

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**DIVERSIDAD DE BRIOPHYTAS (MUSGOS) EN LOS HUMEDALES
DE YANACocha, K'ELLOCOCHA Y CH'AKICOCHA, URUBAMBA-
CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. ELIAS PAZ APAZA

Br. LUZ MARINA PUMACHAPI CONZA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE BIÓLOGO**

ASESOR:

M.Sc. WASHINGTON GALIANO SANCHEZ

CUSCO - PERÚ

2017



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

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

El que suscribe, el Asesor FLAVIA CAROL MUNIZ PAREJA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: DIVERSIDAD DE BRYOPHYTES
(MUSGOS) EN LOS HUMEDALES DE YANACocha, K'ELLOCOCHA
Y CH'AKICOCHA, URUBAMBA - CUSCO

Presentado por: LUZ MARINA PUMACHAPI CONZA DNI N° 42024213 ;
presentado por: ELIAS PAZ APOZA DNI N°: 41615914
Para optar el título Profesional/Grado Académico de BIOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

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

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

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

Cusco, 29 de MAYO de 2026

Flavia C. Muniz Pareja
Firma
Post firma Flavia C. Muniz Pareja
Nro. de DNI 23831035
ORCID del Asesor 000-0001-5556-7686

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 2725:94992924

Tesis Diversidad de Bryophytas PAZ.PUMACHAPI.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:594992924

Fecha de entrega

27 may 2026, 7:45 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

27 may 2026, 8:02 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis Diversidad de Bryophytas PAZ.PUMACHAPI.pdf

Tamaño del archivo

5.4 MB

173 páginas

42.645 palabras

234.439 caracteres

10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 22 palabras)
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
260 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

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

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

DEDICATORIA

A mis amados padres, Justo y María, por su amor infinito y silencioso, por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la dignidad. Todo lo que soy tiene sus raíces en ustedes.

A mis hermanas, Alexandra y Vanessa, por su cariño constante, por su complicidad y por ser siempre un refugio en cada etapa de mi vida.

A Pedro, mi compañero de vida, por su amor incondicional, por sostenerme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro. Gracias por ser parte de este camino.

A mis adorados hijos, Amaru y Samin, luz de mis días y razón de mis sueños, quienes dan sentido cada paso que doy y me inspiran a seguir creciendo.

A ustedes, que son mi todo, con infinito amor.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, nuestra alma máter, y a la Facultad de Ciencias Biológicas, por habernos formado académica y éticamente, proporcionándonos las bases necesarias para el ejercicio responsable de la profesión. Agradecemos de manera especial al Mg. Washington Hilario Galiano Sánchez, por su acompañamiento constante como asesor, por su orientación oportuna, su dedicación y sus valiosos aportes a lo largo del desarrollo de esta tesis. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a la Dra. María Encarnación Holgado Rojas, por su generoso apoyo al permitir el acceso al laboratorio del Centro de Investigación CIPHAM, facilitando el desarrollo experimental de esta investigación. Finalmente, agradecemos al Dr. Luciano Julián Cruz Miranda, por sus acertadas observaciones y contribuciones, que enriquecieron sustancialmente el presente trabajo académico.

A nuestras familias, por su apoyo constante, su amor incondicional y por acompañarnos en cada paso de este camino. A nuestros, amigos, por su soporte, su confianza y por estar presentes en los momentos más importantes, brindándonos ánimo y fortaleza para seguir adelante.

INDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
JUSTIFICACIÓN	iv
OBJETIVOS	v
HIPÓTESIS	vi
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes bibliográficos	1
1.2 Aspectos generales de los briofitos	3
1.2.1 Características morfológicas de los Briofitos.....	7
1.2.2 Principales diferencias entre los tres grupos de Briofita	20
1.2.3 Toma y conducción del agua en briófitos	21
1.2.4 La estrategia poiquilohídrica	27
1.2.5 Tolerancia a la deshidratación y congelación en briófitos	29
1.2.6 Rol ecológico de las Briophytas.....	30
1.2.7 Valor económico de las Briophytas.....	31
1.3 Aspectos generales del género <i>polylepis</i>	33
1.3.1 Importancia de los Bosques de <i>Polylepis</i>	34
1.3.2 Ecología de los Bosques de <i>Polylepis</i>	35
1.3.3 Briofitos en bosques de <i>Polylepis</i>	37
1.4 Ubicación taxonómica de briofitos de los bosques de <i>polylepis</i> de las tres localidades	37
CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODO	67
2.1 Area de estudio.....	67
2.1.1 Ubicación Política	67
2.1.2 Ubicación Geográfica.....	68
2.1.3 Ubicación de cada Bosque	71

2.1.4 Accesibilidad.....	71
2.1.5 Características del área de estudio.....	72
2.2 MATERIALES.....	79
2.2.1 Materiales de campo.....	79
2.2.2 Material de laboratorio	79
2.2.3 Material Biológico.....	80
2.3 metodología de investigación.....	81
2.3.1 Fase de Campo	81
2.3.2 Fase de Gabinete	86
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	92
3.1 Composición florística de los musgos terrestres en los tres bosques	92
3.2 Composición florística de los musgos terrestres en los tres bosques	95
3.2.1 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de Yanacocha	97
3.2.2 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de K'ellococha ...	98
3.2.3 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de Ch'akicocha...	99
3.3 Análisis estadístico de la comparación de la riqueza de especies de briofitos en cada bosque	101
3.4 Determinación de cobertura	104
3.4.1 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de Yanacocha.....	104
3.4.2 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de K'ellococha.....	105
3.4.3 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de Ch'akicocha	106
3.5 Índice de diversidad y similitud de briofitos	108
3.5.1 Índices de diversidad de Shannon-Wiener	108
3.5.2 Índice de Jaccard	109
DISCUSIÓN	111
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES.....	116

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXOS	130
Anexo 01. Puntos de muestreos en el bosque de Yanacocha	130
Anexo 02. Puntos de muestreos en el bosque de K'ellococha	131
Anexo 03. Puntos de muestreos en los bosques de Ch'akicocha	132
Anexo 04. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de Yanacocha	133
Anexo 05. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de K'ellococha.....	137
Anexo 06. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de Ch'akicocha.....	141
Anexo 07. Datos obtenidos de biomasa de Musgos en los bosques de. Yanacocha. K'ellococha y Ch'akicocha	145
Anexo 09. Datos obtenidos de Contenido hidrico relativo de Musgos en los bosques de. Yanacocha. K'ellococha y Ch'akicocha a 0 m, 5m y 10 m de distancia por transecto.....	148
Anexo 10. Datos obtenidos de Deficit de Saturación Hidrica de Musgos en los bosques de. Yanacocha. K'ellococha y Ch'akicocha a 0 m, 5m y 10 m de distancia por transecto	151
Panel de evidencias fotográficas	154

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Diferencia entre Hepáticas, Antoceros y Musgos	20
Tabla 2	Ubicación geográfica de los bosques de <i>Polylepis</i>	68
Tabla 3	Ubicación de los bosques.....	71
Tabla 4	Datos accesibilidad a los bosques del estudio.....	71
Tabla 5	Datos climáticos de las Estaciones Meteorológicas de Urubamba (2001- 2010).....	74
Tabla 6	Lista de especies de flora para el bosque de <i>Polylepis</i> de Yanacocha.....	77
Tabla 7	Especímenes de musgos identificados en los bosques de Yanacocha (Y), K'ellococha (K) y Ch'akicocha (CH).....	92
Tabla 8	Hepaticas determinados en los Bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha	93
Tabla 9	Formas de vida de musgos y características morfoecológicas.....	94
Tabla 10	Distribución de musgos en los bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha	95
Tabla 11	Número de especies de briofitas en Bosque de Yanacocha	97
Tabla 12	Número de especies de briofitas en Bosque de K'ellococha	98
Tabla 13	Número de especies de briofitas en Bosque de Ch'akicocha	100
Tabla 14	Resumen de los análisis estadísticos para la riqueza de especies de musgos en los tres bosques.....	101
Tabla 15	Análisis de Varianza ANOVA para la riqueza de especies de briofitos en los tres bosques.....	102
Tabla 16	Comparaciones múltiples para los valores de riqueza de especies de briofitos entre los tres bosques con el Test de Tukey.....	103
Tabla 17	Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de Yanacocha.....	105
Tabla 18	Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de K'ellococha	106
Tabla 19	Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de K'ellococha	107
Tabla 20	Índices de diversidad de los tres bosques	108
Tabla 21	Índice de similitud de Jaccard para los tres Bosques.....	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Briofitas.....	6
Figura 2 Morfología de los musgos	7
Figura 3 Protonema de <i>Bartramia ithiphylla</i>	8
Figura 4 Protonema de musgo con yema desarrollada	9
Figura 5 Protonema de musgo con yema joven.....	10
Figura 6 Protonema (caulonema) y yema joven en desarrollo del musgo <i>Funaria hygrometrica</i>	10
Figura 7 Gametofito.....	12
Figura 8 Esporofito	15
Figura 9 Vías para el desplazamiento de agua en briofitos	16
Figura 10 Espora de un musgo	17
Figura 11 Ciclo de vida de los musgos.....	18
Figura 12 Evolución de las Brriophytas	19
Figura 13 Simplasto y apoplasto.....	23
Figura 14 Vías de transporte de agua.....	24
Figura 15 Formas de musgos y hapáticas	26
Figura 16 Formas de vida de <i>Breutelia</i> sp. y <i>Lepyrodon tomentosus</i>	27
Figura 17 Efecto de la deshidratación y disminución del volumen celular plegamiento de filidio.....	28
Figura 18 Valor económico de <i>Sphagnum magellanicum</i>	32
Figura 19 <i>Polylepis racemosa</i>	33
Figura 20 <i>Polylepis subsericans</i> Jf.Macbr.A Hábito.....	34
Figura 21 Características morfológicas de <i>Dricanaceae</i>	41
Figura 22 Partes del <i>Campylopus</i>	44
Figura 23 <i>Rhacocarpus purpurascens</i>	56
Figura 24 <i>Brachythecium</i>	59
Figura 25 Descripción gráfica del <i>Pleurozium</i>	61
Figura 26 Mapa Político Administrativo de la Provincia de Urubamba.....	67
Figura 27 Mapa de ubicación regional, provincial, distrital y área de estudio	69
Figura 28 Mapa de ubicación geográfica de los bosques de <i>Polylepis</i> en el distrito de Huayllabamba, provincia de Urubamba, Cusco	70
Figura 29 Rutas de acceso a la zona de estudio	72

Figura 30	Climatodiagrama de Urubamba (2001-2010).....	75
Figura 31	Esquema del diseño de muestreo.....	82
Figura 32	Esquema de la ubicación de transectos en el Bosque de Yanacocha	83
Figura 33	Esquema de la ubicación de transectos en el bosque de K'ellococha	84
Figura 34	Esquema de la ubicación de transectos en el bosque de Ch'akicocha	84
Figura 35	Etapas de muestreo.....	85
Figura 36	Muestras secas para análisis de biomasa y retención hídrica en musgos.....	86
Figura 37	Equipos utilizados para el análisis de muestras, B. Laboratorio de CIPHAM.....	87
Figura 38	Secado de muestras de flora vascular en el gabinete de secado de la UNSAAC..	88
Figura 39	Determinación de especies el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) , Herbario Vargas Cuz y Laboratorio del CIPHAM	88
Figura 40	Distribución de briofitos en los tres bosques.....	96
Figura 41	Riqueza de especies por cuadrantes de briofitos en los tres bosques.....	104
Figura 42	Dendrograma de similitud de Jaccard entre los tres bosques.....	110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la cuenca del Urubamba, Cusco, en tres bosques naturales de *Polylepis* ubicados en las inmediaciones de las lagunas Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, durante los meses de febrero a noviembre de 2015, con la finalidad de determinar la diversidad de la flora de briófitos. Para la evaluación en cada bosque se trazaron diez transectos de 10 metros desde la ribera de la laguna hacia el interior del bosque, y en cada una se establecieron tres cuadrantes de 1 m², ubicados a 0 m, 5 m y 10 m, respectivamente. Se analizó la diversidad de la flora briofítica, la cobertura relativa de los briófitos y los índices de diversidad. De manera complementaria, en cada cuadrante se establecieron cuatro subcuadrantes de 10 cm² para evaluar variables relacionadas con el contenido de agua en campo, el contenido hídrico y el déficit de saturación hídrica de los briófitos terrestres. Se identificaron 28 especies de musgos, distribuidas en 9 órdenes, 17 familias y 24 géneros, 2 especies de hepáticas, en 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros. En cuanto a la riqueza, Ch'akicocha y K'ellococha presentaron 24 especies cada uno, mientras que Yanacocha registró 21 especies. El índice de similitud de Jaccard fue mayor entre K'ellococha y Ch'akicocha, con un valor de 0.778. Las especies con mayor cobertura relativa fueron *Thuidium peruvianum* e *Hypnum amabile* en Yanacocha y K'ellococha, mientras que en Ch'akicocha destacaron *Breutelia nigrescens* y *Thuidium peruvianum*.

Palabras clave: Briófitos, Diversidad florística, Cobertura relativa, Índice de similitud.

INTRODUCCIÓN

Los briófitos cumplen un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas, debido a su capacidad para retener agua y regular la humedad ambiental. Durante los periodos de lluvia absorben el exceso de agua y, cuando el ambiente se vuelve más seco, la liberan lentamente, contribuyendo así a mantener condiciones favorables para el desarrollo de otras plantas. Además, forman parte importante de la vegetación epífita, participan en la formación de turberas, mejoran la calidad del suelo, ayudan a reducir la erosión y proporcionan refugio a diversos invertebrados (Glime, 2007). Del mismo modo, también han sido reconocidos como bioindicadores de contaminación atmosférica por metales pesados (Bharali & Bates, 2006).

Estas plantas son altamente sensibles a las condiciones microambientales, como la luz, la humedad relativa y la temperatura (Thiers, 1988). Por ello, responden con rapidez a pequeñas alteraciones del entorno, especialmente cuando existe perturbación del bosque, lo que las convierte en buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas (Gradstein, 1992). En el caso de los bosques de *Polylepis*, cuando estos son afectados o degradados, los musgos suelen disminuir notablemente o incluso desaparecer junto con el bosque (Yallico, 1992).

En los ecosistemas altoandinos, las briófitas también cumplen una función ecológica importante en la dinámica de regeneración vegetal. Se ha señalado que la presencia de musgos favorece la germinación de semillas, el rebrote y el establecimiento de plántulas de *Polylepis*, ya que actúan como termorreguladores y conservan la humedad por periodos prolongados (Yallico, 1992). Esta función resulta especialmente relevante en ambientes de alta montaña, donde las condiciones climáticas suelen ser más rigurosas y variables.

En ese contexto, la presente investigación se desarrolló entre febrero y noviembre de 2015 en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, ubicados en la cuenca del Urubamba, Cusco, con el propósito de determinar la diversidad de briófitas, específicamente

musgos terrestres. Para ello, se evaluó la composición florística, la riqueza de especies, la cobertura y la diversidad de las comunidades de musgos mediante índices ecológicos. De este modo, el estudio se centra en comprender la variación ecológica de estas comunidades entre los humedales evaluados, considerando su importancia en los ecosistemas altoandinos y el escaso conocimiento regional sobre este grupo vegetal.

JUSTIFICACIÓN

Es importante conocer la diversidad de briófitas terrestres, especialmente de los musgos, en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, debido a que estos organismos cumplen un papel ecológico fundamental en el mantenimiento del equilibrio de estos ecosistemas altoandinos. Su presencia, composición y distribución permiten comprender mejor la dinámica biológica del humedal y el valor ecológico que alberga. Además, generar información sobre esta diversidad contribuye a fortalecer las bases para su conservación y manejo adecuado, así como para prevenir, reducir o mitigar los efectos de las actividades antrópicas sobre ambientes naturales que son particularmente frágiles y sensibles.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la diversidad de Briophytas (musgos) en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, Urubamba-Cusco.

Específicos

Objetivos específicos

1. Describir la composición florística y la riqueza de especies de musgos en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, Urubamba-Cusco.
2. Determinar la cobertura de musgos en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, Urubamba-Cusco.
3. Determinar la diversidad de las comunidades de musgos entre los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, Urubamba-Cusco, mediante índices ecológicos.

HIPÓTESIS

Los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha presentan diferencias en la diversidad de briófitas (musgos), como resultado de las particularidades ecológicas y ambientales propias de cada ecosistema.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes bibliográficos

Saji (2014), estudió la diversidad de musgos epífitos en bosques de *Polylepis* en las localidades de Canchacancha, Contorkayku, K'ellococha Manthanay, donde se encontraron 27 especímenes de musgos, 13 familias, 17 géneros, de los cuales 20 de estos musgos se encuentran identificados hasta especie, 6 hasta género y uno hasta familia. Las especies *Neckera ehrenbergii* Müll. Hal., *Zygodon quitensis* Mitt. Y *Didymodon challaense* (Broth.) R. H. Zander., son nuevos reportes para el Perú y las especies de *Bartramia potosica* Mont., *Brachythesium occidentale* (Hampe) A. Jaeger, *Bryum andicola* Hook., *Bryum subapiculatum* Hampe, *Daltonia trachyodonta* Mitt, *Campylopus areodictyon* (Müll. Hal.) Mitt., *Chorisodontium mittenii* (Müll. Hall.) Broth., *Braunia cirrhifolia* (Mitt.) A. Jaeger, *Neckera andina* Mitt., *Orthotrichum elongatum* Taylor, *Zygodon fragilis* H. Rob, *Leptodontium tricolor* (R.S. Williams) R. H. Zander *Syntrichia andicola* (Mont.) Ochyra y *Lepyrodon tomentosus* (Hook.) Mitt., son reportados por primera vez para Cusco.

Merchán y Delgado (2011), estudiaron la diversidad y la retención de agua de los musgos en tres localidades de Colombia Siachoque, Toca y Pesca, donde el 67% de muestras colectadas pertenecen a la familia Sphagnaceae con el género *Sphagnum*, el 14% pertenece a la familia Ditrichaceae con el género *Ditrichum*, y un 29% para las familias Leucomiaceae con el género *Leucomium*, Dicranaceae con el género *Campylopus*, Ortotrichaceae con el género *Macromitrium* y Bartramiaceae con género *Bartramia*., la localidad de Toca con mayor diversidad de musgos y la localidad de Pesca con el mayor contenido hídrico en musgos.

Mamani (2010), estudió la cantidad de biomasa que producen las briofitas epífitas en el parque Nacional del Manu, e informa que dichas plantas tienen gran capacidad de asimilar e incorporar el carbono a sus estructuras: es decir lo fijan y lo mantienen almacenado formando

parte de la biomasa. Así mismo se encontró que la mayor biomasa en Bryophytas se encuentra a los tres metros de altura en el fuste del árbol.

Churchill et al. (2009), realizaron una investigación en el territorio boliviano y elaboran un catálogo en la que identificaron un total de 918 especies de musgos, siendo las familias: *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Dicranaceae*, *Pilotrichaceae* y *Bartramiaceae* las más diversas. Así mismo se comprueba que existe una mayor diversidad de musgos entre 2000 y 3000 m de altura, también se asevera que el sustrato más común para los musgos es el suelo, seguido de las rocas y el tercer grupo lo forman los musgos epífitos.

Avendaño y Aguirre (2007), evaluaron la riqueza de musgos pertenecientes a la región de Santa María - Bocayá, Colombia. Reportando un total de 68 especies de musgos, pertenecientes a 45 géneros y 21 familias. Las familias más ricas en géneros fueron: *Hypnaceae*, *Meteoriaceae*, *Pilotrichaceae* y *Fissidentaceae*. Los géneros más ricos en especies fueron: *Fissidens* y *Syrrhopodon*.

Tupayachi (2005), evaluó la flora de la Cordillera del Vilcanota, reporta un total de 871 especies repartidas en 450 géneros y 145 familias. Dentro de la lista de especies que presentó, identificó 35 especies de briofitas, pertenecientes a 24 géneros y 14 familias.

Galiano et al. (2005), estudiaron la flora del Valle del Cusco en el que reconocen 14 especies de musgos: *Bryum flexisetum*, *Bryum densifolium*, *Bryum argenteum*, *Brachytecium rutabulum*, *Breutelia tomentosa*, *Anacolia setifolia*, *Anacolia laerisphaera*, *Funaria hygrometrica*, *Fabronia jamesonii*, *Fabronia lindegii*, *Haplodontium argentifolium*, *Grimmia ovale*, *Polytrichadelphus magellanicus* y *Bazania phyllobola*.

Fuentes y Churchill (2005), publicaron un estudio sobre la diversidad de briofitas de la Región de Madidi en el noreste de Bolivia, identificando un total de 369 especies de musgos distribuidas en 168 géneros 54 familias, así mismo señalaron el hábito y la gradiente altitudinal de cada una de las especies identificadas.

Acurio (2002), evaluó la diversidad y distribución de musgos en la zona de Wiñay Wayna, Santuario Histórico de Machu Picchu-Cusco. El trabajo se realizó en un rango altitudinal de 2500-3100 metros; obteniéndose un total de 129 especies en 72 géneros y 29 familias. Dentro de estas las especies más frecuentes en el hábitat epífita se encuentran: *Porotrichum longirostre*, *Entodon jamesonii*, *Meteoridium remotifolium*, *Papillaria imponderosa*, *Mittenothamnium reptans* y *Thuidium peruvianum*.

Don y Sandoval (1996), hicieron una revisión y recopilación detalladas de la información existente acerca de la brioflora peruana, desde los primeros hasta los más recientes estudios realizados. En este artículo se refirieron además a la importancia de los briofitos en los diversos ecosistemas de los bosques tropicales. Del mismo modo, indicaron que la lista más reciente de brioflora peruana incluía un total de 889 spp. de musgos, en 244 géneros y 62 familias y cerca de 625 hepáticas. Por otro lado, en esta publicación, pusieron énfasis en la zona de Pakitza (Parque Nacional del Manu), indicando que esta tenía una gran diversidad de hábitats en áreas aún prístinas y pobremente exploradas y que, estudios comparativos en otras selvas de tierras bajas en el norte de América del Sur y Panamá, sugerían que la brioflora de Pakitza probablemente posea poca diversidad y fitomasa con relación a aquella de selvas tropicales a mayores elevaciones.

1.2 Aspectos generales de los briofitos

Los briófitos engloban musgos (Figura 1A), hepáticas (Figura 1B) y antocerotas (Figura 1C), se caracterizan por ser plantas terrestres en las que el esporofito es extremadamente sencillo (sin ramificaciones y con un único esporangio) y permanece unido al gametofito, que de forma prácticamente generalizada es el dominante en el ciclo biológico. La escasa talla de los briófitos condiciona en gran medida diversos aspectos de su biología. Las necesidades de fotosíntesis, el mantenimiento de la arquitectura de la planta, el transporte de sustancias y el anclaje al sustrato pueden solventarse sin requerir una diferenciación estructural y funcional en

raíces, tallos y hojas. Estos órganos nunca aparecen en briófitos. De forma típica, los briófitos adoptan una estrategia poiquilohídrica, que implica que la planta carece de mecanismos eficaces de regulación de niveles internos de agua, con lo que éstos dependen de la disponibilidad hídrica exterior. Los sistemas de aislamiento e impermeabilización están escasamente desarrollados, por lo tanto, pueden hidratarse y desecarse rápidamente. En contrapartida, son reviviscentes: pueden permanecer en estado latente en condiciones de deshidratación por debajo del umbral necesario para sus funciones metabólicas, y de recuperar dichas funciones al rehidratarse (Estébanez, Draper, & Medina, 2011).

Los briófitos engloban musgos hepáticas y antocerotas, son reconocidos como plantas no vasculares, no presentan raíces verdaderas ni tejidos conductores. En términos morfológicos, suelen ser de tamaño reducido y mostrar estructuras verdes semejantes a hojas, así como gametofitos simples de tipo taloso o folioso, junto con órganos reproductivos característicos (Qiao, et al., 2025).

Según Ghosh et al. (2026) las briófitas constituyen uno de los linajes más antiguos de plantas que lograron establecerse en el medio terrestre. Su evolución ocurrió en escenarios ambientales adversos, donde la escasa disponibilidad de agua, las temperaturas extremas y el estrés osmótico generaron fuertes presiones selectivas, favoreciendo profundas modificaciones morfológicas, fisiológicas y moleculares. En estas primeras plantas colonizadoras, la desecación celular representó uno de los principales desafíos para su supervivencia. Debido a su ubicación estratégica dentro de la evolución de las plantas terrestres y a su estrecha relación filogenética con las algas estreptofitas, los mecanismos de tolerancia a la desecación presentes en las briófitas poseen un notable valor evolutivo. Entre sus adaptaciones iniciales destacan las modificaciones en los patrones de crecimiento y el desarrollo de estructuras vegetativas especializadas. Además, este grupo logra persistir en ambientes extremos mediante la regulación de diversos procesos fisiológicos y bioquímicos, como la conservación de los

pigmentos fotosintéticos, el ajuste osmótico, la estabilidad de las membranas, el mantenimiento del equilibrio redox y la acumulación de solutos compatibles y proteínas asociadas con la respuesta al estrés.

