ANP un informe final de la investigación, incluye versión en digital conteniendo material fotográfico.
- h. No utilizar las muestras biológicas con fines de acceso a recursos genéticos o sus productos derivados; así como, no utilizar los conocimientos colectivos vinculados a los recursos biológicos de pueblos indígenas; sin contar con el contrato de acceso correspondiente.
- i. Cumplir con el "Protocolo de actuación ante el hallazgo, avistamiento o contacto con pueblos indígenas en aislamiento y para el relacionamiento con pueblos indígenas en situación de contacto inicial".
- j. Cumplir con lo establecido en la Norma y Guías técnicas para atención y contingencia con PIACI del Ministerio de Salud, 2007, en donde se prevé un protocolo de vacunación a cumplir para personas que se relacionen con pueblos indígenas en situación de contacto inicial y/o transiten áreas con presencia de pueblos indígenas en situación de aislamiento. El cumplimiento del protocolo es demostrable en un carné o tarjeta de vacunación, el cual contendrá fecha de aplicación y vigencia de las siguientes vacunas: **influenza del año en curso, difteria tétano (DT), hepatitis B, fiebre amarilla y sarampión.**

El incumplimiento injustificado de estas obligaciones y compromisos producirá el ingreso del investigador en la lista de investigadores inhabilitados para próximas autorizaciones emitidas por el SERNANP.

Artículo 7°.- La autorización a la que se refiere el Artículo 1° caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

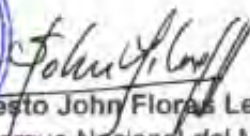
Artículo 8°.- Todas las muestras colectadas serán reportadas a la jefatura del Parque Nacional del Manú, inmediatamente después de la culminación de las labores de campo en el Puesto de Control o Sede Administrativa más cercana, para la emisión del certificado de procedencia correspondiente.

Artículo 9°.- El SERNANP se abstiene de toda responsabilidad por los accidentes o daños que puedan sufrir los integrantes del equipo de investigación durante el desarrollo del proyecto de investigación científica.

Artículo 10°.- Regístrese la presente Resolución en el Módulo de Seguimiento a las autorizaciones de investigación del SERNANP, en el archivo de autorizaciones del Parque Nacional del Manú y publíquese en la página web del SERNANP (www.sernanp.gob.pe).

Regístrese y comuníquese.




Ing. Ernesto John Flores Leiva
Jefe del Parque Nacional del Manú
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SERNANP

Anexo 07



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL:**
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigris N° 127
Teléfonos: 222271 - 234891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 252226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232598 - 252210 - 243833 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227371 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

HERBARIO VARGAS CUZ

CERTIFICADO DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA N° 03-2023-HVC-FCB-UNSAAC

La Directora del Herbario Vargas CUZ, Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), deja constancia que: la Bachiller en Biología Juliana Carmensilvia Centeno Olarte, DNI N° 48028435 y proyecto de investigación *"COMPOSICIÓN, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE HELECHOS ARBÓREOS EN UNA GRADIENTE DE ELEVACIÓN - RESERVA DE BIOSFERA DEL MANU"*, ha presentado a la Dirección del Herbario Vargas CUZ, treinta y dos (32) muestras botánicas para su determinación taxonómica (expediente N° 505773), las que al ser diagnosticadas por la M. Sc. Gloria Calatayud Hermoza, y el Mg. Abel Monteagudo Mendoza, utilizando claves dicotómicas, consulta con bibliografía especializada, y comparación con muestras del herbario, concuerdan con las siguientes especies; basados en los trabajos de Conant et al. (1995, 1996), Pryer et al., 2004 y Korall et al. (2006, 2007).