Los briófitos presentan una rápida pérdida de agua cuando la humedad relativa del ambiente disminuye. Su capacidad para tolerar la desecación está influenciada por diversos factores tanto ecológicos como fisiológicos. En este contexto, los compuestos orgánicos volátiles (COV) pueden contribuir a mejorar su resistencia frente a la deshidratación (Esteban, et al., 2024).

La fotosíntesis y numerosos procesos fisiológicos en las plantas dependen, en última instancia, de la disponibilidad de agua. En las briofitas, esta relación es aún más marcada, ya que carecen de mecanismos como estomas funcionales eficientes, cutícula desarrollada o sistemas internos de conducción de agua que permitan regular activamente su contenido hídrico. Por ello, la cantidad de agua que poseen varía de acuerdo con la humedad disponible en el ambiente. Como resultado, cuando la humedad relativa del aire disminuye, estas plantas pierden agua con rapidez y sus procesos fisiológicos se reducen o se detienen bajo condiciones secas, es decir, cuando sus tejidos se deshidratan; en cambio, dichos procesos se reactivan en ambientes húmedos mediante la rehidratación. A pesar de ello, la mayoría de las briofitas, conocidas como tolerantes a la desecación, tienen la capacidad de soportar una pérdida considerable de agua (Esteban, et al., 2024).

Figura 1

Briofitas



Nota. A. *Thuidium peruvianum* (Musgo), B. *Metzgeria* sp. (Hepatica) y C. *Anthocero* sp. (Antocerota). Obtenido de Holyoak (2008).

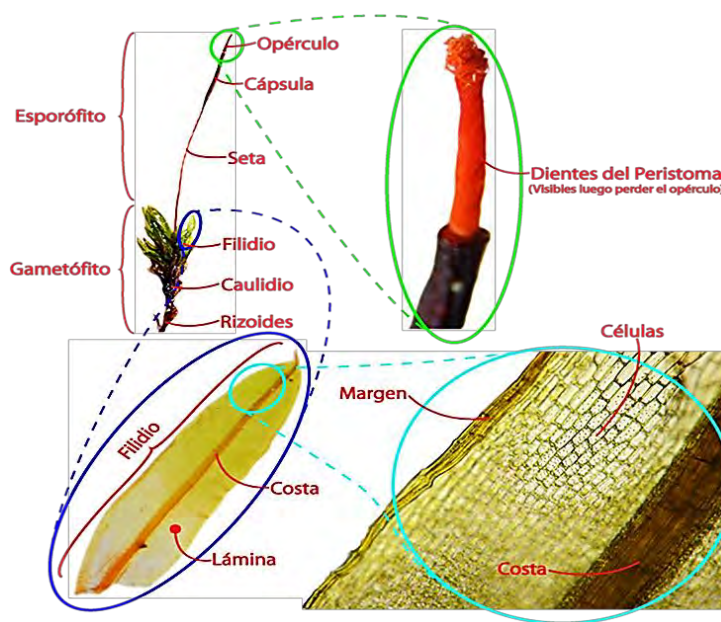
Debido a que la absorción en los briófitos se lleva a cabo a través de toda la superficie de la planta, el transporte de sustancias orgánicas e inorgánicas no presenta una direccionalidad tan definida como ocurre en las plantas vasculares. Por ello, los tejidos de conducción que pueden aparecer en este grupo no alcanzan el grado de especialización propio del xilema y el floema verdadero. En realidad, la conducción externa del agua y de los nutrientes, realizada por capilaridad sobre la superficie de la planta, adquiere una relevancia fisiológica fundamental. Asimismo, los briófitos no se fijan al sustrato mediante raíces, sino a través de filamentos simples denominados rizoides. Del mismo modo, aunque en muchos briófitos el gametofito presenta un eje con expansiones laminares semejantes a tallos y hojas, estas estructuras no poseen la complejidad ni la homología de los órganos verdaderos de las plantas vasculares; por esta razón, se emplean los términos caulidios para los ejes y filidios para las láminas fotosintéticas. Por otro lado, es importante considerar que el gametofito de los briófitos, especialmente en las formas de mayor complejidad, se desarrolla a partir de una etapa juvenil poco diferenciada, ya sea filamentosa o laminar, conocida como protonema. Esta

estructura surge directamente de la germinación de la espora meiótica y constituye una fase propia de los briófitos, sin equivalente en las plantas vasculares (Estébanez, Draper, & Medina, 2011; Álvarez & Beatriz, 2021).

1.2.1 Características morfológicas de los Briofitos

Figura 2

Morfología de los musgos



Nota. Obtenido de Oliván et al. (2010)

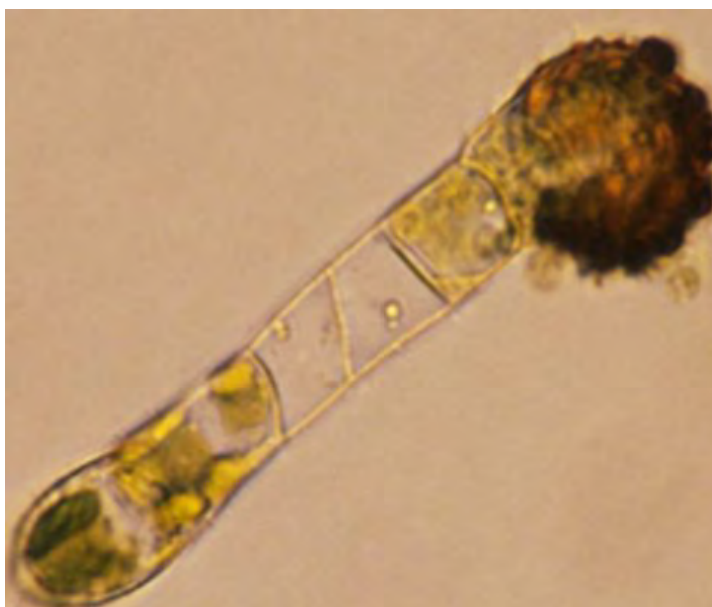
1.2.1.1 El protonema

La fase gametofítica se inicia con la germinación de una espora meiótica. Al constituir la fase dominante del ciclo de vida, se desarrolla a partir de un estado juvenil con escasa diferenciación histológica, el cual representa el producto inmediato de la germinación de la espora. Esta fase juvenil se denomina protonema (Figura 02); aunque etimológicamente significa “primer filamento”, su morfología puede ser filamentosa, como ocurre en la mayoría de los musgos, o talosa. Asimismo, la morfología y el desarrollo del protonema pueden poseer valor taxonómico (Nehira, 1983) y favorecer distintas estrategias de colonización del medio (Crum, 2001).

El cloronema y el caulonema, que en conjunto conforman el protonema, corresponden a dos tipos celulares claramente diferenciables desde el punto de vista morfológico y representan etapas sucesivas del crecimiento filamentoso. El protonema se origina a partir de la espora mediante una célula inicial cloronemal, la cual tiene la capacidad de dividirse y autorrenovarse para formar filamentos constituidos por células cloronemales. Posteriormente, esta célula inicial puede diferenciarse en una célula inicial caulonemal, que también se divide y se renueva, dando origen a filamentos de células caulonemales, caracterizados por una ramificación más extensa y por participar en la formación de brotes tridimensionales. Asimismo, la transición de una célula inicial cloronemal a una célula inicial caulonemal se encuentra rigurosamente controlada por procesos de remodelación del citoesqueleto de actina inducidos por auxinas. Diversas investigaciones han demostrado que los mecanismos genéticos responsables de esta transición no solo intervienen en el desarrollo del protonema, sino que también desempeñan un papel fundamental en la regulación del crecimiento y la diferenciación apical en distintos grupos de plantas (Jaeger & Moody, 2021).

Figura 3

Protonema de Bartramia ithiphylla



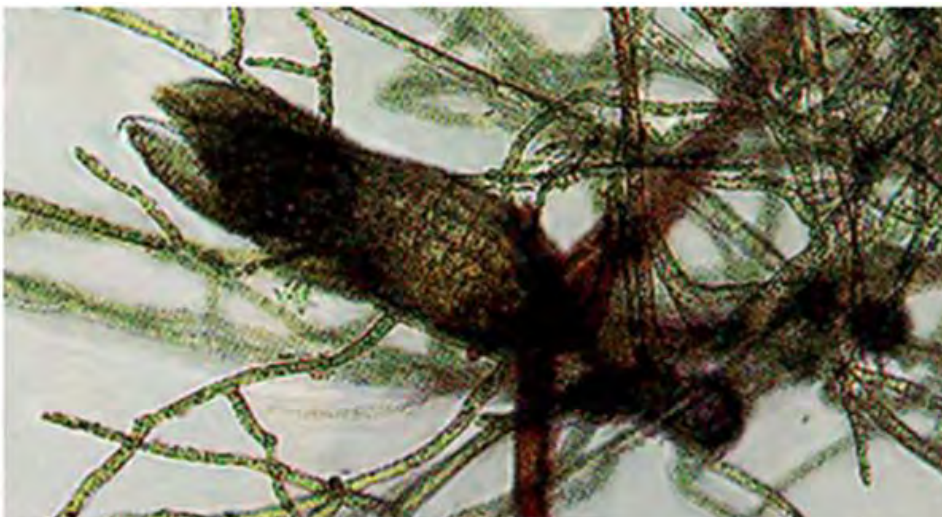
Nota. Elaboración propia

En la División *Marchantiophyta* (hepáticas), la fase protonemática suele ser efímera, reducida, y es muy frecuente la producción de protonemas laminares o masivos, a menudo dentro de la pared de la espora originando “esporas pluricelulares” (Crum, 2001).

En la División *Bryophyta* la germinación endospórica es poco frecuente, y el protonema suele ser filamentoso. Es común que en etapas iniciales las células sean de paredes hialinas, ricas en cloroplastos y estén separadas por tabiques transversales, constituyendo un cloronema, del que pueden desarrollarse el caulonema, formado por filamentos de células con paredes engrosadas, parduzcas, con pocos plastos. En los grupos en los que se forma un caulonema, éste es un paso necesario en la maduración, dado que de él surgen los brotes de la fase adulta (Crum, 2001). Es común en todos estos tipos la producción de rizoides que anclan los protonemas al sustrato.

Figura 4

Protonema de musgo con yema desarrollada



Nota. Los filamentos marrones son rizoides. Obtenido de la Universidad Tecnológica de Michigan y la Asociación Internacional de Briólogos (2023).

Figura 5

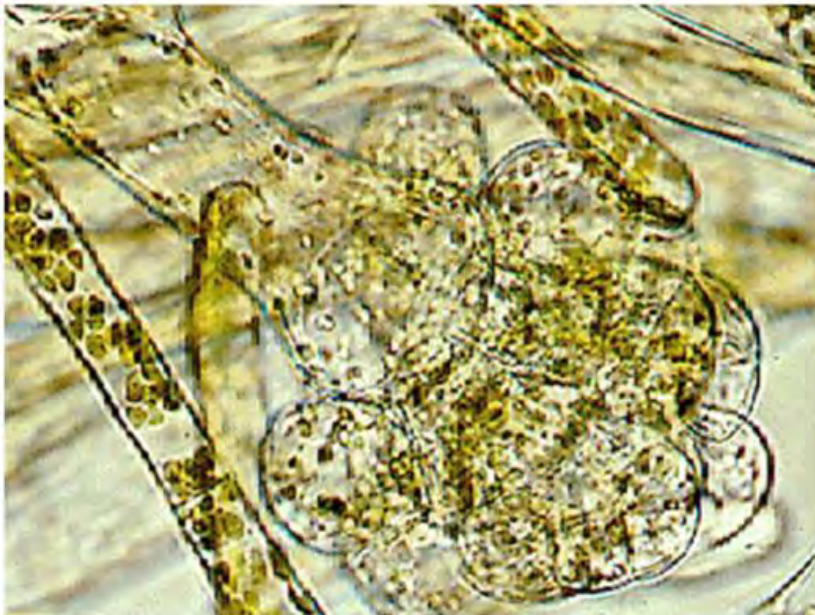
Protonema de musgo con yema joven



Nota. Obtenido de la Universidad Tecnológica de Michigan y la Asociación Internacional de Briólogos (2023).

Figura 6

Protonema (caulonema) y yema joven en desarrollo del musgo *Funaria hygrometrica*



Nota. Obtenido de la Universidad Tecnológica de Michigan y la Asociación Internacional de Briólogos (2023).

En *Marchantiophyta*, la espora atraviesa una secuencia ordenada y repetitiva de divisiones celulares que conduce a la formación de un protalo plano, sobre cuya superficie se establece posteriormente un meristemo de novo. En las etapas iniciales, la espora joven está constituida por una masa celular temprana. A partir de una de estas células, se produce un alargamiento seguido de una división formativa que origina el protaloblasto, estructura que da inicio al desarrollo del protalo. Luego, una división simétrica del protaloblasto, acompañada de dos divisiones transversales, genera una placa de cuatro células, la cual se expande en forma de disco plano mediante divisiones oblicuas en tres de los cuatro cuadrantes derivados de esa placa inicial. Uno de estos cuadrantes da origen a un flabelo plano, en cuyo margen se desarrolla una escotadura que contiene un meristemo y una célula madre apical. Además, se ha identificado que el factor de transcripción de clase III homeodominio-cremallera de leucina de *Marchantia* (MpC3HDZ) actúa como marcador de esta primera estructura plana del protalo y muestra una polarización hacia los tejidos dorsales del flabelo y de los meristemos. Los mutantes de MpC3HDZ presentan alteraciones en el establecimiento de la dorsiventralidad y en la formación plana del cuerpo del talo. En conjunto, estos hallazgos muestran que un patrón regular de divisiones celulares permite la formación del protalo, considerada la primera estructura con organización dorsiventral, y explican cómo las células ubicadas en su margen originan posteriormente un meristemo dorsiventralizado de novo (Wallner & Dolan, 2024).

Por su parte, en la división *Bryophyta*, la fase inicial del protonema recibe el nombre de cloronema y se caracteriza, por lo general, por presentar paredes celulares hialinas, tabiques transversales y una abundante cantidad de cloroplastos de forma redondeada. Posteriormente se desarrolla el caulonema, cuyas células muestran paredes pigmentadas, tabiques transversales oblicuos y un número menor de plastidios, además de un tamaño más reducido. Esta estructura constituye la principal fuente de formación de los brotes gametofíticos o gametóforos. De hecho, el caulonema originado a partir de una sola espora puede producir múltiples

gametóforos. El gametóforo representa la fase tridimensional y más duradera del ciclo de vida de los musgos, y puede organizarse en sistemas de brotes acrocárpicos o pleurocárpicos, los cuales se manifiestan, respectivamente, como cojines o mechones, o bien como alfombras o entramados extendidos (Cheng, Lončarević, & Cronberg, 2024).

1.2.1.2 Gameto maduro (gametóforo)

Por lo general, esta constituye la fase más visible del ciclo biológico, debido a que es la dominante y la que, habitualmente, alcanza un mayor grado de complejidad estructural, además de presentar más adaptaciones frente a distintas condiciones del ambiente. En los briófitos se reconocen dos tipos morfológicos principales (Estébanez, Draper, & Díaz de Atauri, 2011):

- Los gametofitos axiales o foliosos (A), en los cuales se distingue un eje denominado caulidio y expansiones laminares fotosintéticas de crecimiento definido, llamadas filidios, que carecen de pecíolo.
- Los gametofitos laminares, conocidos también como talosos (B y C).

Figura 7

Gametofito



Nota. A. Gametofito folioso de *Thuidium peruvianum*, B y C. Gametofito laminar de *Metzgeria* sp.

En los musgos, los gametóforos son las estructuras que forman los órganos sexuales, conocidos como gametangios. Cerca de la mitad de las especies son monoicas, lo que significa que un mismo gametóforo produce gametangios masculinos y femeninos. En cambio, las especies restantes son dioicas, por lo que cada planta desarrolla únicamente órganos masculinos o únicamente femeninos. Los gametangios masculinos, llamados anteridios, generan espermatozoides flagelados y móviles, los cuales requieren la presencia de agua libre para desplazarse hasta el arquegonio, órgano femenino donde se encuentra la oófera, y así llevar a cabo la fecundación.

El cuerpo vegetativo suele ser abundante la presencia de rizoides, que son filamentos con función de anclaje, absorción y que también están presentes en la fase protonemática. Son unicelulares en antocerotas y también en hepáticas, salvo en la familia Schistostilaceae, donde la simbiosis micorrizógena induce su tabicación mientras que en musgos son pluricelulares, con células separadas generalmente por tabiques oblicuos. Los tejidos conductores de agua y sales inorgánicas, al igual que en plantas vasculares, están formados por células muertas. Los más típicos son las trazas centrales en las setas esporofíticas, caulidios y filidios de musgos. Están formados por Hidroides, células alargadas con paredes engrosadas o adelgazadas, y tabiques oblicuos en el contacto longitudinal entre dos células (Pressel, Ligrone, Duckett, & Davis, 2008).

En cuanto a los tejidos conductores de sustancias orgánicas todos los taxones de plantas terrestres utilizan conexiones celulares de plasmodesmos (PD) para la comunicación simplástica. En el desarrollo de las angiospermas, las redes de PD experimentan una extensa remodelación mediante modificaciones estructurales y funcionales de los PD, y mediante la formación postcitocinética de PD secundarios adicionales (secPD). Sin embargo, Las briofitas en desarrollo modifican diferencialmente la estructura y función de sus plasmodesmos. La formación de plasmodesmos secundarios mediante maclado parece ser un rasgo ancestral. Las

redes de plasmodesmos en los meristemos de los esporofitos de las antocerotas se asemejan a las de las angiospermas (Wegner & Ehlers, 2024). El tipo celular más especializado es el de los Leptoides que actúan como células encargadas de la conducción de sustancias nutritivas en los musgos polítricos, presentan rasgos estructurales importantes en común con los elementos cribosos de las traqueófitas. Entre estas semejanzas destacan su forma alargada y la presencia de paredes terminales oblicuas provistas de plasmodesmos o de poros modificados. En las traqueófitas, además, la calosa desempeña un papel esencial en la formación de estos poros dentro de los elementos cribosos, ya que permite un transporte más eficiente de los fotoasimilados (Renzaglia, Duran, Sagwan, & Henry, 2024).

1.2.1.3 El esporofito

Una vez realizado el proceso de fecundación, el cigoto diploide se desarrolla como un embrión dentro del arquegonio, permaneciendo en contacto con el tejido materno del que obtiene nutrición. A medida que crece, el embrión supera el tamaño del arquegonio, rompe esta estructura y se hace visible en forma de esporófito, que corresponde a la cápsula productora de esporas. Durante la maduración, las células madre diploides de las esporas experimentan meiosis, originando esporas haploides. Los musgos han evolucionado diversos mecanismos para liberar estas esporas, y tanto la morfología del esporófito como la forma de dispersión y la cantidad de esporas pueden variar notablemente entre especies. Desde el punto de vista del crecimiento, los musgos erectos y generalmente poco ramificados se denominan acrocárpicos, ya que el esporófito se desarrolla en el extremo del tallo. Por otro lado, los musgos de crecimiento rastrero y con frecuencia ramificados reciben el nombre de pleurocárpicos, porque forman ramas especializadas donde se originan los esporófitos. Aun así, el esporófito de los musgos, en condiciones naturales, no presenta ramificaciones. Aunque se han obtenido algunos mutantes con esporófitos ramificados, esta no es la condición habitual. Finalmente, la presencia de estomas en la base de las cápsulas esporíferas de los musgos, así como en las hojas de las

plantas vasculares, sugiere que estas estructuras constituyen una adquisición evolutiva asociada al esporófito (Lueth & Reski, 2023).

Figura 8

Esporofito



Nota. A. Esporofito de *Polytrichum junierinum*, Fuente. Elaboración propia B. Esporofito de *Metzgeria sp.* Obtenido de la Universidad Tecnológica de Michigan y la Asociación Internacional de Briólogos (2023).

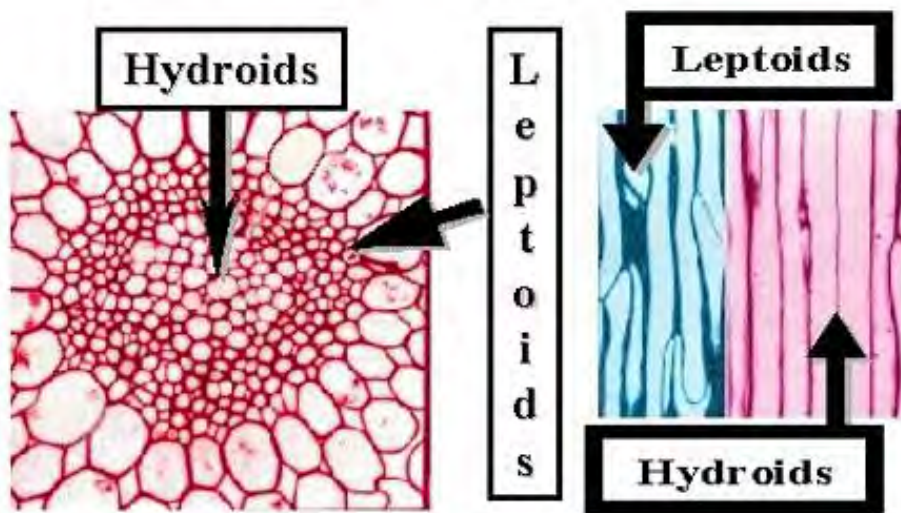
En los musgos, el esporófito se mantiene estructuralmente unido al gametófito folioso, del cual depende nutricionalmente a lo largo de todo su ciclo de vida. En las etapas iniciales de su desarrollo, el ápice del esporófito se encuentra recubierto por la caliptra, una estructura de origen gametofítico que cumple la función de proteger la cápsula mientras se forma (Whitaker & Budke, 2021).

En los musgos brioides se encuentran células conductoras de agua no perforadas, conocidas como hidroides. Asimismo, en los musgos politricos, las células altamente especializadas en la conducción de sustancias nutritivas son denominadas leptoides estas presentan una organización citoplasmática polarizada y un sistema axial de microtúbulos bien

definido. Estas características también pueden observarse en las células parenquimáticas del tallo foliar, aunque en ellas el grado de especialización es menor (Ligrone, Duckett, & Renzaglia, 2000; El, et al., 2023)

Figura 9

Vías para el desplazamiento de agua en briofitos



Nota. Obtenido de Webb (2026).

El esporangio del musgo (la seta y la cápsula), que produce las esporas, es el cuerpo principal del esporofito (Lobachevska, Kyyak, Kordyum, Khorkavtsiv, & Kern, 2022).

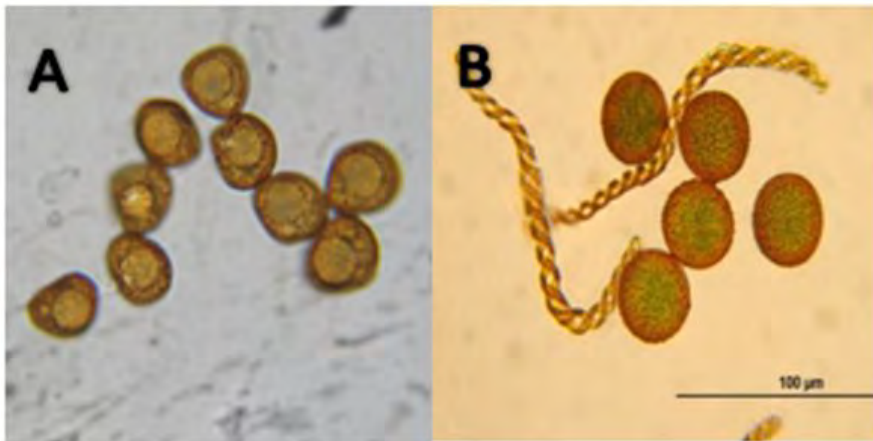
En los musgos se aprecia una gran variabilidad en aspectos como la orientación de la cápsula, su mecanismo de apertura, el grado de desarrollo de los tejidos y la curvatura de la seta, entre otros rasgos. Estas características han sido analizadas en diversas especies, destacándose su posible valor adaptativo frente a distintas condiciones ambientales (Estébanez, Draper, & Medina, 2011). La conformación y el desarrollo del peristoma constituyen uno de los rasgos más relevantes para la clasificación sistemática de los musgos (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

1.2.1.4 Las esporas

La esporogénesis en briófitos implica siempre meiosis (Foto 5A y 5B). El estudio en estas plantas está permitiendo encontrar claves acerca de patrones y genes de organización microtubular en las plantas terrestres.

Figura 10

Espora de un musgo



Nota. A. Espora del musgo *Amphidium tortuosum* a 100x B. Esporas de la hepática *Ptilidium pulcherrimum* 100x. Obtenido de Schachner (2010).

En las tres divisiones de los briófitos, especialmente en los géneros de posición basal, se identifican especies que presentan una esporogénesis de tipo monoplastidial, así como sistemas complejos de organización de microtúbulos con disposición cuadripolar. Estas características son interpretadas como rasgos primitivos que habrían estado presentes en las primeras plantas terrestres (Shimamura, et al., 2004; Brown & Lemmon, 2007). En hepáticas, especialmente, podría ayudar a resolver la sistemática interna del grupo (Brown, Lemmon, & Shimamura, 2009).

1.2.1.5 Ciclo de vida y reproducción

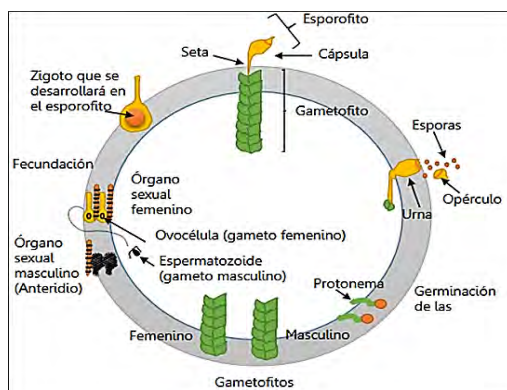
Las briófitas se caracterizan por un ciclo de vida singular, en el que se presenta una alternancia de generaciones heteromórfica claramente diferenciada. En este ciclo, el gametofito constituye la fase predominante, es fotosintético y posee estructuras laminares pequeñas

denominadas filidios. En contraste, el esporofito es una fase de corta duración que permanece dependiente del gametofito para su desarrollo y nutrición. (Gradstein, Vitt, & Anderson, The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea, 1984), que se produce en cierta época dependiendo de las condiciones micro climáticas.

Los anteridios y arquegonios, que constituyen las estructuras reproductivas, se localizan en el gametofito, correspondiente a la fase haploide. En esta etapa se forman los gametos, los cuales se fusionan durante la fecundación y dan origen a un esporofito diploide que permanece unido al gametofito. Posteriormente, en el esporofito tiene lugar la meiosis, proceso mediante el cual se originan las esporas. Si bien las diferentes etapas del ciclo sexual permiten comprender la diversidad morfológica presente en los principales grupos de briófitos, también es importante reconocer que la reproducción asexual cumple un papel fundamental en las tres divisiones de este grupo vegetal (Crum, 2001; Glime, 2007) y se considera uno de los factores claves en el éxito de su expansión (Frahm, 2008; Vanderpoorten y Goffinet, 2009); además puede venir mediada por simple fragmentación al azar del cuerpo vegetativo, o por estructuras diferenciadas: yemas (siempre sin célula apical diferenciada), filidios caducos, etc. La germinación de estas estructuras implica normalmente la formación de un protonema secundario (es decir, no desarrollado a partir de una espora).

Figura 11

Ciclo de vida de los musgos



Nota. Obtenido de Polanco (2015).

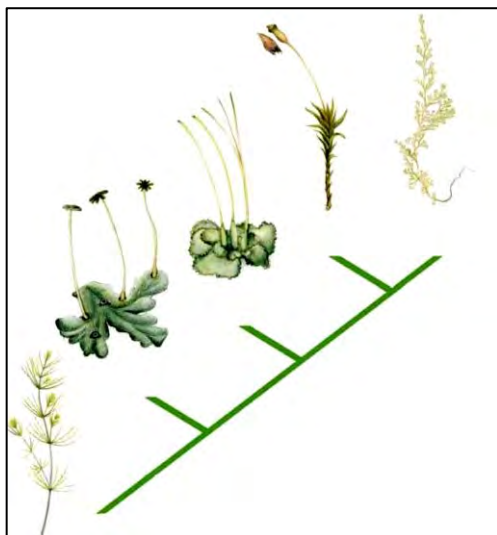
En diversas especies se ha descrito la formación de protonemas secundarios a partir de distintas estructuras, incluso desde fragmentos del esporofito. Esto significa que puede regenerarse una fase gametofítica diploide sin que sea necesaria la producción de esporas, fenómeno conocido como aposporia. De manera similar, algunas especies también tienen la capacidad de originar esporofitos sin que ocurra la fusión de gametos, proceso denominado apogamia. En poblaciones estériles, o en briófitos dioicos donde falta uno de los sexos, este tipo de propagación resulta fundamental para asegurar su continuidad (Glime, 2007; Villarreal, Cargill, Hagborg, Söderström, & Renzaglia, 2010).

1.2.1.6 Evolución de las Briophytas

La evolución de las briófitas refleja una etapa intermedia entre las algas verdes, particularmente grupos como Coleochaete y las Charales, y las plantas vasculares actuales, como los licofitos y los helechos. Este grupo constituye el linaje más antiguo de plantas terrestres que aún persiste en la actualidad. Asimismo, su presencia en el registro fósil se remonta al menos a unos 400 millones de años, situándose en el Paleozoico medio (Calzadilla, Aldana, & Churchill, 2010).

Figura 12

Evolución de las Brriophytas



Nota. Calzadilla & Churchill (2014).

1.2.2 Principales diferencias entre los tres grupos de Briofita

Tabla 1

Diferencia entre Hepáticas, Antoceros y Musgos

GENERACIÓN	HEPÁTICAS	MUSGOS	ANTOCEROTAS
Gametofito	Protonema poco desarrollado, laminar	Protonema desarrollado, laminar o filamentosos	Protonema: no (o apenas) diferenciado
	Alta diferenciación histológica, a menudo tejidos conductores	Muy alta diferenciación histológica, tejidos conductores que pueden alcanzar gran complejidad	Escasa diferenciación histológica, plastos con pirenoides
	Rizoides generalmente unicelulares	Rizoides pluricelulares	Rizoides unicelulares
	Gametangios exógenos	Gametangios exógenos	Gametangios endógenos
Esporofito	Esporofito efímero, escasa diferenciación histológica, sin estomas	Esporofito persistente, alta diferenciación histológica, con estomas	Esporofito persistente, alta diferenciación histológica, con estomas
	Seta en general diferenciada, simple y hialina	Seta en general diferenciada, compleja	Seta no diferenciada
	Cápsula sin columela, con apertura en valvas	Cápsula con columela, generalmente mecanismos complejos de apertura	Cápsula con columela, apertura apical longitudinal
	Meiosis simultánea, arqueporio: esporas y eláteres	Meiosis simultánea, arqueporio: solamente esporas	Meiosis gradual, arqueporio: esporas y pseudoeláteres
	Esporas con exina desarrollada, multilamelar, sin perina	Esporas con exina homogénea, sólo localmente multilamelar, perina de origen extraesporal	Esporas con exina homogénea, perisporio de origen intraesporal

Nota. Obtenido de Gradstein et al. (1984)

1.2.3 Toma y conducción del agua en briófitos

Las plantas vasculares absorben y transportan el agua mediante estructuras y tejidos especializados, como la xilema, siguiendo el mecanismo de tensión, cohesión y adhesión ampliamente estudiado. En contraste, los briófitos han desarrollado una mayor diversidad de estrategias para captar agua del ambiente, por lo que suelen agruparse en tres categorías principales según su capacidad de absorción hídrica (Bernal, et al., 2006).

Especies endohídricas (ej: *Polytrichaceae*, *Mniaceae*, *Funaria hygrometrica*, *Marchantiaceae*), el agua es absorbida desde el sustrato y transportada internamente hacia las hojas y otras áreas donde ocurre la evaporación. Generalmente, estos briófitos presentan una superficie relativamente impermeable y suelen desarrollarse en sustratos húmedos, porosos y con abundante disponibilidad de nutrientes (Bernal, et al., 2006).

Especies ectohídricas (ej: *Pleurozium schreberi*, *Grimmiaceae*, *Orthotrichaceae*, algunas *Hypnaceae* y *epífitas*) el agua es captada y perdida con facilidad a través de toda la superficie del organismo, por lo que su transporte ocurre principalmente por difusión. Estas plantas suelen desarrollarse sobre sustratos como rocas, cortezas y suelos, y dependen en gran medida de la humedad ambiental, el rocío matutino y las precipitaciones como principales fuentes hídricas. En consecuencia, son especies que a lo largo del día presentan marcadas variaciones en su contenido interno de agua (Bernal, et al., 2006).

Especies mixohídricas, por lo general, se desarrollan en sustratos que combinan zonas húmedas con áreas más secas, o bien en ambientes que abarcan un amplio gradiente de condiciones. Debido a ello, presentan rasgos intermedios que integran características de los dos grupos previamente mencionados (Bernal, et al., 2006).

En los briófitos se conocen cuatro vías por las cuales el agua puede desplazarse de un lugar a otro (Glime, 2021).

- a) Mediante células especializadas llamadas hidroides, las cuales constituyen un cordón central en el tallo y representan formas primitivas de un sistema conductor. Estas estructuras son propias de briófitos endohídricos (por ejemplo, *Polytrichum*, *Haplomitrium* y algunas hepáticas), en los que se evidencia un transporte interno de agua relativamente eficiente.
- b) Mediante el simplasto, que implica el transporte a través del citoplasma de células vivas interconectadas por plasmodesmos (Figura 13).
- c) Mediante el apoplasto (Figura 13), que comprende el espacio libre existente entre las células, incluyendo sus paredes. En los briófitos, este tipo de conducción parece ser más rápida o eficiente que en las plantas vasculares, debido principalmente a las características estructurales de la pared celular. Además, mientras que las plantas vasculares pueden acercarse a su límite de tolerancia fisiológica bajo condiciones extremas, los briófitos muestran una respuesta diferente frente a estas situaciones. En el córtex de los caulidios, en la lámina de las hojas de los briófitos foliosos y en el talo de las hepáticas, gran parte del movimiento del agua puede ocurrir a lo largo de las paredes celulares o de una célula a otra. Considerando que la resistencia hidráulica de la membrana celular puede ser hasta cien veces mayor que la de una pared celular de una micra de espesor, en células de aproximadamente diez micras de longitud la conductividad de la ruta apoplástica podría ser cerca de once veces superior a la de la vía simplástica. Con base en estas estimaciones, en los briófitos con células pequeñas y paredes gruesas, la vía apoplástica sería claramente la más importante, mientras que el transporte de agua por la vía simplástica podría resultar más favorable en células largas y de pared delgada (Glime, 2021).

Figura 13

Simplasto y apoplasto



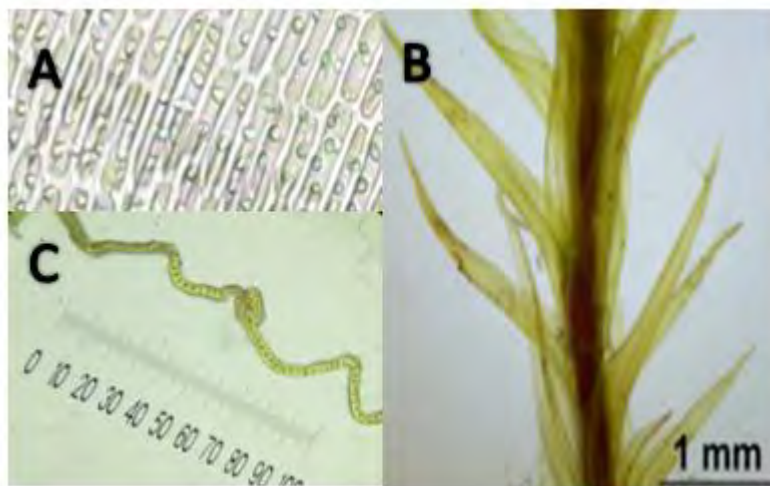
Nota. Simplasto y Apoplasto en briofitas para la conducción del agua. Obtenido de Mauseth (1991).

Los espacios capilares externos que se generan por la proximidad entre las hojas y entre estas y los tallos constituyen un sistema de gran importancia en los briófitos ectohídricos, ya que puede alcanzar velocidades considerables en el transporte de agua. Precisamente en este nivel se concentra la mayor parte de las adaptaciones morfológicas y anatómicas que favorecen la formación de dichos espacios capilares. Los sistemas de conducción capilar son variados y, en muchos casos, complejos; se forman principalmente por los espacios ubicados entre hojas superpuestas, entre los caulidios y la vaina envolvente en la base de las hojas, así como entre el tomento de rizoides y los parafiles. Estos canales pueden ser largos, con dimensiones que oscilan entre 10 y 100 μm . Asimismo, los intersticios presentes entre las papilas que recubren las superficies foliares de algunas *Pottiaceae*, así como los surcos situados entre pliegues y cimas en filidios y caulidios, suelen originar espacios capilares de apenas unas pocas micras de longitud. En ciertos géneros, además, existen sistemas de capilaridad constituidos por células que pierden su contenido y desarrollan poros de conexión entre sí y hacia el exterior; los

hialocistes de *Sphagnum* representan el ejemplo más conocido. Las hojas de *Leucobryaceae* muestran un caso comparable, aunque con una organización diferente. De igual modo, las células alargadas de las vainas envolventes en la base de los filidios de especies de *Tortula*, *Encalypta* y *Calymperaceae* desarrollan internamente poros que interconectan hialocistes, integrándose al sistema de capilaridad que rodea al caulidio. También se encuentran las células alares situadas en la base de las hojas, las cuales pierden su contenido citoplasmático y almacenan agua en su interior, como ocurre en *Pleurozium schreberi*. En la mayoría de los musgos, los rizoides establecen un contacto estrecho entre la base del caulidio y la superficie del suelo; por ello, su función principal en la captación de agua probablemente consiste en formar un fieltro inerte, semejante a una capa de papel absorbente entre la planta y el sustrato. Este mismo principio puede aplicarse, en buena medida, a las hepáticas (Argenis, 2005; Proctor M. , 2000).

Figura 14

Vías de transporte de agua



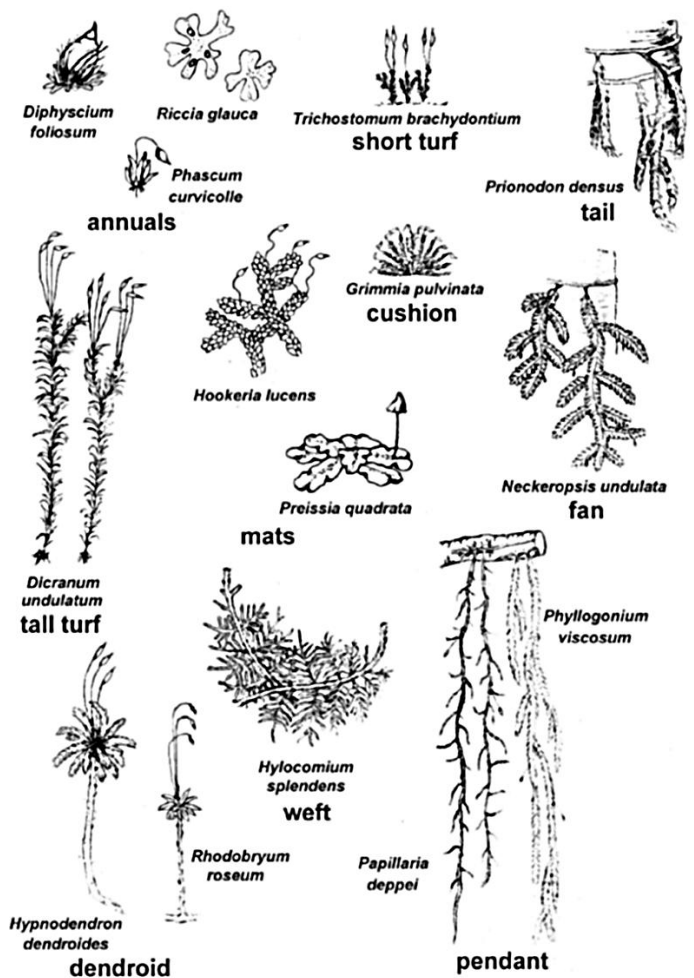
Nota. A. Papilas de *Leptodontium wallisii*, B. Disposicion espiral de filidios formando canales capilares de *Racomitrium crispipilum*, C. Filoide plegado de *Breutelia* sp.

Una colonia de ápices relativamente compacta, como ocurre en los cojines o céspedes, presenta dos ventajas frente a individuos que crecen de manera más dispersa. Por un lado,

puede retener agua en los espacios capilares que se forman entre sus componentes; por otro, su estructura más compacta actúa de forma semejante a una única capa laminar límite. En cambio, los brotes individuales, al estar más expuestos, generan turbulencia cuando el aire se desplaza, lo que favorece una pérdida rápida de agua en forma de vapor. Asimismo, la disposición contrastante de los ápices radial en los cojines y vertical en los céspedes podría tener importancia funcional. La organización vertical, propia de los céspedes que crecen sobre el suelo, reduce la distancia para la conducción de la humedad desde el sustrato hasta los ápices en crecimiento. De hecho, muchos céspedes pequeños de briófitos corresponden a formas endohídricas o mixohídricas. Por otra parte, en superficies duras, la expansión radial del protonema puede verse limitada tempranamente por la sequedad, de modo que el incremento en densidad dependería principalmente de la proliferación de unos pocos individuos colonizadores. También es posible que la disposición radial de los ápices en los cojines pequeños ofrezca ventajas relacionadas con la retención de agua a nivel de la colonia, además de generar una superficie más lisa y aerodinámica. Sin embargo, la información disponible hasta el momento no permite establecer una conclusión definitiva (Proctor M. , 2000; Bates, 1998; Proctor M. , 1982).

Figura 15

Formas de musgos y hepáticas



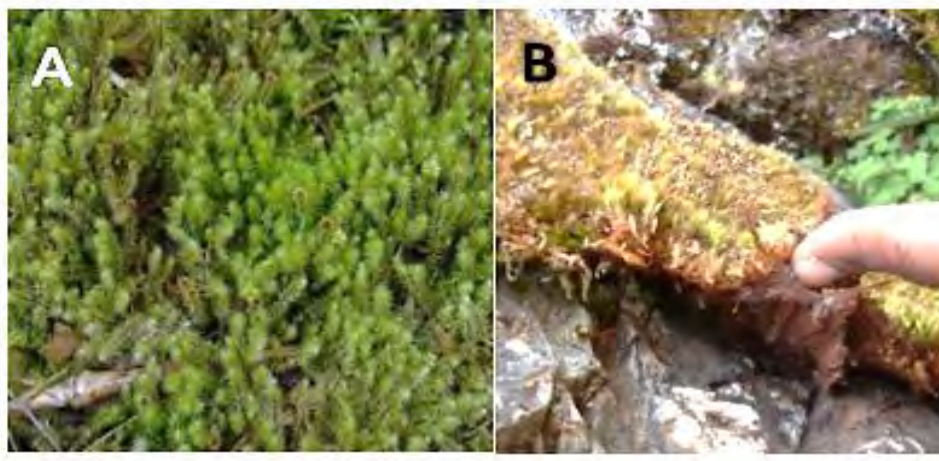
Nota. Obtenido de Glime (2021).

Las formas de vida de los briófitos (Figura 16), estrechamente relacionadas con el hábitat en que se desarrollan, influyen directamente en su capacidad de almacenamiento de agua. Las especies que forman redes densas y turberas suelen retener entre 5 y 10 veces su peso seco, destacando de manera especial el género *Sphagnum*, que puede sobrepasar ampliamente estos valores. De igual manera, muchas especies epífitas presentan una notable capacidad para absorber agua del ambiente y conservarla. En cambio, los briófitos que habitan sitios abiertos y secos se caracterizan por una elevada retención de agua y una alta tolerancia a la

deshidratación; sin embargo, su capacidad de absorción hídrica suele ser menor, como ocurre en *P. schreberi* (Proctor M. , 1982).

Figura 16

Formas de vida de Breutelia sp. y Lepyrodon tomentosus



Nota. A. Forma de vida de *Breutelia sp.* (césped), *B.* *Lepyrodon tomentosus* (tapiz).

1.2.4 La estrategia poiquilohídrica

Las plantas poiquilohídricas alcanzan con rapidez un equilibrio entre su contenido interno de agua y el potencial hídrico del ambiente que las rodea. En términos generales, los briófitos pueden absorber o perder agua de manera muy rápida, ya que, debido a la simplicidad de su organización, la ausencia de cutícula en la mayoría de los casos y la falta de tejidos especializados, no poseen un control efectivo sobre la pérdida hídrica. Así, cuando el entorno se vuelve seco, estos organismos reducen rápidamente su contenido de agua y pueden llegar a valores cercanos al 5–10 % de su peso seco, manteniéndose viables incluso en condiciones en las que ya no existe fase líquida dentro de las células (Oliver, 1991).

Figura 17

Efecto de la deshidratación y disminución del volumen celular plegamiento de filidio



Nota. Obtenido de Gasulla (2014).

Es importante señalar que la capacidad poiquilohídrica de los musgos los hace altamente susceptibles al no poder retener el agua celular cuando ésta escasea a su alrededor. De ahí que los musgos sean conocidos por su gran capacidad de sobrevivir altos niveles de deshidratación, por eso los musgos han sido utilizados como modelos de estudios para entender diferentes aspectos de la tolerancia a la deshidratación; (Proctor M. , 2000; Melvin, Velten, & Wood, 2000; Proctor & Tuba, 2002). Sin embargo, a diferencia de las plantas vasculares, la información de cómo los briófitos hacen frente a las tensiones ambientales aún es muy escasa.

Según los trabajos de Proctor y Tuba (2002), existen tres postulados en relación con la poiquilohidria: primero la poiquilohidria no es simplemente el punto de inicio primitivo de plantas que fallaron para conseguir la homohidria, sino una estrategia altamente evolutiva de adaptación en su propio nicho, óptimo en algunas situaciones y al menos una alternativa viable en otras. Segundo, estas dos estrategias no están tan agudamente relacionadas como aparecen a primera vista; y tercero, ambas estrategias están fuertemente relacionadas con aspectos físicos ambientales para su funcionamiento.

1.2.5 Tolerancia a la deshidratación y congelación en briófitos

El musgo *Tortula ruralis*, que se conoce como altamente tolerante, puede ser almacenado con un contenido de agua del 5%. Además, hay varios registros en herbarios mundiales de especies que han sobrevivido prolongados períodos de tiempo sin agua, por ejemplo, *Grimmia pulvinata* alcanzó 80 años (Proctor M. , 2000), *Anoetangium compactum* 19 años, *Grimmia laevigata* 10 años, *Tortula rurales* 14 años y *Riccia macocarpa* 23 años (Montenegro, Chaparro, & Barón, 2005).

Se pueden encontrar especies con diferentes requerimientos en cuanto a luz y humedad diferenciándose especies de sol o de sombra, especies resistentes a la sequía o especies dependientes de la humedad (MINAM, 2018).

La ecología de los briofitos se encuentra relacionada con la respuesta fisiológica de las especies a los gradientes ambientales (Gradstein, Vitt, & Anderson, The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea, 1984).

En los Andes tropicales, particularmente en las áreas ubicadas entre 2000 y 3000 msnm, se ha registrado la mayor diversidad de este grupo de plantas. El incremento tanto de la biomasa como de la diversidad de briófitos se relaciona con una mayor humedad ambiental (Wolf, 1993), favorecida por la disminución de la temperatura, la elevada luminosidad y la frecuente presencia de niebla (Gradstein, Vitt, & Anderson, The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea, 1984).

Algunos briófitos poseen una notable capacidad para resistir condiciones climáticas extremas. Un ejemplo de ello es *Chorisodontium aciphyllum*, especie registrada en la Antártida, que logró rebrotar después de aproximadamente 1500 años de congelamiento. Esta capacidad de supervivencia se ha relacionado con la presencia de proteínas que inhiben la formación de cristales de hielo dañinos, posiblemente junto con la acción de azúcares y cambios en la

respuesta proteica frente al estrés además de otras estrategias adaptativas señaladas en la literatura (Montenegro, Chaparro, & Barón, 2005).

En los bosques húmedos tropicales de tierras bajas, los briófitos no suelen ser muy conspicuos, y la mayoría de las especies se desarrollan como epífitas sobre la corteza de los árboles o sobre hojas vivas, en cuyo caso se denominan epífilos. En estos ambientes, las rocas y los suelos son sustratos mucho menos ocupados. Por su parte, los bosques secos presentan una diversidad de briófitos considerablemente menor que los bosques húmedos, y están habitados principalmente por musgos y por unas pocas especies de hepáticas adaptadas a soportar altos niveles de desecación (Gradstein, Vitt, & Anderson, The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea, 1984).

1.2.6 Rol ecológico de las *Briophytas*

Las colonias de briofitos se comportan como pioneros (Churchill & Linares, 1995), acumulan la materia orgánica produciendo un sustrato que retiene agua y sales minerales (sobre el cual pueden establecerse plantas vasculares terrestres y epífitas (Gradstein, Vitt, & Anderson, The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea, 1984). Estas plantas colonizan la superficie desnuda de las rocas, suelo, corteza e incluso hojas vivas (Churchill & Linares, 1995) , cubren los sustratos recientemente expuestos evitando las escorrentías y reduciendo la erosión del suelo (De Luna, 2020). También sirve como almácigos de las semillas y plántulas en los procesos de regeneración y sucesión.

En los ecosistemas forestales las briófitas cumplen una función clave en la dinámica del agua, ya que interceptan una fracción importante de la lluvia y retienen parte de esa humedad en sus mantos epífitos. Cuando la precipitación excede su capacidad de almacenamiento, el agua es liberada de manera paulatina, lo que contribuye a conservar condiciones de humedad en el microambiente incluso durante intervalos sin lluvia o neblina. Esta capacidad de almacenamiento hídrico también convierte a las colonias de briófitas en

microhábitats favorables para numerosos organismos pequeños, especialmente artrópodos, que las utilizan como refugio, sitio de oviposición o fuente de alimento. En conjunto, estas plantas desempeñan un papel relevante en el funcionamiento hidrológico y ecológico del bosque (Glime, 2024).