N°	Familia	Especie
1	Cyatheaceae	Alsophila cuspidata
2	Cyatheaceae	Alsophila erinacea
3	Cyatheaceae	Alsophila minervae
4	Cyatheaceae	Cyathea arnecomelii
5	Cyatheaceae	Cyathea austropallescens
6	Cyatheaceae	Cyathea carolienrici
7	Cyatheaceae	Cyathea carolienrici_meridensis
8	Cyatheaceae	Cyathea catacampta
9	Cyatheaceae	Cyathea catacampta_herzogii
10	Cyatheaceae	Cyathea CCA400
11	Cyatheaceae	Cyathea crenata
12	Cyatheaceae	Cyathea cystolepis
13	Cyatheaceae	Cyathea delgadii
14	Cyatheaceae	Cyathea dintelmanii
15	Cyatheaceae	Cyathea dintelmanii_catacampta
16	Cyatheaceae	Cyathea herzogii
17	Cyatheaceae	Cyathea herzogii_squamipes
18	Cyatheaceae	Cyathea indet
19	Cyatheaceae	Cyathea KGC1607
20	Cyatheaceae	Cyathea lechleri
21	Cyatheaceae	Cyathea lindeniana
22	Cyatheaceae	Cyathea meridensis
23	Cyatheaceae	Cyathea multisegmenta
24	Cyatheaceae	Cyathea obnoxia
25	Cyatheaceae	Cyathea ruiziana
26	Cyatheaceae	Cyathea ruiziana_austropallescens
27	Cyatheaceae	Cyathea squamipes
28	Cyatheaceae	Cyathea squamipes_lindeniana



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

• **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú

• **FAX:** 238156 - 238173 - 222512

• **RECTORADO**

Calle Tigré N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• **CIUDAD UNIVERSITARIA**

Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226

• **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• **LOCAL CENTRAL**

Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• **MUSEO INKA**

Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**

Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

29	Cyatheaceae	Cyathea straminea
30	Cyatheaceae	Cyathea xenoxyla
31	Cyatheaceae	Sphaeropteris quindiuensis
32	Dicksoniaceae	Dicksonia karsteniana

Se le expide la presente certificación a petición formal de la interesada, para los fines que viera por conveniente.

Cusco, 01 de febrero de 2023


Blga. María Luisa Ochoa Cámara
Directora del Herbario Vargas Cuzco



Anexo 08



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL

Nº 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO

Calle Tiro Nº 127

Teléfono: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA

Av. De la Cultura Nº 733 - Teléfono: 228661 -

222512 - 233370 - 232375 - 232220

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210

243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL

Plaza de Armas s/n

Teléfono: 221571 - 223721 - 224115

• MUSEO INKA

Calle del Almirante Nº 103 - Teléfono: 237386

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfono: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. IBARRA"

Av. De la Cultura Nº 721

"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

HERBARIO VARGAS CUZ

CONSTANCIA DE DEPOSITO Nº 03-2023-IIVC-FCB UNSAAC

La que suscribe, directora del Herbario Vargas CUZ, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Blga. María Luisa Ochoa Cámara, emite la presente Constancia de Depósito de Material Biológico, a la Bachiller **Juliana Carmensilvia Centeno Olarte**, identificada con DNI **48028435**, de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, asistente de investigación del Proyecto "*Respuestas de los bosques tropicales al cambio climático - Parque Nacional del Manu*". Deposita un total treinta (30) colecciones botánicas. La colecta de dichas muestras fue autorizada por la **Resolución de Jefatura Nº 11-2019-SERNANP - JEF.** La lista de colecciones botánicas, depositadas al Herbario Vargas CUZ, se adjunta a continuación:

Nº de colecta	Familia	Especies Registradas	Nº de especímenes
385	Cyathecaceae	<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant	1
4286	Cyathecaceae	<i>Alsophila erinacea</i> (H. Karst.) D.S. Conant	1
21	Cyathecaceae	<i>Alsophila mniervae</i> Lehnert	1
4358	Cyathecaceae	<i>Cyathea arnecornelii</i> Lehnert	1
462	Cyathecaceae	<i>Cyathea austropallescens</i> Lehnert	1
357	Cyathecaceae	<i>Cyathea carolinensis</i> Lehnert	1
976	Cyathecaceae	<i>Cyathea carolinensis</i> x <i>meridensis</i>	1
4139	Cyathecaceae	<i>Cyathea catacampta</i> Alston	1
4318	Cyathecaceae	<i>Cyathea catacampta</i> x <i>herzogii</i>	1
4-4B	Cyathecaceae	<i>Cyathea</i> CCA400	1
4287	Cyathecaceae	<i>Cyathea crenata</i> (Sodirol) Christ	1
391	Cyathecaceae	<i>Cyathea cystolepis</i> Sodirol	1
164A	Cyathecaceae	<i>Cyathea delgadli</i>	1
293	Cyathecaceae	<i>Cyathea dintelmanii</i> Lehnert	1
4271	Cyathecaceae	<i>Cyathea dintelmanii</i> x <i>catacampta</i>	1
4083	Cyathecaceae	<i>Cyathea herzogii</i> Rosenst.	1
4106	Cyathecaceae	<i>Cyathea herzogii</i> x <i>squamipes</i>	1
391	Cyathecaceae	<i>Cyathea lechleri</i> Mett.	1
4557	Cyathecaceae	<i>Cyathea lindiana</i> C. Presl	1
4013	Cyathecaceae	<i>Cyathea meridensis</i> H. Karst.	1
535	Cyathecaceae	<i>Cyathea multisegmenta</i> R.M. Tryon	1
634	Cyathecaceae	<i>Cyathea obnoxia</i> Lehnert	1
4115	Cyathecaceae	<i>Cyathea ruiziana</i> Klotzsch	1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL

N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 232513

• RECTORADO

Calle Tiro N° 127

Teléfonos: 222271 - 224891 - 224183 - 234398

• CIUDAD UNIVERSITARIA

Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 -

222512 - 232370 - 232375 - 232220

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252219

243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL

Plaza de Armas s/n

Teléfonos: 227571 - 225726 - 224015

• MUSEO INKA

Cosmo del Almirante N° 103 - Teléfono: 257386

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"

Av. De la Cultura N° 721

"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

227	Cyatheaceae	<i>Cyathea ruiziana x austropallescens</i>	1
295	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes</i> H. Karst.	1
4081	Cyatheaceae	<i>Cyathea squamipes x lindentiana</i>	1
132	Cyatheaceae	<i>Cyathea straminea</i> H. Karst.	1
4210	Cyatheaceae	<i>Cyathea xenoxyla</i> Lehnert	1
4011	Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris quindiuensis</i> (H. Karst.) R.M. Tryon	1
4365	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia karsteniana</i> (Klotzsch) T. Moore	1

Se expide la presente constancia, a petición formal de la interesada para los fines que viera por conveniente

Cusco, 28 de mayo de 2023

Blga. María Luisa Ochoa Cámara
Directora del Herbario Vargas Cuzco



Anexo 09

Especies de helechos arbóreos encontrados en la gradiente de elevación – Reserva de Biosfera del Manu

1. *Alsophila cuspidata* (Kunze) D.S. Conant



2. *Alsophila erinacea* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Alsophila erinacea (H. Karst.) D.S. Conant

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 9 cm de DAP con 3 m de altura, Parcela TRU-06, # 4286

01/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan

1/3 CUZ (JCO-200)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

3. *Alsophila minervae* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Alsophila minervae Lehnert

G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 5, bosque montano alto

-13.10663 -71.58903 2755 m

Helecho arbóreo de 15.9 cm de DAP con 7 m de altura, P: 22 m F: 2.5 m PP: 22, con soros, Parcela TRU-04 # 21
02/07/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan,

1/3 CUZ

(JCO-188)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

4. *Cyathea dintelmanii* x *catacampta*



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea dintelmanii x *catacampta*

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Municipio de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 8, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 13.4 cm de DAP con 3.5 m de altura, pocas frondas, híbrido, Parcela TRU-06, # 4271

02/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan,

1/2 CUZ (JCO-359)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

5. *Cyathea herzogii* Rosent.



6. *Cyathea herzogii* x *squamipes*



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea herzogii x *squamipes*

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector de
Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 11.1 cm de DAP con 5.5 m de altura,
Parcela TRU-06, # 4106

17/07/2017

Colector(s): F. Sinca, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, W. Farfan.

1/3 CUZ (FSC-1530)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

7. *Cyathea lechleri* Mett.



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea lechleri Mett.

M. Lehnert, 2019

MADRE DE DIOS: Provincia del Manu

Distrito del Manu, Zona de amortiguamiento del Parque
Nacional del Manu, Pantiacolla. Bosque submontano
-12.63877 -71.27490 843 m

Helecho arbóreo de 10.2 cm de DAP con 7 m de altura,
Parcela PAN-03, # 391

2019

Colector(s): W. Farfan, A. Nina.