Otra función relevante de las briófitas está relacionada con su aporte de biomasa. Las especies epífitas, en particular, pueden acumular cantidades considerables, sobre todo en los bosques nublados. Asimismo, los briófitos desempeñan papeles ecológicos importantes no solo en los bosques primarios, sino también en aquellos que presentan un nivel moderado de perturbación. En los hábitats terrestres, estas plantas suelen formar alfombras sobre el suelo de bosques abiertos, donde contribuyen a frenar la erosión, reducir la escorrentía superficial y favorecer la conservación del agua (Calzadilla, Aldana, & Churchill, 2010).

Además de su valor ecológico, las briófitas constituyen importantes indicadoras de las condiciones ambientales. Gracias a su capacidad para absorber con facilidad metales pesados y otros contaminantes presentes en el entorno, han sido empleadas durante varias décadas, especialmente en Europa y Norteamérica, en programas de monitoreo ambiental, incluyendo la evaluación de dióxido de azufre (SO₂). Asimismo, estos organismos funcionan como bioindicadores útiles para valorar el estado de distintas ecorregiones y para determinar las condiciones de los bosques a partir de los requerimientos ambientales de los briófitos epífitos (Calzadilla, Aldana, & Churchill, 2010).

1.2.7 Valor económico de las Briophytas

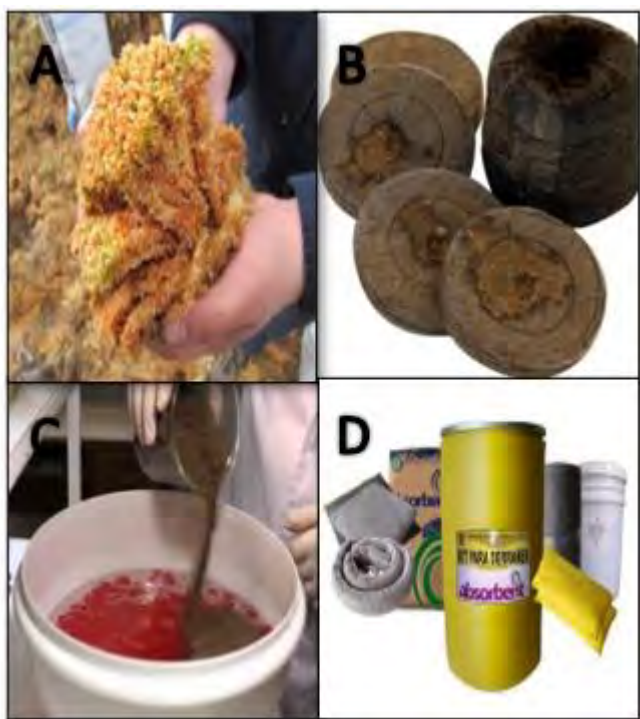
Las briófitas cumplen una función relevante en la conservación de diversas ecorregiones del Perú, especialmente por su contribución al mantenimiento del suelo y del agua. Aunque hasta ahora no existe un método sencillo que permita estimar con precisión el valor de estos recursos, el tema del agua ha despertado un interés cada vez mayor. En el Perú, el aprovechamiento de este recurso también se ha vinculado con iniciativas productivas

impulsadas con apoyo de Sierra Exportadora en Junín, donde algunas comunidades lograron mejorar sus condiciones de vida y superar situaciones de pobreza extrema mediante la exportación de Sphagnum destinado a su uso en cultivos (Nesst, 2020).

En Chile se impulsó un proyecto con respaldo gubernamental que trabaja junto a aproximadamente 400 productores de musgo seco en la instalación de plantas destinadas al procesamiento de un absorbente natural de hidrocarburos elaborado a base de Sphagnum. Este musgo destaca por su capacidad para absorber distintas sustancias, desde derivados del petróleo hasta compuestos químicos peligrosos. Por ello, el producto está orientado a su aplicación en sectores como hidrocarburos, petroquímica y minería, como una alternativa de mitigación frente a derrames (Ministerio de agricultura de Chile, 2009).

Figura 18

Valor económico de Sphagnum magellanicum



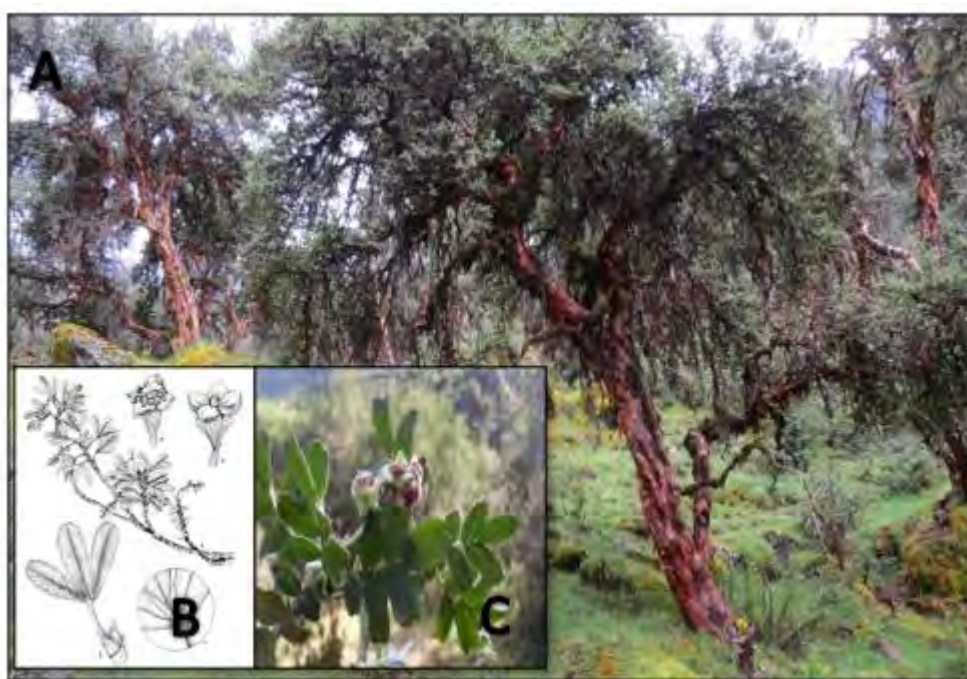
Nota. Valor económico de *Sphagnum magellanicum* A. *Sphagnum magellanicum* B. Taco de turba de *Sphagnum* para propagación de plantas, C y D Absorbente de hidrocarburos y aceites. Obtenido de Nesst (2020).

1.3 Aspectos generales del género *polylepis*

Dentro de esta riqueza biológica, los bosques de *Polylepis* representan la vegetación natural de una gran parte de los andes de Perú y cuya distribución fluctúa entre los 2,600 y 4,800 metros sobre el nivel del mar. El género *Polylepis* Ruiz y Pav. (Rosaceae), para el territorio peruano siguiendo los últimos reportes hechos por W. Mendoza y A. Cano en 2011 y 2012 reportan 19 especies del género *Polylepis* distribuidos desde las regiones de Norte a Sur a lo largo de los Andes; de las 30 especies que crecen en los Andes al nivel de la franja forestal desde Venezuela hasta la parte central de Argentina (Michael & Schmidt, 2006; Schmidt, Kessler, & Kumar, 2006).

Figura 19

Polylepis racemosa



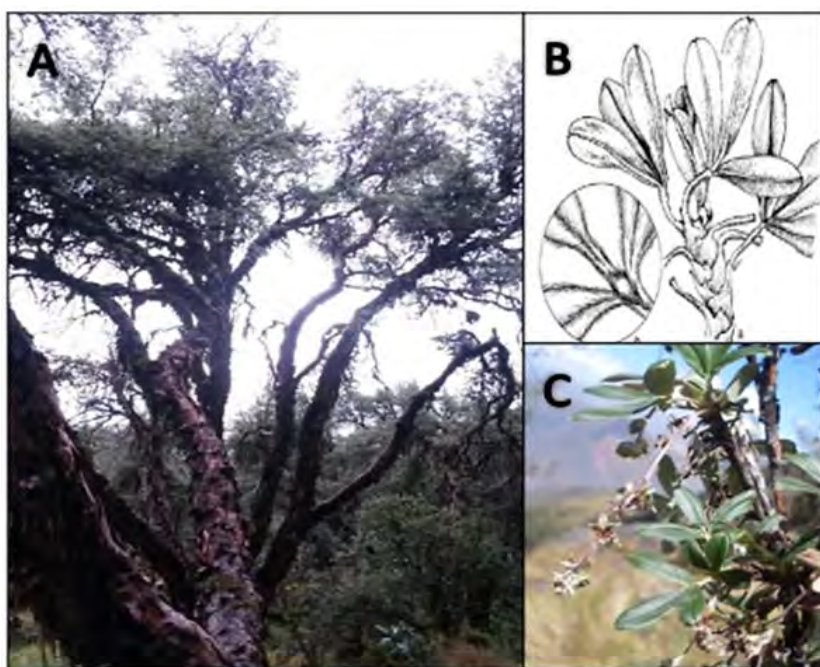
Nota. *Polylepis racemosa* el género Ruiz y Pav. A. Hábito, B. Esquema de la porción de una rama, hoja, flor y fruto (Simpson, 1979), C. Porción de rama con inflorescencia.

Mendoza y sus colaboradores señalaron en 2011 y 2012 que en todo el mundo existen únicamente 27 especies de *Polylepis*. La mayor concentración de estos parches de *Polylepis* se

encuentra en las regiones de Huaraz y Cusco, y su número disminuye progresivamente hacia los extremos del país. En cuanto a la diversidad, se estima que la región Cusco alberga 10 especies de *Polylepis*, mientras que en la región Ayacucho se registran 08 especies (Mendoza & Cano, 2011).

Figura 20

Polylepis subsericans Jf.Macbr. A Hábito



Nota. A. *Polylepis subsericans* J.F. Macbr. A. Hábito. Fuente. Elaboración propia, B. Esquema de la porción de una rama (Simpson, 1979), C. Porción de rama con inflorescencia

1.3.1 Importancia de los Bosques de *Polylepis*

Los bosques de *Polylepis* despiertan especial interés por dos razones fundamentales. La primera se relaciona con su elevada biodiversidad y el notable grado de endemismo que albergan, así como con la presencia de un gran número de aves especialistas en peligro de extinción vinculadas a estos bosques, aspecto respaldado por diversos estudios realizados por el Dr. Jon Fjeldså. La segunda obedece al patrón fragmentado que los caracteriza y a las intensas presiones que enfrentan de manera permanente, ya sea por tala, fuego, sobrepastoreo

o, en ciertos casos, por la ampliación de la frontera agrícola. En ese marco, los bosques de *Polylepis* han sido reconocidos como bancos de recursos genéticos que cumplen un papel relevante en la regulación de los recursos hídricos de los ecosistemas de altura y en los demás servicios ecosistémicos que brindan (Fjeldså & Kessler, 1996).

La fauna vinculada a estos bosques depende principalmente de la disponibilidad de alimento y de la interacción entre las comunidades de flora y fauna, en donde las poblaciones de artrópodos desempeñan funciones esenciales dentro del ciclo natural del bosque. Los bosques de *Polylepis* cumplen una función esencial en la protección del suelo frente al proceso de erosión, ya que favorecen la retención de nutrientes y sedimentos, además de contribuir a la producción de una cantidad importante de oxígeno. Asimismo, estos bosques constituyen uno de los hábitats más vulnerables de los altos Andes, principalmente debido a la actividad antropogénica, puesto que las comunidades campesinas cercanas los utilizan como fuente energética y como material para la construcción de techos de sus viviendas, cercado y delimitación de canchas (Oroz, 2005).

Los bosques de queuña también son empleados para el pastoreo de animales domésticos con el consiguiente deterioro y muerte de los brinzales (plántulas) de queuña (Simpson, 1979).

1.3.2 Ecología de los Bosques de *Polylepis*

Las condiciones ecológicas de los bosques de *Polylepis* se definen principalmente por factores vinculados con la temperatura, la humedad y los suelos. Debido a que se localizan a grandes elevaciones en los Andes, estos bosques se encuentran expuestos a amplias variaciones diurnas de temperatura, con diferencias que comúnmente oscilan entre 20 y 30 °C entre las temperaturas máximas registradas durante el día y las heladas nocturnas. Tales fluctuaciones constituyen una fuente considerable de estrés para las plantas. En especial, por encima de los 4.000 m de altitud, la mayoría de las especies presenta adaptaciones frente a las bajas temperaturas. Estas adaptaciones pueden ser de tipo morfológico, como las gruesas cortezas de

Polylepis y el crecimiento en cojines en Azorella, o de tipo fisiológico, como la resistencia al congelamiento, característica que también se observa en *Polylepis* (Goldstein, Meinzer, & Rada, 2009; Körner, 1999; Hoch & Körner, 2005) .

Las condiciones semiáridas a áridas que caracterizan a gran parte de los bosques de *Polylepis* también implican adaptaciones especiales en las plantas. Durante la época seca, que coincide con el periodo relativamente más frío, muchas plantas permanecen en estados inactivos, logrando sobrevivir como semillas (plantas anuales), bulbos o rizomas subterráneos (geófitos, incluyendo especies de *Solanum*, *Oxalis*, *Ullucus* y *Tropaeolum*), o al menos sin evidenciar crecimiento, como ocurre en muchos arbustos. Las plantas suculentas son poco frecuentes en los bosques de *Polylepis*, debido a que sus amplias reservas de agua son muy susceptibles al congelamiento. En *Polylepis*, el crecimiento vegetativo se desarrolla principalmente durante la época húmeda y relativamente cálida, mientras que la floración se presenta sobre todo en la época seca y fría (Hoch & Körner, 2005).

Los bosques andinos de *Polylepis* (Rosaceae) se desarrollan en rodales aislados y separados de los bosques montanos ubicados a menor altitud. En torno a esta distribución fragmentada de los bosques de *Polylepis*, ha existido una amplia discusión sobre el papel de los factores ambientales y antropogénicos que la originan, aunque la relevancia de cada uno de estos factores aún no se encuentra completamente definida. Las especies propias de las zonas altas presentan hojas de menor tamaño y un incremento en la abundancia de ápices radiculares en comparación con las especies de las zonas más bajas. Estas características parecen haber cumplido un papel importante en la evolución de las especies y en su adaptación a los hábitats de mayor altitud, particularmente frente a temperaturas bajas. De igual manera, las especies de las zonas altas muestran una tasa reducida de fotosíntesis en comparación con las especies de las zonas más bajas, lo que respalda la hipótesis de limitación de adquisición de carbono en el límite altitudinal arbóreo (Goldstein, Meinzer, & Rada, 2009).

1.3.3 Briofitos en bosques de *Polylepis*

Las briofitas recubren las rocas y las ramas de los árboles en los bosques de *Polylepis* húmedos y densos (Yallico, 1992; Servat, Mendoza, & Ochoa, 2002). En estos bosques altoandinos, al igual que en otros hábitats, las briofitas cumplen un rol ecológico importante. Entre las rocas cubiertas de musgos se forman suelos profundos y fértiles donde se desarrolla vegetación herbácea, dentro de la cual se encuentran variedades de papas silvestres y plantas nitrofilas (Fjeldså, 1942). Asimismo, la presencia de musgos parece ser determinante para el éxito de la germinación de las semillas, el rebrote y el adecuado desarrollo de la plántula de *Polylepis*, debido a que los briofitos actúan como termorreguladores y proporcionan humedad constante durante periodos más prolongados (Yallico, 1992).

Los briofitos constituyen un grupo de plantas sensibles a las condiciones microambientales. Entre los factores que más influyen en la comunidad de briofitos se encuentran la luz, la humedad relativa y la temperatura. Debido a su alta susceptibilidad frente a pequeños cambios ocasionados por la perturbación de los bosques, son buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas. Cuando los bosques de *polylepis* se encuentran amenazados, los musgos suelen estar pobremente representados y desaparecen junto con el bosque (Yallico, 1992).

1.4 Ubicación taxonómica de briofitos de los bosques de *polylepis* de las tres localidades

- Reino: Vegetal
- División: *Bryophyta*
- Clase: Musci
- Sub-clase: *Bryidae*

ORDEN: *POLYTRICHALES*

- **Familia:** *Politrachaceae*

Las especies de esta familia presentan una notable variación en el tamaño, ya que estas miden 3mm hasta los 30 cm de longitud. Los tallos, generalmente son erguidos y rígidos, pueden aparecer simples o con ramificaciones originadas por innovaciones; además, muestran una banda central de tipo *polytrichoides*. Los rizoides, por su parte, suelen encontrarse en abundancia, lo que contribuye a su fijación al sustrato. Las hojas pueden adoptar formas lanceoladas, liguladas o, con mayor frecuencia, deltoides; en algunos casos, se diferencian en una vaina amplexante y un limbo que varía de estrecho a ampliamente lanceolado. El margen del limbo puede presentarse plano, erecto o incurvado, y su borde puede ir desde entero hasta marcadamente aserrado. Los dientes marginales pueden ser simples y unicelulares, o bien multicelulares e incluso dobles. La costa es simple, robusta, y se extiende desde percurrente hasta largamente excurrente, mostrando con frecuencia dientes en la superficie dorsal. Un rasgo distintivo es la presencia de lamelas en la superficie adaxial de la hoja, ubicadas sobre el nervio o extendidas sobre casi todo el limbo; estas pueden disponerse en filas continuas o discontinuas y alcanzar entre 1 y 8 células de altura. Las células apicales de las lamelas pueden ser uniformes o diferenciadas, adoptando formas diversas, como U, piriformes, cuadradas o semejantes a una silla de montar; además, pueden presentarse solas o geminadas y, en algunos casos, mostrar papilas (Aponte & Uribe, 2017).

- **Género:** *Polytrichum*

Son dioicas, el periquecio se ubica en posición terminal y presenta hojas periqueciales con una vaina alargada, que en algunos casos puede ser casi acintada. Las paráfisis son uniseriadas y filiformes, pudiendo variar desde muy escasas o casi ausentes hasta claramente abundantes. El perigonio, por su parte, adopta una forma cupuliforme y, ocasionalmente, puede originar innovaciones sucesivas. Sus hojas perigoniales se disponen en varias series y muestran una diferenciación progresiva, con un limbo que se reduce gradualmente y una vaina amplia. Asimismo, los anteridios suelen ser numerosos y están acompañados por paráfisis filiformes o

clavadas, generalmente en abundancia. Por otro lado, el peristoma es simple y sus dientes se encuentran unidos al epifragma, que corresponde al ápice expandido de la columela. Estos dientes pueden ser 32 o 64, con ápices agudos u obtusos, y en ciertas especies se curvan hacia el interior. Su coloración puede ser hialina o mostrar pigmentación rojiza o anaranjada. El opérculo suele ser rostrado o largamente rostrado, con colores que oscilan entre amarillo, rojizo y pardo. Finalmente, la caliptra puede ser mitrada o cuculada, pilosa o glabra, y presentar tonalidades que van desde el pardo oscuro y anaranjado hasta el amarillo dorado (Aponte & Uribe, 2017).

1. Margen de la hoja plano a erecto, serrado; célula terminal de la lamela en forma de U (vista en corte transversal de la hoja);.....*Polytrichum commune* Hedw.

- **Género:** *Polytrichiadelphus*

Se trata de plantas de gran tamaño, que pueden alcanzar hasta 25 cm de longitud, con una coloración que varía del verde oscuro al pardo. El tallo es simple. Las hojas miden entre 6 y 9 mm de largo; en la parte media presentan un ancho de 0,5 a 1,5 mm, mientras que en la base alcanzan entre 1,5 y 2,5 mm. Su forma es deltoide y muestran una diferenciación clara entre vaina y limbo. Este último es plano y multiestratificado, con una longitud de 4 a 6 mm. El margen es ciliado, con cilios hialinos de 100 a 400 μm , distribuidos de manera irregular y formados por una sola célula. El ápice puede ser agudo o acuminado, mientras que la vaina es amplexante y parcialmente anaranjada. El nervio es robusto, percurrente o ligeramente excurrente, y permanece entero en la cara abaxial. Las lamelas se disponen sobre el nervio y parte de la lámina; en sección transversal se observan entre 40 y 55 filas, con una altura de seis células. La célula apical de cada lamela se encuentra diferenciada, tiene forma piriforme, superficie lisa y un ancho de 8 a 15 μm (Aponte & Uribe, 2017).

1. Márgenes de la hoja no
bordeados.....3

3. Márgenes planos o incurvados, superficie superior generalmente observable; células terminales de las lamelas de formas diversas, redondeadas, truncadas o piriformes.....	4
4. Lamelas extendiéndose sobre la superficie de la costa y la lámina.....	6
6. Hojas marcadamente diferenciadas entre vaina y limbo, vaina obovada hasta oblongo-obovada; peristoma con dientes.....	64 7
7. Células terminales de las lamelas lisas; vaina de la hoja con una mácula naranja conspicua; cápsulas con 2 ángulos.....	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.

ORDEN: GRIMMIALES

- **Familia:** *Grimmiaceae*

Esta familia está compuesta por cuatro géneros y 35 especies, las plantas por lo general son medianas, las cuales tienen forma de cojines y tapices, sus colores varían de entre verde oscuro, negruzco y pardo dorado, sus tallos son erectos y bifurcados con un cordón central, sus hojas presentan formas erectas patente en zonas húmedas, con márgenes planos, con costas simples y las esporas son lisas a papilosas, por último, también poseen yemas sobre lámina en base de la hoja (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Racomitrium*

Según Bokhorst et al. (2024) el *Racomitrium* es conocido como un musgo de flecos lanudos, se reconoce como una especie frecuente en la tundra de zonas montañosas y polares, incluida la Antártida marítima. Además, suele desarrollarse en extensas esteras compuestas por brotes horizontales poco densos, estableciéndose principalmente sobre rocas secas expuestas y superficies de cantos rodados. En la misma línea, Yoo et al. (2025), las especies de este género

comprenden plantas de tamaño mediano a grande, cuya coloración varía desde tonos amarillentos hasta verde parduzco. Generalmente, se desarrollan formando mechones o esteras extensas y se distribuyen desde las regiones árticas hasta las zonas tropicales de ambos hemisferios. Asimismo, los musgos del género *Racomitrium* se establecen principalmente en ambientes secos, como rocas expuestas al sol y suelos arenosos.

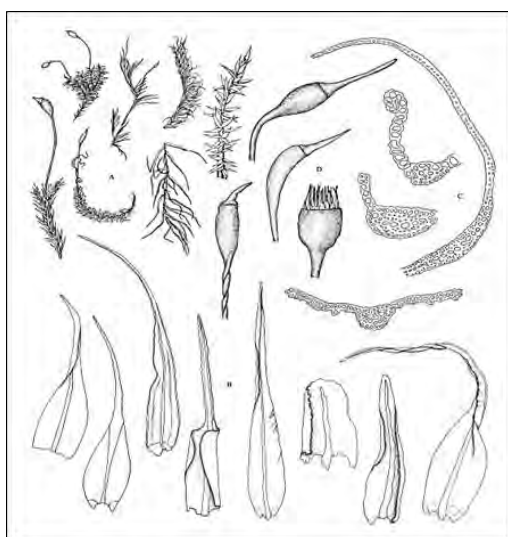
ORDEN: DICRANALES

- **Familia: Dicranaceae**

La familia está conformada por 13 géneros y 52 especies, sus características principales abordan a plantas pequeñas, generalmente robustas, las cuales forman laxas a densas, sus tallos son erectos, también presenta o no un cordón central conocido también como (*Leucoloma*), con un color pardo rojizo, sus hojas con agregadas, con un limbo lanceolado linear, sus márgenes son serrados, con bordes ausentes. Ocupa 1/3 del ancho de la hoja, sus células son inferiores, lisas, más o menos agrandadas con colores entre dorados y pardos rojizos, asimismo, poseen esperas que son esféricas y papilosas (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

Figura 21

Características morfológicas de Dicranaceae



Nota. A. Hábito. B. Hojas. C. Corte transversal de hojas. D. Cápsulas. Fuente: Churchill et al (2020).

- **Género:** *Amphidium*

Plantas pequeñas, formando manojo o cojines cortos, de color verde oliva hasta bastante oscuro. Tallos erectos, hasta 3-3.5 mm de alto, poco ramificados; en corte transversal células epidérmicas pluripapilosas en la superficie externa, con paredes bastante gruesas, células internas mayores, con paredes firmes, cordón central presente; escasamente radiculosos hacia abajo. Hojas adpresas abajo, patentes en la parte distal y crispas en seco, lineo-lanceoladas desde una base oblonga, 2.5-3.5 mm de largo, 0.2-0.3 mm de ancho, cóncavas abajo, carinadas en la parte distal, ápices por lo general claramente acuminados, base débilmente decurrente; márgenes generalmente planos hacia el ápice, a menudo recurvados hacia la base, obtusamente serrados o dentados en la porción 1/2 distal, ocasionalmente extendiéndose hasta cerca de la base; costa simple, no fuerte, sub- hasta percurrente; lámina uniestratificada; células finamente pluripapilosas, células mediales isodiamétricas, generalmente subcuadrado-redondeadas hasta cuadradas, 8-10 μm de diámetro, con paredes firmes; células inferiores y basales alargadas, generalmente largo-rectangulares, débilmente papilosas, laxas; región alar indiferenciada. Autoicas. Periquecios terminales; hojas poco o no diferenciadas. Setas cortas, aproximadamente de 1-1.1 mm de largo, a menudo curvadas, generalmente torcidas en la parte distal. Cápsulas emergentes hasta escasamente excertas, urna piriforme, 0.5-0.6 mm de largo, acostilladas, boca lobulada cuando está desoperculada; células exoteciales irregularmente rectangulares, con paredes más o menos gruesas, algunas filas longitudinales ampliamente sinuosas; anillo ausente; opérculo mamilífero hasta rostrado; peristoma ausente. Caliptra cuculada, ca. 0.7 mm de largo, desnuda o escasamente rugosa en el ápice.

Esporas con una apariencia ornamentadas, 14-18 μm de diámetro.....*Amphidium tortuosum* (Hornsch.) Cufod.

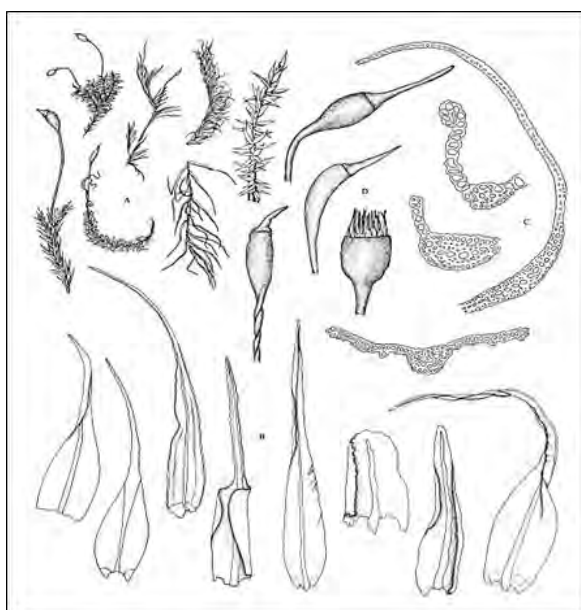
- **Género:** *Campylopus*

Se trata de plantas robustas, que crecen muy juntas entre sí, con tonalidades que van del verde amarillento al verde pálido, mientras que en la parte inferior presentan una coloración más pardusca. Sus tallos, que alcanzan entre 5 y 14 cm de altura, son erectos, de forma simple o a veces bifurcada, con aspecto cilíndrico y una ligera cubierta tomentosa de color rojizo en la base. En corte transversal, los tallos muestran entre dos y tres capas de células esclerodérmicas rojas y de paredes gruesas; además, presentan células corticales agrandadas, también rojizas y firmes, una hebra central bien definida y células hialinas de paredes delgadas. Los pelos axilares tienen una longitud de entre 5 y 8 células. En la base presentan una o dos células de forma cuadrada o cortamente rectangular, de tonalidad rojiza clara o pardusca; hacia la parte superior, poseen de cinco a seis células oblongo-cilíndricas, hialinas o ligeramente rojizas. Las hojas se disponen de manera densa y uniforme a lo largo del tallo. Cuando están secas, permanecen rígidas, erectas y muy juntas; en cambio, al humedecerse, se mantienen erectas o ligeramente extendidas. En la cara inferior son cóncavas, mientras que en la superior adoptan una forma tubular y también cóncava. Tienen una base ovada que se va estrechando gradualmente hasta terminar en ápices largos y delgados. Su tamaño varía entre 7 y 11 mm de largo y entre 1,0 y 1,5 mm de ancho por debajo de la mitad de la hoja. La superficie dorsal de la mitad superior es lisa. Los márgenes permanecen erectos en la cara inferior y algo subtubulosos en la superior; además, son unistratados y enteros en toda su extensión. Los nervios ocupan aproximadamente siete octavos de la base foliar, son recurrentes, ligeramente dentados en los ápices y lisos en la parte dorsal. En corte transversal, estos nervios presentan tres capas y, hacia la mitad de la hoja, muestran una hilera de *hialocistos* ventrales muy agrandados, junto con una hilera de células pequeñas (Allen & Buck, 2023).

1. Células basales de la lámina (justo por encima de las células alares si están presentes)	con	paredes	delgadas, hialinas.....	2
2. Hojas	con	extremos concoloros.....		5
5. Células superiores de la lámina	cuadradas o rectangulares.....			6
6. Células superiores de la lámina	rectangulares.....			9
9. Plantas produciendo ramas microfilas en las axilas de las hojas superiores.....	Campylopus	areodictyon (Müll. Hal.) Mitt.		

Figura 22

Partes del *Campylopus*



Nota. Obtenido de Allen y Buck, (2023). *Campylopus steerei*. A. Habit. B. Leaf. C. Exothecial cells at mid-capsule. D. Seta, capsule and operculum. E. Annulus. F. Capsule.

Calyptra. G. Cross section, upperpart of leaf. H. Cross section basal part of leaf. Scale in mm: bar = 0.05 (C, E, G); bar= 0.1 (H)

- **Género:** *Chorisodontium*

Reúne plantas generalmente grandes y, muchas veces, bastante robustas, que crecen en manojos desde laxos hasta densos, con tonalidades que van del verde brillante o amarillento al pardo dorado. Sus tallos son erectos o suberectos, poco ramificados y densamente tomentosos. Las hojas se disponen de forma laxa, son algo flexuosas y se estrechan gradualmente desde una base ancha hasta una subula alargada; además, presentan una costa largo-excurrente y márgenes que pueden ir de enteros a claramente dentados hacia el extremo. Las células de la lámina muestran paredes gruesas y, en la base, las células alares se distinguen por ser más grandes y de tonalidad rojo-oxidada. Estas plantas son dioicas y desarrollan periquecios terminales. La seta es alargada, erecta y robusta, mientras que la cápsula sobresale, se mantiene erecta y presenta forma cilíndrica, con un opérculo largo, cónico y rostrado. El peristoma es simple, con 16 dientes. La caliptra es cuculada, lisa y desnuda.

1. célula y esféricas o multicelulares, variables en tamaño (anisosporas), lisas o aparentemente ornamentadas.....*Chorisodontium mittenii* (Müll. Hal.) Broth.

- **Familia:** *Ditrichaceae*

Comprende musgos de tamaño variable, desde formas pequeñas hasta ejemplares más grandes, que pueden presentarse aislados o formando céspedes compactos o poco densos. Sus tallos son erectos y pueden ser simples o ramificarse mediante innovaciones; además, poseen cordón central y desarrollan rizoides en la base o a lo largo del tallo. Las hojas se disponen en dos o tres hileras, o bien en forma espiralada. Su forma va de ampliamente a estrechamente lanceolada, e incluso subulada, partiendo de una base ovada u oblonga, que puede ser débil o marcadamente envolvente. En algunos casos, la porción distal de la hoja presenta una quilla.

Los márgenes pueden ser planos o recurvados y variar desde enteros hasta aserrados o finamente serrulados en el ápice. La costa es fuerte y puede terminar en el ápice o sobrepasarlo. Las células de la lámina presentan formas cuadradas, subcuadradas o rectangulares, con paredes engrosadas, y su superficie puede ser lisa, mamilosa o papilosa. La región alar no se encuentra diferenciada. En cuanto a la reproducción, estas plantas pueden ser dioicas o monoicas, y sus periquecios se desarrollan en posición terminal (Colotti & Suarez, 2017).

- **Género:** *Distichium*

Se trata de plantas pequeñas y delgadas, que crecen formando céspedes compactos de color verde a pardo verdoso, con brillo evidente y tonalidades más oscuras en las partes envejecidas. Los tallos son erectos, de 5 a 10 mm de altura, simples o rara vez ramificados, con tomento rojizo basal y un cordón central bien desarrollado. Las hojas se disponen en dos filas, pueden presentarse de manera laxa o imbricada, y muestran una base envolvente que se estrecha bruscamente en una súbula alargada. La costa es robusta, percurrente y estructuralmente diferenciada, mientras que las células laminares son pequeñas, de paredes engrosadas, y las basales se alargan y se vuelven hialinas hacia el margen. La especie es monoica, con perigonios axilares próximos al ápice y hojas periqueciales semejantes a las vegetativas. La seta es rojiza, recta y relativamente larga en proporción al tamaño de la planta. La cápsula es cilíndrica, erecta a subinclinada, con estomas superficiales en la base y peristoma simple, cuyos dientes se dividen en segmentos filiformes papilosos. Las esporas son pardo amarillentas, papilosas y de tamaño mediano (Colotti & Suarez, 2017).

ORDEN: POTTIALES

- **Familia:** *Pottiaceae*

Esta familia presenta 44 géneros y 221 especies, asimismo reúne especies acrocárpicas, con un tamaño reducido, asimismo, presentan un córdon central en el tallo, las hojas suelen variar de linear lanceoladas a lingüiformes, con una costa simple. Por otro lado, las células

presntes en la lámina son isodiamétricas y papilosas, las propiedades del esporafito son artrodonto y haplolépido y que tiene 16 dientes, y en ocasiones suelen dividirse y formar 32 filamentos, con una superficie papilosa (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Leptodontium*

Presenta 39 especies, habitan zonas de montañas tropicales, y 20 géneros encontrados en los andes tropicales, las plantas son entre pequeñas y robustas, y estas forman céspedes densos, los colores resaltantes son: verde pálido, verde oscuro, y pardo amarillento. Los tallos llegan a medir 20 cm, y pueden ser simples y ramificados, no poseen un cordón central, pero si pelos axilares y células. Las hojas son erectas y en zonas húmedas, y crespas en seco, son largas y tienen formas lingüiformes, con un diámetro de 2-5 (8) mm. También poseen células superficiales o basales (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

1. Tallo no acostillado en corte transversal, sin una epidermis diferenciada con células de paredes delgadas.....	15
15. Plantas robustas, en matas laxas, tallos generalmente 3-10 cm de largo, hojas ovado-lanceoladas a largo-lanceoladas, generalmente mayores a 3.25 mm de largo.....	17.
17. Células de la lámina no abultadas, papilas esparcidas sobre el lumen.....	19
19. Hojas a veces onduladas o rizadas, la base envainadora generalmente alta y ancha; autoicas (a veces dioicas), setas generalmente 16-22 mm de largo; esporas dimorfas.....	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad.

1. Tallo acostillado en corte transversal, con una epidermis con células de paredes delgadas, generalmente colapsadas 2.

2. Márgenes de la hoja dentados en 1/4-1/2 de la parte superior, pocas veces crenulado entre los dientes.....3.

3. Hojas mayores a 2 mm, no apiculadas por una célula larga; células basales bien diferenciadas.....4.

4. Células basales internas no claramente demarcadas.....6.

6. Hojas dentadas sólo en la mitad superior.....8.

8. Hojas marcadamente dentadas encima, con un ápice afilado, recurvado; costa rara vez completamente roja.....9.

9. Base de la hoja generalmente envainadora hasta 1/2 de la longitud de la hoja; células submarginales de la base envainadora diferenciadas, en varias filas, cortorectangulares, 11-13 x 25-35 µm, más anchas que las células superior de la lámina o las células basales internas.....*Leptodontium wallisii* (Müll. Hal.) Kindb.

1. Tallo acostillado en corte transversal, con una epidermis con células de paredes delgadas, generalmente colapsadas.....2.

2. Márgenes de la hoja dentados en 1/4-1/2 de la parte superior, pocas veces crenulado entre los dientes.....3.

3. Hojas mayores a 2 mm, no apiculadas por una célula larga; células basales bien diferenciadas.....4
4. Células basales internas formando fenestraciones hialinas claramente demarcadas (cancelinas).....5
5. Hojas ampliamente obovadas, cancelinas ocupando casi la mitad de la longitud de la hoja.....*Leptodontium tricolor* (R.S. Williams) R.H. Zander

ORDEN: BRYALES

- **Familia:** *Bryaceae*

Se caracterizan por presentar gametófitos de tamaño pequeño a mediano, que por lo general crecen formando céspedes o agrupaciones compactas. Sus tallos suelen ser erectos y las hojas se disponen alrededor del eje. Según el género y la especie, estas hojas pueden variar en su forma, siendo ovadas, lanceoladas o estrechamente ovadas. Entre los rasgos más comunes de la familia destaca la presencia de una costa o nervio foliar, que puede manifestarse de manera débil, corta, percurrente o ligeramente excurrente. Asimismo, el ápice foliar también presenta variaciones, pudiendo ser agudo, acuminado o incluso hialino en determinados casos (Canestrato & Fernandes, 2022).

- **Género:** *Rhodobryum*

Este género presenta 40 especies que ocupan zonas templadas frías. Las plantas son robustas con un tamaño de hasta 6cm a más, con colores verde oscuro a pardo rojizo. Los tallos son erectos y estos están vinculados por estolones subterráneos; las hojas son distales o rosetas interrumpidas, en lugares secos son crespas, y erecta patente en zonas húmedas, tienen un diámetro de 10-12 mm. Las capsulas son horizontales a péndulas, tienen una urna cilíndrica o periforme, con un exostoma de 16 dientes (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

Esporas finamente papilosas.....*Rhodobryum* sp. (Schimp.) Limpr.

• **Género:** *Acidodontium*

Presenta hojas mucho más pequeñas, de forma ampliamente lanceolada a espatulada, con una costa que sobrepasa ligeramente el ápice entre 0,1 y 0,2 mm. Además, posee una seta corta, de aproximadamente 2,3 mm, una cápsula claviforme con apófisis reducida, un opérculo cónico sin apículo y un endostoma con membrana basal elevada, cuyos segmentos bifurcados se abren con un ángulo distinto y carecen de cilios o los presentan de forma muy rudimentaria. Las plantas son dioicas, crecen en pequeños céspedes y pueden desarrollarse sobre diversos sustratos, como rocas cubiertas de suelo, cortes de terreno y corteza de árboles. Presentan una coloración verde amarillenta y alcanzan hasta 1,5 cm de altura. El tallo es erecto, de color pardo rojizo, densamente cubierto de rizoides salvo en la parte terminal, y puede mostrar de tres a cuatro innovaciones laterales. En corte transversal, el tallo se observa redondeado a poligonal, con una epidermis uniseriada de células de paredes gruesas, varias capas de células corticales delgadas y un cordón central formado por células medulares pequeñas y de paredes finas. Los rizoides son abundantes, cubren casi todo el tallo hasta la región comal y forman una masa parda entrelazada, con superficie áspera y pequeñas papilas. Las hojas periqueciales son lanceoladas, mientras que las perigoniales son ovadas con ápice acuminado. Las paráfisis tienen una tonalidad rosada pálida a amarillo claro y están compuestas por cuatro a cinco células (Vineesha, Sajita, Manju, & Spence, 2023).

1.	Hojas	ovado-oblongo	u
	oblongas.....		4
4.	Hojas	corto-acuminadas;	costa
	excurrente.....		6
6.	Hojas	crenuladas o serruladas en la región	
	superior.....		7

7. Plantas generalmente robustas; ápices de las hojas terminando en un apículo corto; borde indistinto; costa terminando muy por debajo del ápice; opérculo apiculado.....*Acidodontium longifolium* (Schimp. ex Paris) Broth.

- **Género:** *Bryum*

La planta presenta un cuerpo no ramificado y alcanza entre 1,5 y 3 cm de altura. Sus tallos muestran una coloración verde oscura en la parte inferior y tonalidades marrones hacia la parte superior. Los rizoides son ramificados y se distribuyen de manera dispersa. Las hojas tienen forma ovado-lanceolada, con un ápice prolongadamente acuminado y una base decurrente. Además, sus márgenes son ligeramente reflejos y finamente serrulados en el ápice. La costa es muy marcada y se extiende hasta el extremo de la hoja. En cuanto a las células de la lámina, estas se vuelven más estrechas y alargadas en las capas externas, mientras que hacia la costa presentan una forma romboidal a rectangular, sin diferenciación evidente en el borde (Rehman, Gupta, & Bast, 2021).

1. Cápsulas erectas; peristoma reducido; endostoma rudimentario; opérculos cónicos altos, con pico; hojas vegetativas espatulada..... 20. *Bryum wrightii*
- 1'. Cápsulas péndulas, horizontales a suberectas; peristoma completo; endostoma bien desarrollado; opérculos cónico-apiculados; hojas vegetativas con otras formas..... 2
2. Plantas de color verde plateado; base de la hoja verde, ápice hialino 3
- 2'. Plantas verdes, verde amarillentas o verde rojizas; base y ápice de la hoja verdes 4 (Rehman, Gupta, & Bast, 2021).

ORDEN: *BARTRAMIALES*

- **Familia:** *Bartramiaceae*

La familia tiene 10 genero y un alrededor de 400 especies, fueron hallados 8 géneros en los andes tropicales con mas de 64 especies, el crecimiento de esta familia se caracteriza por la forma de céspedes, las hojas suelen ser envainadas, asimismo, optan formas lanceoladas a lineares. Las células superiores de la lámina presente son papilosas y tiene formas subcuadradas a rectangulares, también presentan setas robustas y capsulas de contorno que son globosos (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Anacolia*

Las plantas pueden crecer de forma erecta o algo decumbente. El tallo presenta un tomento denso de color rojizo. Las hojas son erecto-patentes, de forma ovado-lanceolada a subulada, plegadas en la base, con márgenes finamente denticulados y recurvados en la mitad inferior. La lámina puede ser total o parcialmente biestratificada hacia el ápice, mientras que las células medias son rectangulares y, por lo general, presentan papilas. La costa es robusta y sobresale del ápice (Casas, Brugués, Cros, & Sérgio, 2025).

1. Hojas no en 5 filas; células de las hoja papilosas o lisas; rizoides papilosos; opérculos cónicos hasta cónico-apiculados.....2
2. Plantas generalmente con innovaciones suflorales; pelos axilares con células terminales redondeadas, cortas, más o menos globosas; esporas a menudo verrugosas o tuberculadas.....3
3. Plantas menores; hojas débilmente plegadas o no, con células alares indiferenciadas.....4

4. Hojas hasta 3-4 mm de largo; tallos sin hialodermis; seta corta, generalmente 2-7 mm de largo.....*Anacolia setifolia* (Hook. & Arn.) Paris

- **Género:** *Bartramia*

Las plantas son de tamaño mediano, de color verde, y alcanzan hasta 1,8 cm de altura. Los tallos presentan de manera moderada a abundante un tomento en la base, carecen de hialodermis y poseen un cordón central bien definido. Los pelos axilares están formados por dos células: una basal, de forma cuadrada y color marrón, y otra superior, globosa e hialina. Las hojas permanecen adpresas cuando están secas, pero al humedecerse se disponen de forma erecto-extendida. Tienen una forma ovado-lanceolada y terminan en un ápice estrechamente acuminado. Los márgenes son fuertemente doblemente aserrados y se encuentran revolutos en la parte superior. Las células superiores de la lámina son biestratificadas, de contorno oblongo a lineal, y presentan pequeñas proyecciones en ambos extremos. Las células marginales suelen ser más cortas, con paredes más gruesas y una coloración más intensa; además, las que forman los dientes del margen son notablemente más grandes. En la base interna de la hoja, las células son lineales y apenas más anchas que las superiores, mientras que las células basales del margen se vuelven más anchas y cortas, generalmente oblongas, y las más externas pueden ser incluso cuadradas. Hasta el momento, no se han observado esporofitos (Suárez, Jiménez, & Flores, 2017).

1. Hombros de las hojas frágiles; ápice del limbo a menudo caducifolio.....2
2. Plantas grandes, 2-7 cm; hojas flexuosas y curvadas cuando secas, todo el limbo caducifolio; células de la base envainante con paredes gruesas y porosas.....*Bartramia angustifolia* Mitt.

ORDEN: ORTHITRICHALES

- **Familia:** *Hedwigiaceae*

Según Luna (2022), estas son la clave para la especie, se trata de plantas talosas de tamaño mediano, que suelen crecer formando manojos o cojines, con tonalidades que van del verde al verde oscuro, e incluso al pardo o negruzco. Los caulidios son ascendentes o erectos, muy ramificados y con escasos rizoides en la base. Los filidios carecen de costa, se disponen en espiral y aparecen imbricados; además, pueden presentar márgenes enteros o algo dentados hacia el ápice. Las células de la lámina son cuadradas a cortamente rectangulares, con paredes sinuosas y superficie papilosa. La cápsula no presenta peristoma, mientras que las esporas son esféricas y también papilosas.

- **Género:** *Braunia*

Son plantas robustas, de entre 3 y 5 cm de altura, que crecen formando matas o esteras laxas o densas, de aspecto rígido y coloración verde oscura a marrón rojiza. Sus tallos son plagiotrópicos, con ramificación simpodial y puntas ascendentes; además, presentan pseudoparafilias foliosas con células papilosas. Las hojas son imbricadas, cóncavas y plegadas, de forma ovada a ampliamente oblonga, con ápice cuspidado o acuminado, a veces hialino, y bordes crenulados o serrulados. Los márgenes pueden ser reflejos en la base o revolutos hacia el acumen. Las células superiores de la hoja son de paredes gruesas y con papilas, mientras que las basales son lineales, amarillentas y de paredes rectas y porosas. Estas suelen ser autoicas, con periquecios terminales y hojas periqueciales erectas y alargadas. La seta, de color amarillo a rojizo, puede ser corta o larga, y sostiene una cápsula exerta, generalmente erecta y simétrica, de forma urceolada, subglobosa o cilíndrica. El opérculo posee una base cónica y un rostro largo y delgado. No presentan anillo ni peristoma, las estomas se localizan en el cuello de la cápsula y las esporas son amarillo-pardas, con superficie papilosa o rugulosa. La caliptra es grande, cuculada y, por lo general, lisa (de Luna, 2022).

- 1a. Ápice foliar denticulado, de aspecto hialino; cápsula de forma cilíndrica
.....*Braunia plicata* (Mitt.) A. Jaeger

- 1b. Ápice foliar entero o escabroso, con la misma tonalidad de la hoja 2
- 2a. Ápice de la hoja prolongadamente acuminado, angosto y flexuoso; cápsula turbinada a globosa; setas de (3-)5-6(-7) mm de longitud*Braunia squarrulosa* (Hampe) Müll. Hal.
- 2b. Ápice foliar brevemente acuminado; cápsula cilíndrica y estrecha; setas de (5-)9-14(-20) mm de longitud 3
- 3a. Margen foliar revoluto desde la base hasta cerca de 3/4 de la longitud de la hoja; células superiores rectangulares, de (8,2-)11-16,8(-21,9) µm de largo y (3,7-)4,9-6,5(-8,2) µm de ancho, con proporción 2-3:1 y paredes celulares sinuosas*Braunia secunda* (Hook.) Bruch & Schimp.
- 3b. Margen foliar plano o revoluto únicamente desde la base hasta 1/3 de la longitud de la hoja; células superiores subcuadradas, de (7,2-)9,2-13(-17,2) µm de largo y (4,4-)5,3-6,7(-8) µm de ancho, con proporción 1,5-2:1 y paredes celulares lisas *Braunia andrieuxii* Lorentz (de Luna, 2022).

- **Familia:** *Rhacocarpaceae*
- **Género:** *Rhacocarpus*

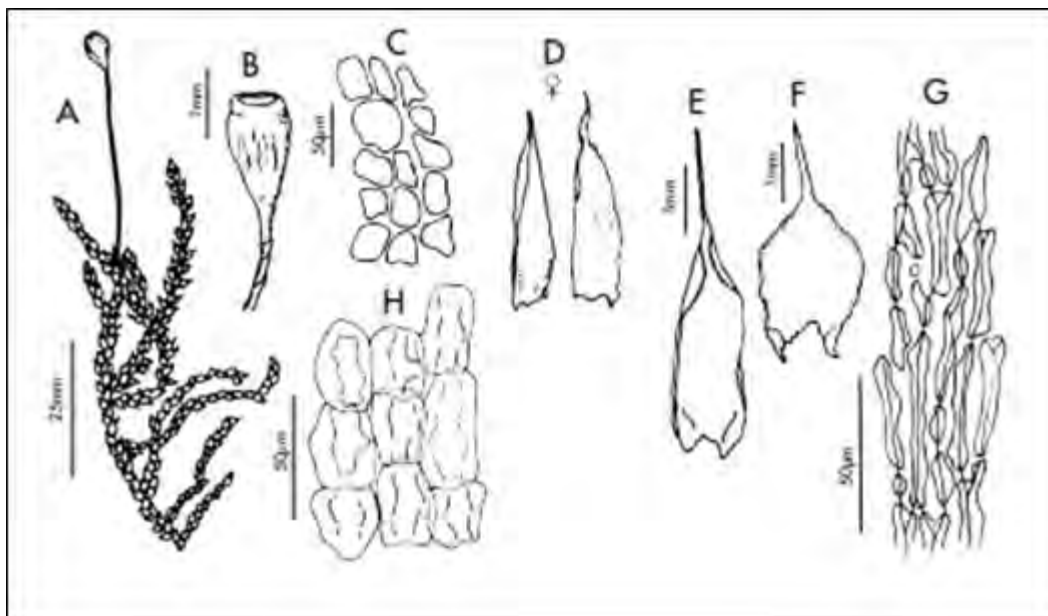
Son plantas de tamaño mediano a grande, con tonalidades que van del verde oliva pálido al café amarillento o dorado. Sus tallos son rastreros o ligeramente ascendentes y presentan una ramificación irregularmente pinnada, con puntas de tallos y ramas afinadas. Las hojas son cóncavas, de forma ovada a oblongo-lanceolada, carecen de costa y terminan en una larga punta pilífera; además, sus márgenes están bordeados y muestran una fina denticulación en la parte distal. Las células de la lámina son linear-oblongas, con varias papilas y paredes porosas, mientras que las células alares son subrectangulares y de color rojo óxido o hialino. La cápsula

es erecta y ovoide, con un opérculo largamente rostrado, y no presenta peristoma (León, Gradstein, Castillo, Moscoso, & Navarrete, 2013).