1/3 CUZ

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

8. *Cyathea lindeniana* C. Presl.



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea lindeniana C. Presl

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de San Isidro, bosque montano bajo

-12.99498 -71.55468 1241 m

Helecho arbóreo de 11.9 cm de DAPcon 6 m de altura, Parcela SAI-02, # 4557

29/09/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan,

1/3 CUZ

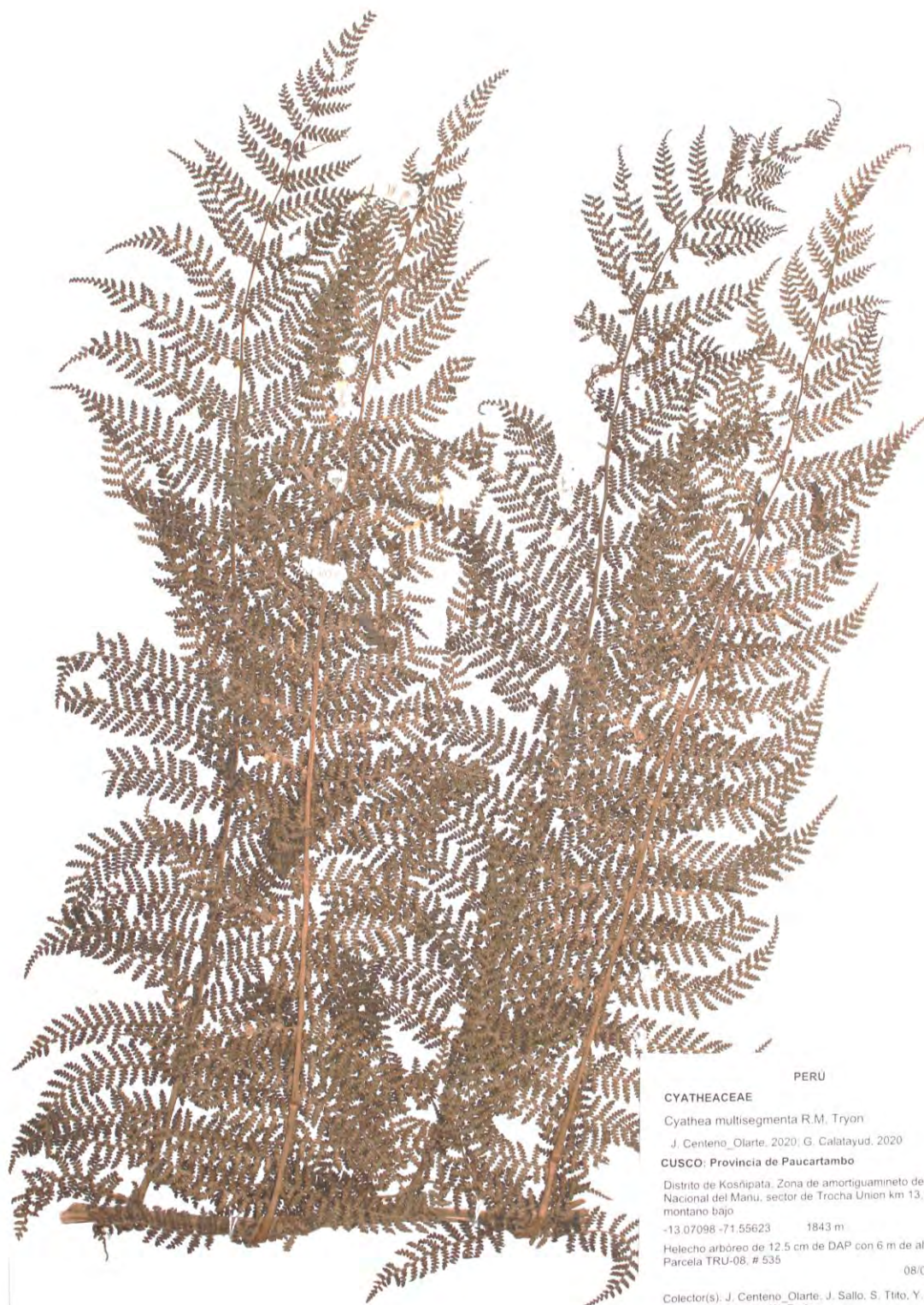
(JCO-375)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP

9. *Cyathea meridensis* H. Karst.