1. Ápices de las hojas
pilíferos.....2
2. Hojas limbadas (borde diferenciado)
.....3
3. Hoja completamente bordeadas.....R. purpurascens

Figura 23

Rhacocarpus purpurascens



Nota. **A.** Hábito. **B.** Cápsula. **C.** Células de la cápsula. **D.** Hojas periqueciales. **E.** Hoja de la rama. **F.** Hoja del tallo. **G.** Células medias de la hoja. **H.** Células alares de la hoja. Obtenido de León et al. (2013).

ORDEN: *HOOKERIALES*

- **Familia:** *Pilotrichaceae*

Son plantas de tamaño mediano a robusto, con tonalidades que varían del verde pálido y dorado al pardo oscuro o rojizo, y que suelen crecer formando céspedes o tapices. Sus tallos, por lo general cespitosos y a veces erectos, pueden presentar desde poca ramificación hasta una disposición regularmente bipinnada; además, con frecuencia muestran hojas acomodadas en un solo plano, lo que les da un aspecto complanado. Carecen de cordón central, pueden presentar o no hialodermis y desarrollan rizoides tanto en la base como a lo largo del tallo. Las hojas son ovadas a ovado-lanceoladas y, en algunos casos, se diferencian en hojas laterales asimétricas y hojas medias más simétricas. Sus ápices pueden ser agudos, acuminados, obtusos o truncados, mientras que los márgenes suelen ser dentados o serrados, rara vez enteros. La costa generalmente es doble, ya sea divergente o paralela, aunque en ciertas especies puede estar ausente. Las células de la lámina varían desde isodiamétricas hasta lineales, con superficies lisas, prorulosas o papilosas, y las células alares no suelen diferenciarse claramente. En cuanto a la reproducción, estas plantas pueden ser autoicas o dioicas, con periquecios laterales. Las setas son variables en longitud y ornamentación, y sostienen cápsulas erectas o algo inclinadas, provistas de opérculos cónicos y rostrados. El peristoma es doble, con dientes generalmente papilosos y estriados. La caliptra puede ser lisa o escabrosa, desnuda o pilosa, y las esporas, por lo común esféricas, suelen presentar superficie papilosa (Colitti, Suárez, & Schiavone, 2016).

- **Género:** *Cyclodictyon*

Este género posee alrededor de 100 especies, y en los andes tropicales se encuentran 15 de ellas, sobre todo en lugares húmedos, las plantas de esta especie suelen ser medianas y estas suelen ser laxas, y presentan un color verde pálido y verde blancuzco, los tallos son reptantes con un tamaño de 1-4 cm, con tallos y ramas distal, las hojas también suelen ser deciduas, y

son crespas en lugares secos y en zonas húmedas son laxo-complandas, también presentan hojas laterales y dorsos ventrales, ovadas-oblongas con un diámetro 0.5-2.8 mm., las células presentes son medianas y lisas, las células basales grandes, y yemas raras. Las setas llegan a medir de entre 10-20 mm (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

ORDEN: *HYPNALES*

- **Familia:** *Brachythecaceae*

En esta familia se presentan 15 géneros y por lo menos 44 especies, su crecimiento tiene una gran variación, ya que incluye tanto plantas terrestres reptantes como especies epífitas que con frecuencia cuelgan. Las hojas del tallo y de las ramas pueden ser semejantes, aunque las de las ramas suelen ser más pequeñas; en otros casos, ambas se diferencian claramente y adoptan formas dimórficas o heteromórficas. Por lo general, las hojas son lanceoladas, ovado-lanceoladas u ovadas, pueden ser lisas o plegadas y muestran márgenes habitualmente dentados. La costa es simple y normalmente recorre entre la mitad y las tres cuartas partes de la longitud de la hoja, aunque en ocasiones termina en una pequeña espina, las células de lámina suelen ser alargadas (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020)

- **Género:** *Brachythecium*

Plantas medianas, que suelen formar tramas generalmente densas, pero en ambientes con mayor sombra puede ser más laxa. Los caulidios permanecen adheridos al sustrato, mientras que las ramas pueden crecer erectas o postradas, cubriendo la superficie sin fijarse directamente a ella. Los filidios alcanzan alrededor de 1,5 mm de longitud, tienen forma triangular y presentan el ápice ligeramente desviado hacia un lado. Además, se disponen formando con el caulidio un ángulo de 25 a 45°, y cuando están secos muestran cierta flexuosidad a lo largo de su eje. Sus márgenes son dentados y el nervio termina en un diente bastante marcado, rasgo que solo puede apreciarse con ayuda del microscopio. Se trata de una especie autoica, ya que los órganos masculinos y femeninos se desarrollan en los mismos tallos,

por lo que suele encontrarse fértil con frecuencia. La seta es papilosa, la cápsula se dispone en posición horizontal y algo curvada, y el opérculo presenta un pico corto (Muñoz, 2023).

1. Hojas del tallo gradualmente angostadas en un ápice corto a largo 2.
2. Ápices de las hojas del tallo más largos que, $\pm$ no o diversamente torcidos.....5.
5. Hojas del tallo con decurrencias cortas o débiles.....8.
8. Hojas del tallo no a débilmente plegadas o sólo en la base.....11
11. Hojas del tallo erectas a patentes; hojas de las ramas $\pm$ escuarrosas cuando húmedas, $\pm$ curvadas; células alares pequeñas, tan anchas como las células basales, en grupos discretos; autoicas.....*Brachythecium occidentale* (Hampe) A. Jaeger

Figura 24

Brachythecium



Nota. Obtenido de Muñoz (2023).

- **Familia:** *Hylocomiaceae*

Presentan 3 géneros y 4 especies, las plantas son pequeñas y robustas, su crecimiento suele formar tapices, los tallos por su parte son extendidos o erectos, raramente pinados, y este si presenta un cordón, son plegados y su superficie puede ser lisa o algo rugosa. El ápice varía desde ampliamente agudo o redondeado hasta gradualmente o bruscamente acuminado, mientras que la base puede ser cordada y auriculada o carecer de estas características. Los márgenes se observan planos o recurvados, y pueden ser enteros o aserrados. La costa puede ser doble o simple, y las células medias de la lámina suelen ser oblongo-lineales, con poros débiles o, en algunos casos, sin poros evidentes. La cápsula puede disponerse erecta, inclinada u horizontal, con urna de forma ovoide a cilíndrica. El opérculo varía de cónico a cónico-apiculado, y el peristoma es doble. La caliptra es cuculada, lisa y desnuda, mientras que las esporas son esféricas y presentan una papilosis fina (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Pleurozium*

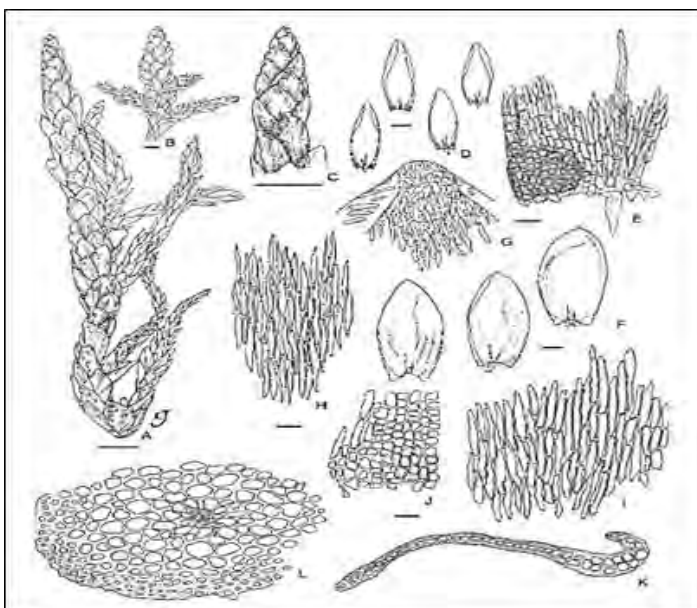
Se trata de plantas que tienen un tamaño mediano a robusto, estas suelen crecer formando matas o tapices densamente entrelazados, que tienen tonalidades que son entre pardo amarillento a rojo oscuro, sus tallos son postrados entre ascendentes, estos alcanzan un promedio de 4 a 6 cm de longitud, presentan una coloración pardo oscura y un aspecto juláceo, con ramificación irregularmente pinnada. Sus ramas son cortas entre unos 0,3 a 1,2 cm, con ápices atenuados y arqueados, también, poseen un corte transversal, el tallo está compuesta de entre cuatro a cinco hileras de células de paredes gruesas rodeando células de paredes firmes, y los rizoides se localizan en la base de los tallos. Las hojas se disponen de manera laxamente imbricada y son profundamente cóncavas, con escasos cambios en su forma cuando están húmedas. Las hojas del tallo son erectas, de contorno ampliamente oblongo-ovado, con un ápice que varía de ampliamente agudo a obtuso-redondeado y una base ligeramente auriculada.

Sus márgenes son enteros, aunque presentan una fina serrulación en la parte distal, y se curvan hacia la base. La costa es corta y doble, en ocasiones triple, divergente y desigual, ocupando solo una cuarta parte o menos de la longitud de la lámina. En cuanto a las células foliares, las distales son de paredes engrosadas y forma cortamente fusiforme; las células medias son más alargadas, flexuosas y de paredes firmes a gruesas, a veces con poros; mientras que las basales son lineales, alargadas y también presentan paredes engrosadas y porosas. Las células alares se distinguen por estar excavadas, ser biestratificadas y de paredes gruesas; en ocasiones se observan algo infladas, con formas que van de obladas a cuadradas o cortamente rectangulares, y muestran una tonalidad pardo dorada. Asimismo, las células supraalarias se diferencian claramente por su forma corto-rectangular (Colotti & Suárez, 2023).

1. Tallos amarillentos a rojos opacos; ramas marcadamente atenuadas; hojas (tallos y ramas) túrgidas en seco; cápsulas $\pm$ erectas.....*Pleurozium quitense* (Mitt.) B.H. Allen & Magill

Figura 25

Descripción gráfica del *Pleurozium*



Nota. **A)** Hábito en seco. **B)** Detalle de la región apical del gametofito cuando seco. **C)** Detalle del ápice de una rama cuando húmeda. **D)** Hojas de la rama. **E)** Células alares

de la hoja de la rama. **F)** Hojas del tallo. **G)** Células distales de la hoja del tallo. **H)** Células medias de la hoja del tallo. **I)** Células basales de la hoja del tallo. **J)** Células alares de la hoja del tallo. **K)** Sección transversal de la hoja del tallo. **L)** Sección transversal del tallo. A, B, C= 1 mm; D a L= 25 µm. Ruíz875. Obtenido de Colotti y Suárez (2023).

- **Familia:** *Hypnaceae*

Son pequeñas de tamaño mediano y al crecer suelen formar tapices, ya sean compactos o laxos. Tallos: son reptantes y se disponen de forma patente o ascendente, también presentan un follaje terete o complanado, las cuales suelen estar orientada a un solo lado. El cordón puede estar poco desarrollado, no presenta parafilos, pero sí pseudoparafilos filiosos. Hojas: estas pueden ser erectas, o tener una posición falcado-secunda, las cuales suelen ser ovadas, u ovadas-lanceoladas y triangulares. Estas plantas pueden ser autoicas o dioicas. Los periquecios se desarrollan lateralmente y las hojas asociadas suelen diferenciarse de las vegetativas. La seta es alargada y, por lo común, lisa, aunque rara vez puede ser rugosa o papilosa hacia la parte distal. La cápsula puede disponerse erecta, inclinada o péndula, con formas que van de ovoide a cilíndrica u obloide-cilíndrica, pudiendo ser simétrica o algo curvada. El opérculo es cónico y rostrado, corto o largo, generalmente oblicuo (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020)

- **Género:** *Hypnum*

Las plantas de este género son de tamaño mediano, crecen formando matas, sus colores varían y van de un verde brillante a amarillo dorado o pardo, respecto a los tallos estas son patentes, y ligeramente ascendentes, tienen una ramificación pinnada que es regular e irregular, también mantiene un corte transversal la cual se distingue por capas externas de células pequeñas, este sí posee un cordón central, pero tiende a ser débil, asimismo, presentan pseudoparafilos foliosos. Las hojas del tallo están agrupadas y son erectas o falcado secundas, la forma varía de ovado-lanceolada a lanceolado-subulada. El ápice es corto o algo acuminado,

la costa es bifurcada y ocupa una parte reducida de la lámina, aunque en algunos casos puede faltar. Las células de la lámina son lisas; las medias suelen ser lineales, las basales más alargadas y algo porosas, y la región alar se diferencia por células pequeñas y cuadradas o, a veces, algo infladas. Las hojas de las ramas suelen ser más pequeñas y estrechas que las del tallo.

1. Hojas ovado-subuladas, largo-acuminadas; células del acumen similares a las células mediales, células mediales de 40-80 μm de largo, células alares infladas y ovales, pocas Hypnum amabile (Mitt.) Hampe

- **Familia:** *Lepyrodontaceae*

Plantas: son medianas, y formas cojines, tapices densos y son de color verde brillante a un pardo dorado. Tallos primarios: estos son cortos de forma reptante, tienen la apariencia rizoide y son finamente papilosa, y sus ramas son jóvenes y lisas; Tallos secundarios: son erectos de un aprox. De 3-6 cm de alto, sus ramas son flageliformes, con un corte transversal 2-3 filas. Hojas: tienen forma oblongo-lanceoladas a angosto-lanceoladas, de 4.5-5 mm, con un ápice angosto acuminado, con una costa simple, débil la cual ocupa 1/-2/3 de longitud de lámina, sus células son medias lineares, lisas, porosas. Por otro lado, la seta alargada, 10-15 mm, de un naranja rojizo, lisa y torcida (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Familia:** *Neckeraceae*

Las plantas son medianas, grandes y robustas en la que se forman manojos o tapices, de color verde pálido a un verde amarillento a pardo dorado. Tallos primarios: son de cortos a largos, tienen hojas escumiformes o erosas. El tallo secundario va de ascendentes a erectos, a menudo suelen ser frondosos o incluso llegan a ser colgantes, las hojas suelen ser triangulares u ovado triangular. Su ramificación es irregular o pinnada. El cordón central, los parafilios y los pseudoparafilios pueden estar presentes o ausentes, según el taxón. Las hojas suelen estar agrupadas o a veces separadas, sus formas son complanada o radial alrededor del tallo. Pueden

ser lisas, plegadas u onduladas, el ápice es agudo, obtuso o acuminado. Los márgenes suelen mantenerse planos y en la base llegan a doblarse, también presentan dientes finos en la parte distal (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Neckera*

Son plantas de tamaño mediano a algo robusto, que forman matas o tramas sus colores varían de verde oliva brillante a amarillo dorado. Presentan tallos reptantes y otros secundarios, por lo general ascendentes, con ramificación pinnada. Las hojas son asimétricas, algo complanadas, de forma ovado-lanceolada a oblongo-ligulada, con márgenes finamente serrulados y costa doble. Las células foliares son lisas y la región alar se diferencia poco. Son plantas autoicas, con periquecios laterales, setas cortas o medianas y cápsulas erectas, inmersas o apenas exertas. El peristoma es doble, la caliptra es lisa y las esporas son esféricas y marcadamente papilosas.

1. Hojas principalmente lisas, ápices ampliamente agudos, paráfílos muy abundantes a lo largo del tallo, ca. 0.5-2.0 mm de largo.....*Neckera andina* Mitt.

- **Familia:** *Sematophyllaceae*

Plantas: de pequeñas a algo grandes, y estas forman tapices son de color verde brillante claro, a oscuro y también verde amarillento a dorado. Tallos: son patentes a ascendentes, a veces con pendientes ramificados cortos o largos, mantiene un cordón central ausente. Hojas: son erectas a erecta patente, sus linajes son anchos lanceolados, también son ovadas, ovado-oblongas, con paredes oblongo ovales, con frecuencia de color naranja, rojizo o dorados.

- **Género:** *Sematophyllum*

Las plantas son de pequeñas a grandes y robustas, y forman tapices, de color verde amarillento a pardo dorado. Los tallos, son con frecuencia unilaterales y tienen una longitud de entre 3-8 cm. y sus ramificación son irregulares pinnadas, por otro lado, sus hojas, son anchas

o angostas ovadas, también son oblongo-lanceoladas, 0.7-2.5 mm, erectas o falcadas, ápice agudo a ancho- o angosto acuminado, con una forma abrupta y los márgenes planos a recurvados con una costa ausente, sus células son medias romboidales y fusiformes y también lisas, también cuenta células supraalares ausentes o presentes; células de la inserción por lo general de un pardo dorado, en su mayoría porosas (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Familia:** *Thuidiaceae*

Consta de 3 géneros y 17 especies, esta familia tiene las plantas pequeñas a grandes y su vez son robustas, las cuales forman tapices laxos, las cuales llegan a ser densos o tramas, y su color va de una verde oliva opaco, verde amarillento a parduzco o dorado. Sus tallos son ramas pinnadas, tiene un cordón central, son también papiloso, y escasos y densamente tormentosos, las hojas de los tallos son adpresas de forma erecto-patentes, ovados, triangulares y o subuladas, con un ápice corto (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Género:** *Thuidium*

Las plantas son grandes, y esta forma tapices toscos que a su vez son laxos a densos y de color verde oliva, pardo amarillento y dorado. Los tallos, son reptantes de 1-3 pinnadas, que frecuentemente son papilosos, las hojas son dimorfas, y las hojas de tallo son grandes, corto-ovadas, de 2mm biplegadas, los márgenes generalmente son recurvados en la base, un poco inflexos, por otro lado, las hojas de las ramas son corto ovadas, con un diámetro de 0.5 mm (Churchill, Aldana, Opisso, & Morales, 2020).

- **Reino:** Vegetal
- **División:** *Bryophyta*
- **Clase:** Musci
- **Sub-Clase:** *Bryidae*
- **Orden:** *Jungermanniales*

- **Familia:** *Metzgeriaceae*

Esta familia está compuesta por hepáticas talosas, poseen un tamaño pequeño, por lo general crecen en el suelo, debajo de la corteza de los árboles, rocas y en madera en estado de descomposición. El color que poseen va de un verde pálido a uno verde amarillento. El tallo tiene una ramificación dicotómica, por ende, sus extremos se bifurcan, en la parte central posee una vena con una región alar. Los márgenes poseen pelos setosos unicelulares, Es uniestratificado y en los márgenes presenta pelos setosos unicelulares. Los anteridios se disponen en dos hileras sobre las ramas ventrales. El esporófito permanece encerrado y las cápsulas tienen forma ovoide a oblonga.

- *Metzgeria sp.*

FAMILIA: PLAGIOCHILACEAE

Esta familia posee plantas talosas, y mayormente crece en el suelo, debajo de la corteza de los árboles, en rocas, tiene una raíz aflorante raíces expuestas y en la base de arbustos. Presenta filidios con márgenes enteros, dentados o ciliados, mientras que el borde dorsal suele observarse ligeramente reflejo. Los rizoides pueden aparecer dispersos o concentrarse en la base de las hojas. Los esporófitos permanecen protegidos por una caliptra enrollada, y los periantos son lateralmente comprimidos, bilabiados y con la abertura truncada. Las cápsulas varían de ovoideas a elipsoidales y su pared está compuesta por entre cuatro y diez estratos.

- *Plagiochila sp.*

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Area de estudio

2.1.1 Ubicación Política

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado en los bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha de la microcuenca de Huayoccari, Distrito de Huayllabamba, Provincia de Urubamba, Región Cusco.

Por otro lado, de acuerdo con el gradiente térmico estimado para los Andes del sur del Perú y su aplicación al área de estudio, se determina que la temperatura media anual aproximada en el territorio evaluado es de 3 °C a una altitud de 4500 m s.n.m.

Figura 26

Mapa Político Administrativo de la Provincia de Urubamba



Nota. Mapa en escala 1:450 000. Imagen obtenida del Portal Machupicchu Terra (s.f).

2.1.2 Ubicación Geográfica

El lugar de estudio territorialmente comprende a la microcuenca de Huayoccari – Yanacocha que pertenece al Distrito de Huayllabamba, provincia de Urubamba, Región Cusco.

Tabla 2

Ubicación geográfica de los bosques de Polylepis

DISTRITO	MICROCUENCA	BOSQUE	COORDENADAS	ALTITUD
			GEOGRAFICAS	(m.s.n.m)
Urubamba	Huayoccari-	Ch'akicocha	S 13°16'03.39"	4308m
	Yanacocha		W 72°02'59.30"	
Urubamba	Huayoccari –	K'ellococha	S 13°16'40.90"	4161 m
	Yanacocha		W 72°03'00.30"	
Urubamba	Huayoccari –	Yanacocha	S 13°17'10.31"	3950 m
	Yanacocha		W 72° 02'59.30"	

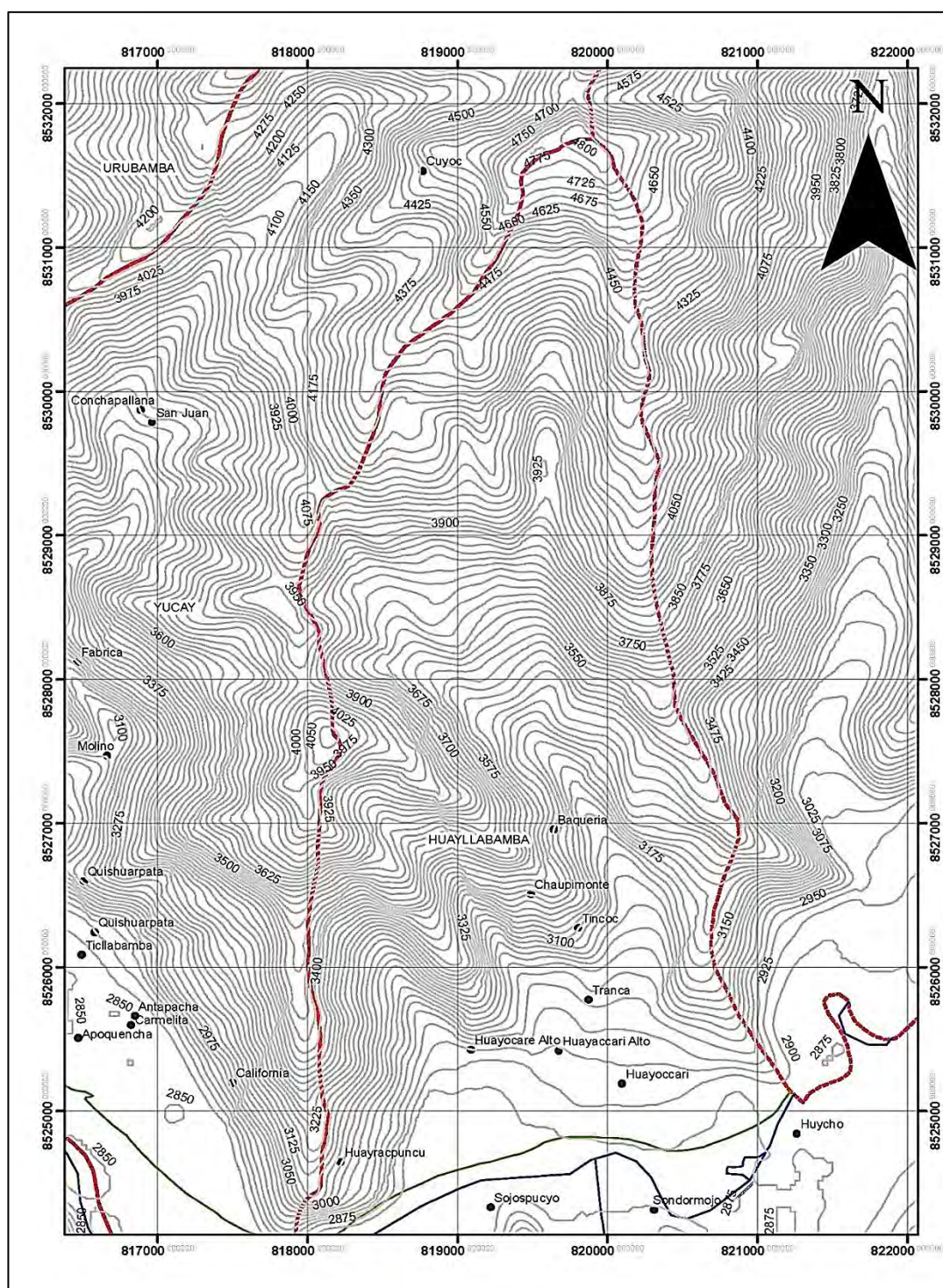
Nota. Elaboración propia

Mapa de ubicación regional, provincial, distrital y área de estudio



Figura 28

Mapa de ubicación geográfica de los bosques de Polylepis en el distrito de Huayllabamba, provincia de Urubamba, Cusco



Nota. Mapa en Escala: 1:25 000, según las Cartas Nacionales del Perú

2.1.3 Ubicación de cada Bosque

Tabla 3

Ubicación de los bosques

Bosque	Ubicación general	Distancia aproximada	Coordenadas	Altitud (msnm)
Bosque de Yanacocha	Al norte del poblado de Huayoccari, provincia de Urubamba, con acceso de camino de herradura	5 km	S 13°17'10.31'' / W 72°02'59.30''	3950
Bosque de K'ellococha	Al norte del poblado de Huayoccari, distrito de Huayllabamba	6 km	S 13°16'40.90'' / W 72°03'00.30''	4161
Bosque de Ch'akicocha	Al norte del poblado de Huayoccari, provincia de Urubamba	7 km	S 13°16'03.39'' / W 72°02'59.30''	4308

Nota. Elaboración propia

2.1.4 Accesibilidad

El acceso al área de trabajo es por la carretera asfaltada Cusco – Urubamba.

Tabla 4

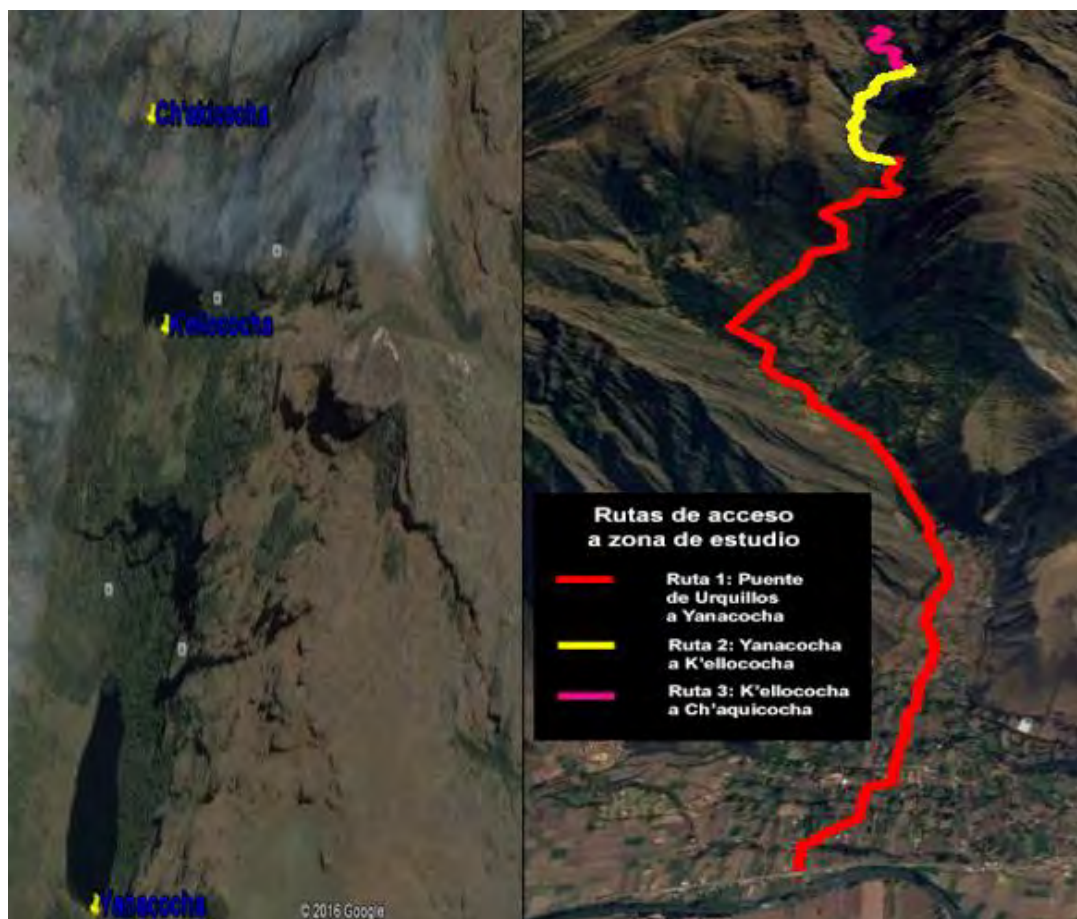
Datos accesibilidad a los bosques del estudio

Bosque	Descripción del recorrido	Distancia	Tiempo aproximado	Altitud (msnm)	Características del camino
Bosque de Yanacocha	Inicio desde el paradero Urquillos, pasando por el C.P. Huayoccari por camino de herradura	6 km	5 horas	2878 – 3950	Ruta de ascenso progresivo
Bosque de K'ellococha	Desde la laguna Yanacocha, se continúa por un camino cuesta arriba	—	1 hora	—	Pendiente más pronunciada
Bosque de Ch'akicocha	Continuación del camino desde K'ellococha	—	1 hora	—	Pendiente muy pronunciada y terreno rocoso

Nota. Elaboración propia

Figura 29

Rutas de acceso a la zona de estudio



Nota. Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth Pro.

2.1.5 Características del área de estudio

2.1.5.1 Clima

De acuerdo a los datos obtenidos en la estación Meteorológica de Urubamba, las zonas en estudio presentan un clima templado, con dos estaciones bien marcadas; la época de lluvias que inicia en noviembre-abril y la época de secas en los meses de abril y noviembre. Como en los Andes del Perú, el clima del valle Sagrado es variado, de acuerdo a una serie de factores geográficos, tales como:

- **Altitud.** Uno de los efectos más notables de la altitud es la disminución de la temperatura en los ascensos, en una proporción cercana a los 0.6 ° C por cada 100

metros de elevación, que sería la gradiente térmica que correspondería al Sur del Perú, y por lo tanto aplicable al ámbito de estudio. La gradiente térmica sufre variaciones gracias a la influencia de otros factores como la exposición al sol y a los vientos, el relieve, etc.

- **El relieve.** Tiene singular importancia como factor climático. La elevada Cadena del Vilcanota constituye una notable barrera climática que tiene una decisiva influencia en la dirección de los vientos y la distribución de las precipitaciones, en lo profundo del Valle de Urubamba, se observa una gran sequedad casi todo el año, siendo el piso de este valle un “bolsillo seco”; aun en tiempo de lluvias, es frecuente que mientras en el fondo del valle reina un tiempo seco y soleado, las cumbres de la Cadena del Vilcanota están cubiertas de nubes y neblinas superiores a los 4000 m, existen bosques alto andinos de Q´eññas, tupidos y siempre verdes (De Olarte, 1985).
- **La exposición.** En un relieve tan complejo y quebrado, como es el que nos presenta el territorio estudiado, es natural que las condiciones d exposición al sol y a los vientos varíen notablemente de un lugar a otro, las profundas quebradas y las pequeñas quebradas secundaria influyen en la cantidad de insolación y en el tiempo de exposiciones a los rayos solares a lo largo del día según su profundidad y orientación. La topografía puede causar el sombreado de algunas áreas durante 2.5 horas, después de la salida del sol o antes del ocaso (Mendoza, 2000).
- **Temperatura.** La temperatura es una variable de importancia en la distribución altitudinal con gran frecuencia en la flora, fauna y actividades humanas. De acuerdo a la gradiente térmica, el área de estudio presenta un clima frígido.
- **Precipitación.** Se ha observado que la mayor parte del año reina una relativa humedad. Las lluvias suelen comenzar desde octubre, aunque sin gran intensidad, siendo enero y febrero los meses más lluviosos.

Para la descripción de este parámetro se ha tomado en cuenta los datos climáticos de las estaciones Meteorológicas de Urubamba durante el periodo de 2001-2010.

Tabla 5*Datos climáticos de las Estaciones Meteorológicas de Urubamba (2001- 2010)*

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)
Julio	12.24	5.24
Agosto	13.38	10.22
Setiembre	14.85	5.52
Octubre	17.02	7.05
Noviembre	14.42	43.45
Diciembre	15.95	56.70
Enero	15.65	90.67
Febrero	15.68	121.94
Marzo	15.58	86.89
Abril	15.26	83.53
Mayo	13.96	19.75
Junio	12.96	4.24
PROMEDIO	14.75	
TOTAL		535.20

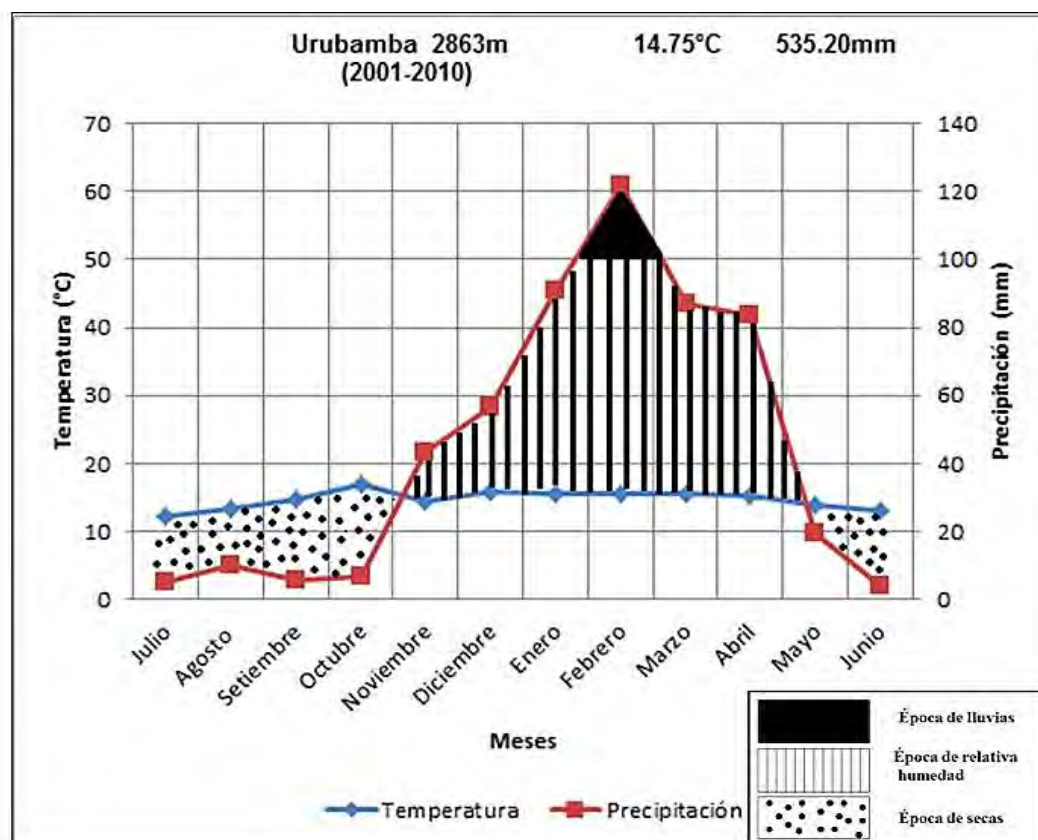
Nota. Datos obtenidos de SENAMHI 2001-2010

Como se observa en la Tabla 05, se aprecian los registros de precipitación más altos, que corresponden a los meses de enero-marzo; mientras que en los meses de junio, julio, setiembre y octubre se presentan los registros más altos de estrés hídrico. La temperatura más alta corresponde al mes de octubre, diciembre, enero y febrero y las temperaturas más bajas se registraron en los meses de junio y julio.

La precipitación total anual registrada para Urubamba es de 535,20 mm y la temperatura promedio presente en la zona de estudio es de 14,75 °C.

Figura 30

Climatodiagrama de Urubamba (2001-2010)



Nota. Obtenido de SENAMHI 2001-2010

El climodiagrama de Urubamba para el periodo 2001–2010 muestra un régimen climático claramente estacional. La temperatura media anual es de 14.75 °C y presenta variaciones moderadas a lo largo del año, con valores relativamente estables que oscilan aproximadamente entre 12 °C y 17 °C. Esto indica que, en términos térmicos, la zona mantiene condiciones relativamente uniformes durante el año, sin cambios extremos, lo que es característico de los valles interandinos.

En cuanto a la precipitación, se registra un total anual de 535.20 mm, con una marcada concentración de lluvias entre noviembre y abril, alcanzando su punto más alto en febrero. En contraste, entre mayo y septiembre predomina un periodo seco con precipitaciones muy bajas. Esta distribución permite interpretar que Urubamba presenta una estación húmeda bien

definida y otra seca más prolongada, condición que influye directamente en la disponibilidad de agua y en el comportamiento de la vegetación y los ecosistemas de la zona.

2.1.5.2 Zonas de vida natural

Las zonas de vida son determinadas de acuerdo a características de biotemperatura, precipitación y evapotranspiración potencia. Además, las comunidades vegetales contribuyen en la identificación de formaciones vegetales. Los bosques de *Polylepis* en los altos andes del Vale de Urubamba (Holdridge, 1967), se encuentran ocupando las siguientes zonas de vida.

- **Paramo muy húmedo Subandino Subtropical (pmh - SaS)**

Esta zona de vida conocida también como puna húmeda en el sur del Perú, presenta un promedio de precipitación total anual que varía entre 640 mm y 800 mm y una biotemperatura media anual entre 6° C y 3°C, es una zona de clima frío., según el Diagrama de Holdridge esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencia que varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.59) del promedio de precipitación total por año. Esta zona de vida comprende los densos bosques de *Polylepis*, ubicadas desde los 3900 hasta los 4500 m de altitud, con un sotobosque de arbustos y hierbas, así como de una abundante presencia de colchones de musgos entre las rocas del piso del bosque y los troncos de los árboles, esto debido a la alta humedad reinante al interior.

2.1.5.3 Flora

Durante las observaciones en campo se puede afirmar que la flora al interior del bosque y como en el área circundante es diferente durante la temporada de lluvias y secas. En el siguiente cuadro se muestra un listado de especies de flora asociada a los bosques de *Polylepis* de Yanacocha (Servat, Mendoza, & Ochoa, 2002).

Tabla 6

Lista de especies de flora para el bosque de Polylepis de Yanacocha

FAMILIA	ESPECIE
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea dulcis</i> (Hooker)
APIACEAE	<i>Azorella multifida</i> (R. y P.)
	<i>Bowlesia sodiroana</i> H. Wolff
ASCLEPIADACEAE	<i>Melinia peruviana</i> (Schlechter)
ASTERACEAE	<i>Achyrocline alata</i> (H. B. K.)
	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.)
	<i>Baccharis chilco</i> H. B. K.
	<i>Baccharis odorata</i> H. B. K.
	<i>Baccharis buxifolia</i> (Lamarck)
	<i>Barnadesia horrida</i> Muschler
	<i>Bidens andicola</i> H. B. K.
	<i>Bidens trifomerus</i> . *
	<i>Bidens triphicerus</i> . *
	<i>Gynoxys</i> aff. <i>nitida</i> Muschler
	<i>Gynoxys longifolia</i> Weddell
	<i>Hieracium</i> sp.
	<i>Hypochoeris taraxacoides</i> (Walpers)
	<i>Lasiocephalus</i> sp.
	<i>Neocuatrecasia</i> sp.
	<i>Noticastrum marginatum</i> (H. B. K.)
	<i>Pentacalia</i> sp.
	<i>Perezia pungens</i> (Humboldt y Bonpland)
	<i>Senecio caespitosus</i> . *
	<i>Senecio clivicolus</i> Weddell
	<i>Senecio hastatifolius</i> Cabrera
	<i>Senecio hohenackeri</i> Schultz-Bip.
	<i>Senecio hyoseridifolius</i> Weddell
	<i>Senecio peruensis</i> Cuatrecasas
	<i>Senecio rhizomatosus</i> . *
	<i>Werneria nubigena</i> H. B. K.
	<i>Werneria orbignyana</i> Weddell
	<i>Werneria villosa</i> A. Gray
BERBERIDACEAE	<i>Berberis carinata</i> Lechler
	<i>Berberis humbertiana</i> J. F. MacBride
BEGONIACEAE	<i>Begonia veitchii</i> Hooker f.
BIGNONIACEAE	<i>Eccremocarpus Vargasianus</i> Sandwith
BORAGINACEAE	<i>Hackelia mexicana</i> (Schlechtendal y Chamisso)
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michaux)
	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuillier

ELAEocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.
ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> H. B. K. <i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i> C. P. Smith
GENTIANACEAE	<i>Gentianella rima</i> (D. Don ex G. Don) <i>Halenia weddelliana</i> Gilg
GERANIACEAE	<i>Geranium herrerae</i> Knuth <i>Geranium peruvianum</i> Hieronymus
GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> (R. y P.) <i>Ribes brachybotrys</i> (Weddell)
IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium junceum</i> . *
JUNCACEAE	<i>Luzula racemosa</i> Desvaux
LAMIACEAE	<i>Satureja boliviana</i> (Benth)
LOASACEAE	<i>Caiohora contorta</i> (Desrousseaux)
MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum naudinii</i> Triana
ONAGRACEAE	<i>Fuchsia apetala</i> R. y P.
OXALIDACEAE	<i>Oxalis lotoides</i> H. B. K.
PIPERACEAE	<i>Peperomia</i> sp.
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lamprophylla</i> Pilger
POACEAE	<i>Bromus catharticus</i> M. Vahl <i>Calamagrostis heterophylla</i> (Weddell) <i>Calamagrostis longearistata</i> (Weddell) <i>Festuca</i> sp. <i>Poa annua</i> L. <i>Poa candamoana</i> Pilger <i>Poa horridula</i> Pilger
POLYGALACEAE	<i>Monnina salicifolia</i> R. y P.
POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth)
	<i>Rumex acetosella</i> L.
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus praemorsus</i> H. B. K. <i>Krapfia macropetala</i> .*
ROSACEAE	<i>Alchemilla pinnata</i> R. y P. <i>Alchemilla procumbens</i> Rose <i>Polylepis besseri</i> Hieronymus <i>Polylepis subsericans</i> J. F. MacBride
RUBIACEAE	<i>Galium hypocarpium</i> (L.)
SCROPHULARIACEAE	<i>Bartsia bartsioides</i> (Hooker) <i>Calceolaria engleriana</i> . <i>Calceolaria virgata</i> R. y P. <i>Castilleja fissifolia</i> L. f. <i>Veronica serpyllifolia</i> L.
SOLANACEAE	<i>Salpichroa glandulosa</i> (Hooker) <i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen)

	<i>Solanum sp.</i>
URTICACEAE	<i>Urtica echinata</i> Bentham
VALERIANACEAE	<i>Valeriana micropterina</i> Weddell
	<i>Valeriana nivalis</i> Weddell
VERBENACEAE	<i>Citharexylum argutedentatum</i> Moldenke

Nota. Datos obtenidos de Servat y Ochoa (2002) .

2.2 MATERIALES

2.2.1 *Materiales de campo*

- GPS.
- Libreta de campo.
- Lupas.
- Bolsas de polietileno.
- Cintas flaggen.
- Tapers de plástico
- Papel periódico.
- Marcador indeleble.
- Cordeles.
- Marco de 1m²
- Picota.
- Wincha de 50m
- Cámara fotográfica.
- Mapa del área de estudio.
- Tijeras de podar.
- Periódico

2.2.2 *Material de laboratorio*

- Termómetro

- Termohigrómetro
- Cámara fotográfica
- Balanza electrónica
- Estufa.
- Estereoscopio
- Microscopio
- Estiletes.
- Placas
- Láminas
- Portaobjetos
- Aceite de inmersión.
- Colorante.
- Alcohol.
- Agua destilada
- Patrones y claves de identificación.
- Mapas a diferentes escalas.
- Croquis, planos, fotocopias
- Computadora.
- Papel bond A-4.
- Papel milimetrado
- Bibliografía especializada.
- Calculadora.

2.2.3 *Material Biológico*

- Muestras botánicas brifitos musgos

2.3 metodología de investigación

Para el presente estudio, la fase de campo se desarrolló entre los meses de febrero y noviembre de 2015, periodo en el cual se llevaron a cabo actividades de evaluación, registro de datos y colecta de muestras de briofitos. Posteriormente, se dio paso a la fase de gabinete, en la que se realizó la determinación taxonómica, el procesamiento de las muestras recolectadas y, finalmente, la sistematización y análisis de la información obtenida.

2.3.1 Fase de Campo

a) Selección y delimitación de la zona de estudio

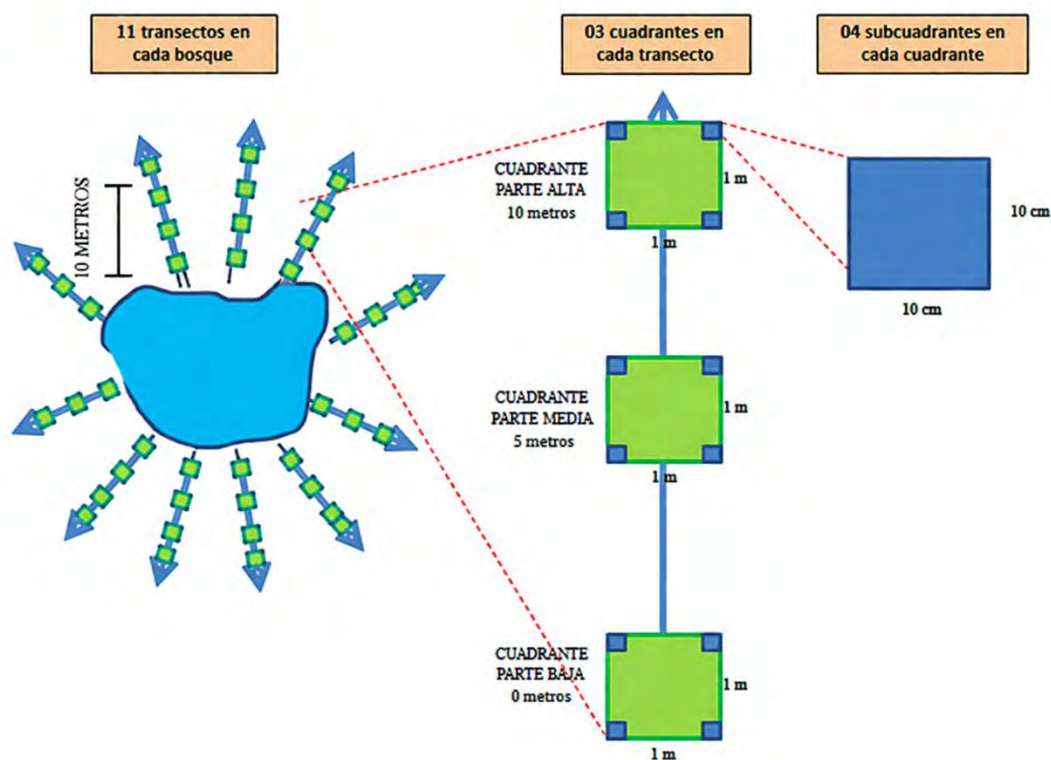
La selección del área de estudio se realizó aleatoriamente, ya que en este muestreo todas las unidades tienen la misma probabilidad de ser seleccionados (Matteuci & Colma, 1982). Se delimito el área de estudio donde hay presencia de bosques de *Polylepis* en su máximo desarrollo.

b) Diseño de muestreo

El diseño de muestreo (Figura 12) contemplo el trazado de diez líneas de 10 m, ubicados en forma perpendicular a la zona litoral de las lagunas de los bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, con una separación de veinte metros, dependiendo de la accesibilidad basado en la metodología de (Merchán, Álvarez, & Delgado, 2011) .

Figura 31

Esquema del diseño de muestreo



Nota. Imagen propia

En cada transecto se establecieron tres cuadrantes de 1m^2 como área mínima (Muller, Dombois, & Ellemberg, 1974). Se dividió el área del trabajo en tres partes: baja, media y alta (0m, 5m y 10m respectivamente) tomando como referencia el transecto y zona litoral de cada laguna de los bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha. En cada cuadrante se analizó la diversidad de flora briofítica, cobertura relativa de briofitos, vegetación asociada a los briofitos, índices de diversidad y similitud en los tres bosques de *Polylepis*.

Así mismo en cada cuadrante se estableció cuatro sub cuadrantes de 100 cm^2 para analizar la biomasa, contenido hídrico y déficit de saturación hídrica. Haciendo un total de 120 sub cuadrantes de 100 cm^2 en cada laguna.

c) Puntos de muestreo

Se evaluaron un total de 90 unidades experimentales (cuadrantes) en los tres (3) bosque de *Polylepis*, treinta (30) subcuadrantes en cada localidad, basado en la metodología en de Merchan et al. (2011).