10. *Cyathea multisegmenta* R. M. Tryon



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea multisegmenta R.M. Tryon

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Zona de amortiguamiento del Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Unión km 13, bosque montano bajo

-13 07098 -71 55623 1843 m

Helecho arbóreo de 12.5 cm de DAP con 6 m de altura.

Parcela TRU-08, # 535

08/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

2/3 CUZ (JCO-272)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

11. *Cyathea arnecornelii* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea arnecornelii Lehnert

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosripata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 8, bosque montano

-13.09372 -71.57468 2528 m

Helecho arbóreo de 25.9 cm de DAP con 8 m de altura.
Parcela TRU-05 # 4358

2019

Colector(s): W. Farfan, A. Nina,

2/3 CUZ

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

12. *Cyathea austropallescens* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea austropallescens Lehnert

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 3, bosque montano alto

-13.11048 -71.60475 3261 m

Helecho arbóreo de 13 cm de DAP con 4.5 m de altura, Parcela TRU-02, # 462

12/06/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan,

1/3 CUZ (JCO-144)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

13. *Cyathea carolihenrici* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea carolihenrici Lehnert

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector de
Trocha Union km 10, bosque montano bajo
-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 20.2 cm de DAP con 10 m de altura, P:
13 cm F: 3.2 m PP: 11, Parcela TRU-06, # 357
01/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N.
Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ (JCO-207)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

14. *Cyathea carolihenrici x meridensis*



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea carolihenrici x meridensis

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 8, bosque montano alto

-13.09372 -71.57468 2528 m

Helecho arbóreo de 16.8 cm de DAP con 7 m de altura.

Parcela TRU-05, # 976

27/06/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

2/3 CUZ (JCO-178)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

15. *Cyathea catacampta* Alston



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea catacampta Alston

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 8, bosque montano alto

-13.09372 -71.57468 2528 m

Helecho arbóreo de 14.4 cm de DAP con 6 m de altura, Parcela TRU-05, # 4139

25/06/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ

(JCO-274)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

16. *Cyathea catacampta* x *herzogii*



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea catacampta x *herzogii*

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata: Parque Nacional del Manu: sector de Trocha Union km 8: bosque montano alto

-13.09372 -71.57468 2528 m

Helecho arbóreo de 12.6 cm de DAP con 5.5 m de altura. Parcela TRU-05 # 4318

21/07/2017

Colector(s) F. Sinca, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, W. Farfan

1/3 CUZ (FSC-1588)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

17. *Cyathea crenata* (Sodirol) Christ



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea crenata (Sodirol) Christ

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 11.9 cm de DAP con 4.4 m de altura, Parcela TRU-06, # 4287

01/08/2019

Colector(s): J. Centeno, Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ

(JCO-217)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

18. *Cyathea cystolepis* (Sodirol) Domin



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea cystolepis (Sodirol) Domin

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 21.6 cm de DAP con 9 m de altura, Parcela TRU-06, # 391

01/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ (JCO-202)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

19. *Cyathea delgadii* Sternb.



PERU

CYATHEACEAE

Cyathea delgadii Sternb.

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arboreo de 17.1 cm de DAP, Parcela TRU-06. # 164A

23/05/2017

Colector(s) F. Sinca, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, W. Farfan

1/3 CUZ (FSC-1302)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

20. *Cyathea dintelmanii* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea dintelmanii Lehnert

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de San Isidro, bosque montano bajo

-12.99872 -71.55998 1492 m

Helecho arbóreo de 18.2 cm de DAP con 7 m de altura, SAI-01, # 293

25/09/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ (JCO-359)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

21. *Cyathea obnoxia* Lehnert



PERU

CYATHEACEAE

Cyathea obnoxia Lehnert

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 5, bosque montano alto
-13.10663 -71.58903 2755 m

Helecho arboreo de 16.2 cm de DAP con 6 m de altura,
Parcela TRU-04, # 634

25/07/2017

Colector(s): F. Sinca, J. Salto, S. Tito, Y. Nina, W. Farfan,

2/3 CUZ (FSC-1676)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

22. *Cyathea ruiziana* Klotzsch



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea ruiziana Klotzsch

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de
Trocha Union km 10, bosque montano bajo
-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 13.5 cm de DAP, P: 93 cm F: 3.6 m,
Parcela TRU-06, # 4115

23/07/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N.
Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ

(JCO-194)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

23. *Cyathea ruiziana* x *austropallescens*



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea ruiziana x *austropallescens*

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 5, bosque montano alto

-13.10663 -71.58903 2755 m

Helecho arbóreo de 10.7 cm de DAP con 5.5 m de altura, Parcela TRU-04, # 227

30/06/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

3/3 CUZ

(JCO-275)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP

24. *Cyathea* sp (CCA-400)



25. *Cyathea squamipes* H. Karst.



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea squamipes H. Karst.

J. Centeno_Olarte, 2020; G. Calatayud, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 11, bosque montano bajo

-13.07475 -71.56002 2031 m

Helecho arbóreo de 20.9 cm de DAP, P: 76 cm F: 2.64 m
PP: 13, Parcela TRU-07, # 295

05/08/2019

Colector(s): J. Centeno_Olarte, J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan,

1/3 CUZ

(JCO-252)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

26. *Cyathea squamipes* x *lindeniana*



27. *Cyathea straminea* H. Karst.



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea straminea H. Karst.

M. Lehnert, 2019

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 2, línea de bosque

-13.11393 -71.60760 3402 m

Helecho arbóreo de 12.4 cm de DAP con 4 m de altura, Parcela TRU-01, # 132

14/06/2019

Colector(s): W. Farfan, J. Centeno_Olarte J. Sallo, S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez.

1/3 CUZ

(WFR-5964)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

28. *Cyathea xenoxyla* Lehnert



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea xenoxyla Lehnert

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, sector de Trocha Union km 10, bosque montano bajo

-13.08060 -71.56630 2237 m

Helecho arbóreo de 11.7 cm de DAP con 6 m de altura, Parcela TRU-06, # 4210

01/08/2019

Colector(s): J. Sallo, J. Centeno_Olarte S. Tito, Y. Nina, N. Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

2/3 CUZ (JSB-2086)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP (ABERG)

29. *Cyathea* sp (KGC1607)



PERÚ

CYATHEACEAE

Cyathea sp

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Koshipata, Parque Nacional del Manu, Sector de
Torre, bosque montano

-12.95927 -71.56693 968 m

Helecho arboreo de 10.4 cm de DAP con 4.5 m de altura,
P 1.37 F 2.4 PP 13, Parcela TON-02, # 4-48 28/09/2019

Colector(es): C. Alvarez, J. Quispe, S. Tito, N. Mamani, W.
Farfan

3/3 CUZ

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GROUP
(ABERG)

30. *Sphaeropteris quindiuensis* (H. Karst.) R.M. Tryon



PERÚ
CYATHEACEAE
Sphaeropteris quindiuensis (H. Karst.) R.M. Tryon
J. Centeno Olarte, 2020
CUSCO, Provincia de Paucartambo
Distrito de Rosaspata, Zona de amiguajunado del Parque
Nacional del Manu, sector de San Pedro, Desfile "militar"

31. *Dicksonia karsteniana* (Klotzsch) T. Moore



PERÚ

DICKSONIACEAE

Dicksonia karsteniana (Klotzsch) T. Moore

J. Centeno_Olarte, 2020

CUSCO: Provincia de Paucartambo

Distrito de Kosñipata, Parque Nacional del Manu, sector
Trocha Union km 8, bosque montano alto

-13.09372 -71.57468 2528 m

Helecho arbóreo de 20.6 cm de DAP con 2.5 m de altura
Parcela TRU-05, # 4365

22/06/20

Colector(s): J. Sallo, J. Centeno_Olarte S. Tito, Y. Nina,
Mamani, C. Alvarez, W. Farfan.

1/3 CUZ (JSB-1997)

ANDES BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM RESEARCH GR
(ABECOR)