Figura 32

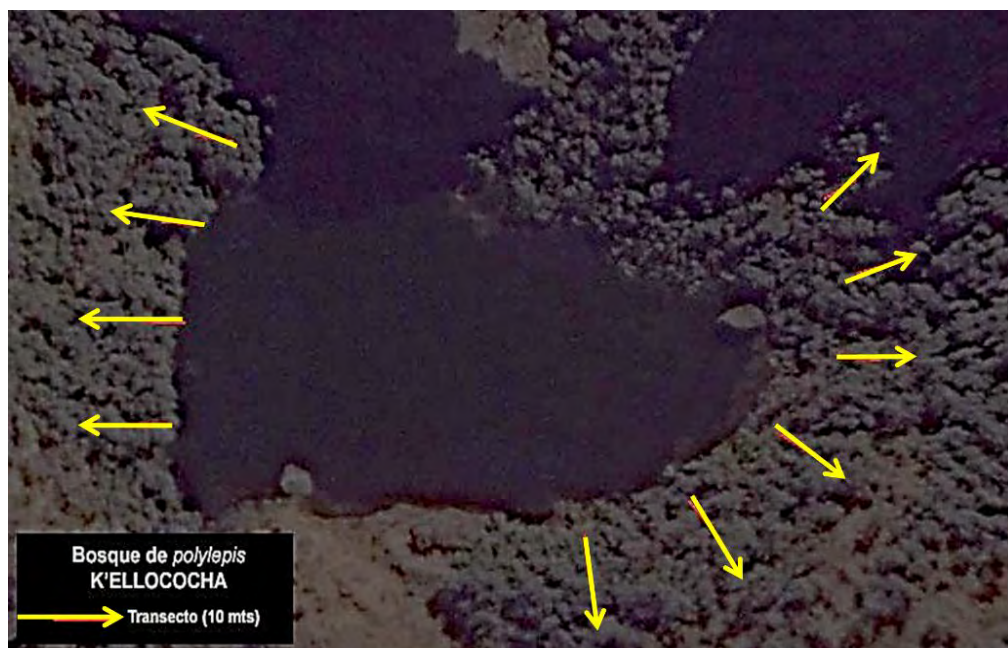
Esquema de la ubicación de transectos en el Bosque de Yanacocha



Nota. Imagen propia

Figura 33

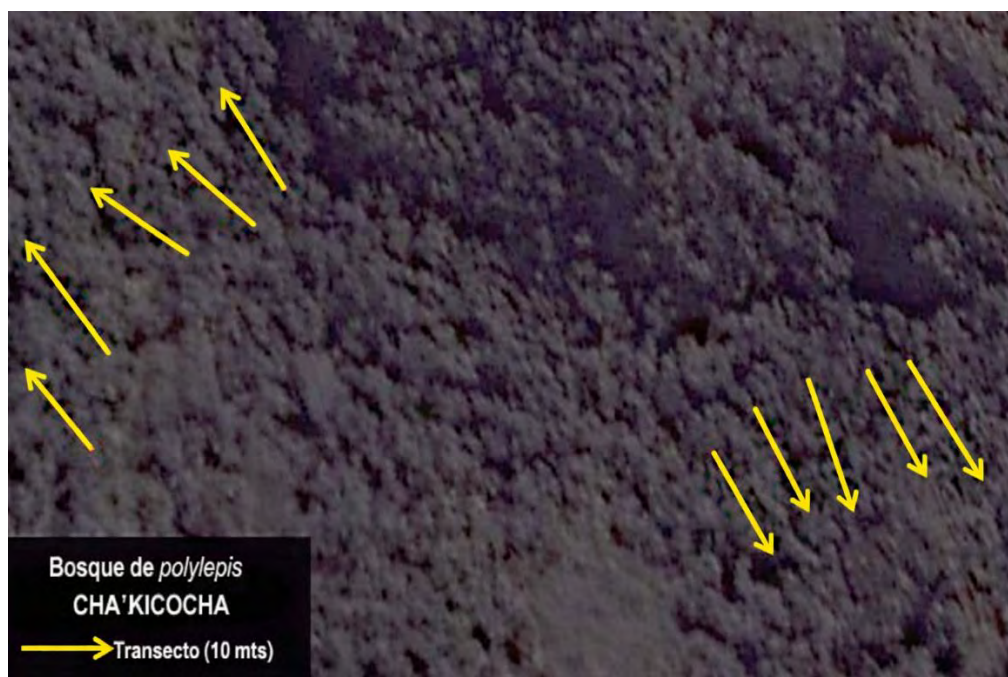
Esquema de la ubicación de transectos en el bosque de K'ellococha



Nota. Imagen propia

Figura 34

Esquema de la ubicación de transectos en el bosque de Ch'akicocha



Nota. Imagen propia

d) Toma de muestras

- Se trazaron las líneas y se establecieron los cuadrantes de 1m^2 . Se separo y caracterizo los especímenes diferentes dentro de la unidad muestral, se fotografiaron y codificaron anotando datos auxiliares en la ficha de evaluación.
- Luego se procedió a evaluar la cobertura de las diferentes especies en la unidad muestral.
- Con la ayuda de una pala de jardinería, se colecto 4 sub muestras de 100 cm^2 de musgo en cada cuadrante, para la determinación de contenido hídrico, y déficit de saturación hídrica y biomasa.
- Las muestras se pesaron en fresco en el mismo lugar, con una balanza electrónica de 0.01 g. de precisión, luego se guardaron en bolsas de papel debidamente codificadas, así mismo se hizo una descripción de cada espécimen y se fotografiaron.

Figura 35

Etapas de muestreo



Nota. **A.** Evaluación de cuadrantes en bosque de *Polylepis* de Yanacocha, **B.** Pesado de muestra, **C.** Ficha de datos, **D.** Muestra rotulada

Figura 36

Muestras secas para análisis de biomasa y retención hídrica en musgos



Nota. Imagen propia.

2.3.2 Fase de Gabinete

Se llevó a cabo en el laboratorio del Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales CIPHAM de la Escuela Profesional de Biología del área de Biología Vegetal de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. De acuerdo a los siguientes pasos:

2.3.2.1 Determinación taxonómica de especies de briofitas (Musgos)

Para la determinación de las especies, fue necesario rehidratar la muestra en agua caliente, para que éstas recuperen su forma natural y al estereoscopio determinar la morfología vegetativa, estructuras reproductivas, hábito que se distingue por la posición del esporofito sobre el gametofito, la disposición de los filidios etc. y posteriormente realizar finos cortes con la ayuda de pinzas de punta fina y bisturís u hojas de afeitar, de las estructuras que nos interesa observar al microscopio óptico para diferenciar a nivel citológico: presencia o ausencia de papilas y mamilas, presencia o ausencia de costa, corte transversal de filidios, caulóide,

describirlas apuntar datos y fotografiar debido a que tienen importancia taxonómica etc. Luego se procedió a la determinación de las muestras siguiendo claves taxonómicas: Churchill y Linares (1995), Uribe y Aguirre (1997) para hepáticas.

Figura 37

Equipos utilizados para el análisis de muestras, B. Laboratorio de CIPHAM



Nota. Imagen propia.

Así mismo fueron determinadas por comparación con las exicatas en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) de la Universidad Mayor de San Andrés, UMSA de La Paz –Bolivia y en Herbario Vargas (CUZ) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), también se realizó la revisión de la página web del Mobot Missouri Botanical Garden.

2.3.2.2 Flora vascular asociada a musgos terrestres

Para el análisis de la flora asociada, se colectaron muestras de los cuadrantes de 1m² en los tres bosques y en el gabinete de secado fueron procesadas para posteriormente ser determinadas por comparación de exicatas en el Herbario Vargas – Cusco (CUZ) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) y revisadas por el asesor a través de literatura especializada y utilizando literatura especializada APG III (Angiosperm Phylogeny Group) del grupo para la filogenia de las angiospermas (APG, 2009).

Figura 38

Secado de muestras de flora vascular en el gabinete de secado de la UNSAAC



Nota. Imagen propia.

2.3.2.3 Herborización y montaje

Una vez colectadas las muestras fueron sometidas a herborización secado, montaje y etiquetado para ser depositado en el Herbario Vargas Cuz.

Figura 39

Determinación de especies el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) , Herbario Vargas Cuz y Laboratorio del CIPHAM



Nota. Imagen propia.

2.3.2.4 Determinación de la cobertura

La cobertura se obtuvo de los cuadrantes de 1 x 1 m establecidos en los transectos. Para la cobertura general por cada bosque, de los datos obtenidos por cada cuadrante, se hizo un listado general de todas las especies encontradas y se hizo la sumatoria por cada especie, hallando la cobertura relativa (Cr) por bosque (Mostacedo & Fredericksen, 2000). El cual se calculó de la siguiente forma:

$$Cr = \left(\frac{Ni}{Nt} \right) \times 100$$

Donde:

- Ni = Porcentaje de registros de plantas de determinada especie.
- Nt = Porcentaje total de registros de todas las especies.

2.3.2.5 Índice de diversidad

Para los cálculos de valores de riqueza de especies, abundancia, índices de diversidad de musgos, se utilizó el software Past v3.06. Los índices y cálculos a realizar fueron:

A. Índice de Shannon – Wiener (H')

El índice de Shannon – Wiener asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

- S = Número de especies
- $p_i = n_i / N$
- n_i = Número total de individuos de la especie.
- N = Número total de la suma de todos los individuos de todas las especies.

B. Índice de Jaccard

Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes en términos de riqueza y abundancia por lo que son una medida inversa de la diversidad beta.

Se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard para hallar la diversidad β entre los tres bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha.

El Índice de similitud de Jaccard emplea el intervalo de valores para este va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

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

Donde:

- I_j = coeficiente de similitud de Jaccard
- a = número de especies en el sitio A
- b = número de especies en el sitio B
- c = número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

2.3.2.6 Análisis Estadístico para Briofitos

Para los datos cuantitativos de los parámetros en briofitos terrestres: Riqueza de especies, Cobertura relativa, contenido hídrico, déficit de saturación hídrica, se realizaron análisis estadísticos de ANOVA con un nivel de confianza del 95% para conocer si existen diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los 3 bosques de *Polylepis*.

Para analizar pares de muestras y en los diferentes parámetros se realizó el Test de Tukey para realizar comparaciones 2 a 2, con un nivel de significancia del 95 % como método de comparaciones múltiples, para conocer si existen diferencias significativas entre los datos obtenidos de los parámetros evaluados entre las especies.

Para todos los casos se tienen las siguientes hipótesis

- **H₀:** $U1 = U2$ No hay diferencias significativas.
- **H₁:** $U1 \neq U2$ Existen diferencias significativas.

Si el p- valor < 0.05 , entonces se acepta la H₁ en donde hay diferencias significativas entre los datos obtenidos. Estos análisis se realizaron con el software estadístico SSPS 16 y R-Commander.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición florística de los musgos terrestres en los tres bosques

Para poder precisar la composición florística, es necesario evaluar parte de la taxonomía de los musgos. En ese entender, en el estudio se determinaron un total de 28 especies de musgos (Tabla 37) en los tres bosques, los cuales se encuentran distribuidos en 9 órdenes. 17 familias, 24 géneros. Así mismo. Se reportaron 2 especies de Hepáticas (Tabla 38), distribuidas en 2 Órdenes, 2 Familias y 2 géneros.

Tabla 7

Especímenes de musgos identificados en los bosques de Yanacocha (Y), K'ellococha (K) y Ch'akicocha (CH).

Orden	Familia	Género	Especie	Y	K	CH
POLYTRICHALES	Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i>	<i>commune</i> Hedw.	X	X	X
		<i>Polytrichadelphus</i>	<i>magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.		X	X
GRIMMIALES	Grimmiaceae	<i>Racomitrium</i>	<i>crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	X	X	X
DICRANALES	Ditrichaceae	<i>Distichium</i>	<i>capillaceum</i> (Hedw.) Bruch y Schimp.			X
			<i>tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	X	X	X
	Dicranaceae	<i>Amphidium</i>	<i>areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	X	X	X
		<i>Campylopus</i>	<i>mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	X	X	X
		<i>Chorisodontium</i>	<i>viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk y Margad.	X	X	X
POTTIALES	Pottiaceae	<i>Leptodontium</i>	<i>wallisii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	X	X	X
		<i>Leptodontium</i>	<i>tricolor</i> (R.S. Williams) R.H. Zander	X	X	X
		<i>Leptodontium</i>	<i>longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	X	X	X
BRYALES	Bryaceae	<i>Acidodontium</i>	<i>argenteum</i> Hedw.			X
		<i>Bryum</i>	sp. (Schimp.) Limpr.		X	X
BARTRAMIALES	Bartramiaceae	<i>Rhodobryum</i>	<i>scutellata</i> (Hook. y Arn.) Paris	X	X	X
		<i>Anacolia</i>	<i>angustifolia</i> Mitt.		X	X
		<i>Bartramia</i>	<i>nigrescens</i> Herzog	X	X	X
		<i>Breutelia</i>				

		<i>Breutelia</i>	<i>triance</i> (Hampe) A. Jaeger	X	X	X
HEDWIGIALES	Hedwigiaceae	<i>Braunia</i>	<i>cirrhiifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	X	X	
	Rhacocarpaceae	<i>Rhacocarpus</i>	<i>purpurascens</i> (Brid.) Paris			X
HOOKERIALES	Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon</i>	sp. Mitt.	X	X	
HYPNIALES	Brachytheciaceae	<i>Brachythecium</i>	<i>occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	X	X	X
	Hylocomiaceae	<i>Pleurozium</i>	<i>quitense</i> (Mitt.) B.H. Allen y Magill	X		
	Hypnaceae	<i>Hypnum</i>	<i>amabile</i> (Mitt.) Hampe	X	X	X
	Leptodontaceae	<i>Leptodon</i>	<i>tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	X	X	X
	Neckeraceae	<i>Neckera</i>	<i>andina</i> Mitt.	X	X	X
		<i>Neckera</i>	<i>ehrenbergii</i> Müll. Hal.		X	
	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum</i>	<i>swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch y H.A. Crum	X	X	X
	Thuidiaceae	<i>Thuidium</i>	<i>peruvianum</i> Mitt.	X	X	X

Nota. Elaboración propia

Tabla 8

Hepaticas determinados en los Bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha

Orden	Familia	Especie
METZGERIALES	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria sp. Raddi</i>
JUNGERMANNIALES	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila sp.</i>

Nota. Elaboración propia

Tabla 9*Formas de vida de musgos y características morfoecológicas*

Especie	Tipo de crecimiento	Forma de vida	Características morfoecológicas
<i>Polytrichum commune</i>	Acrocárpico	Césped	Tallos erectos poco ramificados que forman poblaciones densas, optimizando la captación de luz y reduciendo la pérdida de agua
<i>Polytrichadelphus magellanicus</i>	Acrocárpico	Césped	Estrategia colonizadora con tallos erectos que facilitan el establecimiento en suelos perturbados
<i>Racomitrium crispipilum</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Crecimiento lateral extendido que cubre el sustrato y favorece la retención de humedad
<i>Distichium capillaceum</i>	Acrocárpico	Césped	Formación de manojos erectos compactos que minimizan la desecación
<i>Amphidium tortuosum</i>	Pleurocárpico	Cojín	Estructura compacta que reduce la exposición y conserva agua en microhábitats rocosos
<i>Campylopus areodictyon</i>	Pleurocárpico	Cojín	Crecimiento denso en agregados compactos que protege frente al estrés hídrico
<i>Chorisodontium mittenii</i>	Acrocárpico	Césped	Tallos verticales delgados agrupados que maximizan la captación de luz
<i>Leptodontium viticulosoides</i>	Acrocárpico	Césped	Organización erecta con filidios densos que favorecen la retención de agua
<i>Leptodontium wallisii</i>	Acrocárpico	Césped	Agrupaciones verticales compactas adaptadas a ambientes expuestos
<i>Leptodontium tricolor</i>	Acrocárpico	Césped	Crecimiento en agregados densos que estabilizan la humedad interna
<i>Acidodontium longifolium</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Tallos reptantes que permiten expansión horizontal sobre el sustrato
<i>Bryum argenteum</i>	Pleurocárpico	Césped	Formación de mechones compactos con alta tolerancia a la desecación
<i>Rhodobryum</i> sp.	Acrocárpico	Cojín	Rosetas compactas que concentran humedad y reducen la evaporación
<i>Anacolia setifolia</i>	Acrocárpico	Césped	Tallos erectos con crecimiento apical dominante
<i>Bartramia angustifolia</i>	Acrocárpico	Cojín	Agrupaciones densas que generan microambientes húmedos
<i>Breutelia nigrescens</i>	Acrocárpico	Cojín	Arquitectura compacta que protege frente a variaciones ambientales
<i>Breutelia trianae</i>	Acrocárpico	Cojín	Crecimiento agrupado que favorece el almacenamiento de agua
<i>Braunia cirrhifolia</i>	Acrocárpico	Césped	Tallos erectos con escasa ramificación lateral

<i>Rhacocarpus purpurascens</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Expansión horizontal que cubre superficies rocosas
<i>Cyclodictyon</i> sp.	Pleurocárpico	Tapiz	Formación de coberturas continuas sobre el sustrato
<i>Brachythecium occidentale</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Tallos reptantes que permiten colonización eficiente del sustrato
<i>Pleurozium quitense</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Crecimiento extendido que retiene humedad en capas superficiales
<i>Hypnum amabile</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Arquitectura rastrera que favorece cobertura continua
<i>Lepyrodon tomentosus</i>	Pleurocárpico	Trama	Tallos entrelazados que forman estructuras densas tridimensionales
<i>Neckera andina</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Crecimiento aplanado que maximiza la cobertura del sustrato
<i>Neckera ehrenbergii</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Disposición horizontal que facilita la retención de humedad
<i>Sematophyllum swartzii</i>	Pleurocárpico	Tapiz	Formación de mantos continuos en ambientes húmedos
<i>Thuidium peruvianum</i>	Pleurocárpico	Trama	Ramificación compleja que genera estructuras tipo red
<i>Metzgeria</i> sp. (hepática)	Pleurocárpico	Tapiz	Talos planos que cubren superficies y retienen humedad
<i>Plagiochila</i> sp. (hepática)	Pleurocárpico	Tapiz	Crecimiento lateral que forma coberturas continuas

Nota. La técnica Césped: crecimiento vertical, poca ramificación, adaptación a ambientes expuestos.

- **Cojín:** estructura compacta, adaptación a sequía y viento
- **Tapiz:** crecimiento horizontal, alta retención de humedad
- **Trama:** crecimiento entrelazado, estructura tridimensional

3.2 Composición florística de los musgos terrestres en los tres bosques

Tabla 10

Distribución de musgos en los bosques de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha

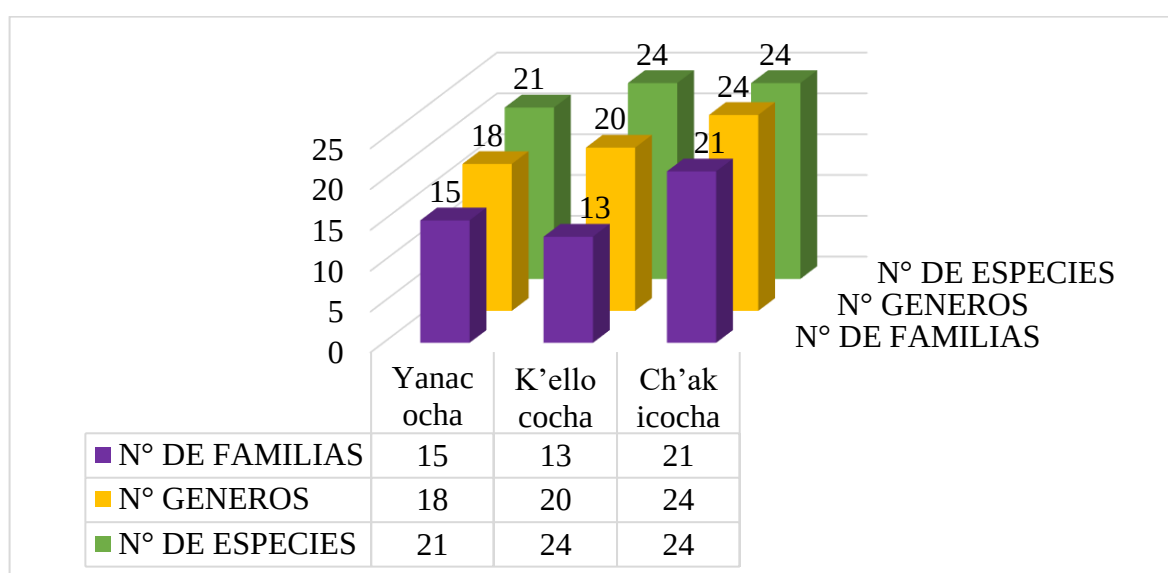
Bosque	Nº de Familias	Nº Géneros	Nº de Especies
Yanacocha	15	18	21
K'ellococha	13	20	24
Ch'akicocha	21	24	24

Nota. Elaboración propia

La Tabla 10 muestra que la composición florística de los musgos terrestres varía entre los tres bosques evaluados. En el presente trabajo de investigación se evaluaron 30 cuadrantes en cada bosque, haciendo un total de 90 cuadrantes. En Yanacocha se registraron 15 familias, 18 géneros y 21 especies, lo que indica una diversidad menor en comparación con los otros sitios. En K'ellococha se identificaron 13 familias, 20 géneros y 24 especies; aunque presenta el menor número de familias, concentra una mayor cantidad de géneros y especies, lo que sugiere una composición más especializada y diversa dentro de ciertos grupos taxonómicos. Por su parte, Ch'akicocha reportó 21 familias, 24 géneros y 24 especies, posicionándose como el bosque con mayor amplitud taxonómica, ya que reúne la mayor cantidad de familias y géneros, además de igualar a K'ellococha en número de especies. En conjunto, estos resultados permiten interpretar que Ch'akicocha presenta la composición florística más amplia, K'ellococha destaca por su riqueza específica y genérica pese a tener menos familias, y Yanacocha evidencia una menor representación florística relativa dentro de los tres bosques estudiados.

Figura 40

Distribución de briofitos en los tres bosques



Nota. Elaboración propia

En la Figura N° 40, se observa el número de familia, géneros y especies. Para el número de familias, el bosque de Ch'ackicocha presenta el mayor número con 21, seguido del Bosque de Yanacocha con 15 y K'ellococha con 13. En el número de Géneros, Ch'ackicocha presenta el mayor número con 24, le sigue el bosque de K'ellococha con 20 y Yanacocha con 18.

Los bosques de K'ellococha y Ch'akicocha presentan igual número de especies con un total de 24, le sigue el Bosque de Yanacocha con 21 especies

3.2.1 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de Yanacocha

En la Tabla 11 se muestra el número de especies encontradas en el bosque de Yanacocha, con un total de 21 especies de musgos terrestres, así mismo las especies más abundantes son: *Thuidium peruvianum* y *Hypnum amabile*, las misma que se encuentran en 27 y 25 cuadrantes respectivamente y las especies menos abundantes; *Pleurozium quitense* y *Brachythecium occidentale*, las misma que se encuentran en una sola parcela cada una.

Las especies que son específicas para este bosque son *Pleurozium quitense*, *Sematophyllum swartzii* y un representante del género *Campylopus* sp.

Tabla 11

Número de especies de briofitas en Bosque de Yanacocha

N°	ESPECIES	FAMILIA	N° de cuadrantes	Frecuencia
1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	THUIDIACEAE	27	90.00 %
2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	HYPNACEAE	25	83.33 %
3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. y Arn.) Paris	BARTRAMIACEAE	13	43.33 %
4	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	POTTIACEAE	11	36.67 %
5	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	BRYACEAE	10	33.33 %
6	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	POLYTRICHACEAE	9	30.00 %
7	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	POTTIACEAE	9	30.00 %
8	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk y Margad	POTTIACEAE	8	26.67 %

9	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	LEPYRODONTA CEAE	8	26.67 %
10	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	GRIMMIACEAE	7	23.33 %
11	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	HEDWIGIACEAE	7	23.33 %
12	<i>Neckera andina</i> Mitt.	NECKERACEAE	5	16.67 %
13	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch y H.A. Crum	SEMATOPHYLL ACEAE	4	13.33 %
14	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	BARTRAMIACE AE	4	13.33 %
15	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	BARTRAMIACE AE	4	13.33 %
16	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt	PILOTRICHACE AE	3	10.00 %
17	<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	DICRANACEAE	3	10.00 %
18	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch) Cufod.	DICRANACEAE	2	6.67 %
19	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	DICRANACEAE	2	3.33 %
20	<i>Pleurozium quitense</i> (Mitt.) B.H. Allen y Magill	HYLOCOMIACE AE	1	3.33 %
21	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	BRACHYTHECI ACEAE	1	3.33 %

Nota. La frecuencia (%) fue calculada en función del total de 30 cuadrantes evaluados en el bosque de Yanacocha

3.2.2 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de K'ellococha

En la Tabla 12 se muestra el número de especies encontradas en el bosque de K'ellococha, con un total de 24 especies de musgos terrestres, así mismo las especies más abundantes son: *Thuidium peruvianum* y *Hypnum amabile*, las misma que se encuentran en 30 y 25 cuadrantes respectivamente y las especies menos abundantes son *Cyclodictyon* sp., *Brachythecium occidentale*, *Neckera andina*, *Neckera ehrnbergii*, *Sematophyllum swartzii* y *Amphidium tortuosum* las que se encuentran en una sola parcela cada una.

Tabla 12

Número de especies de briofitas en Bosque de K'ellococha

N°	ESPECIES	FAMILIA	N° de cuadrantes	Frecuencia %
1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	THUIDIACEAE	30	100.00 %

2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	HYPNACEAE	25	83.33 %
3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk y Margad	POTTIACEAE	15	50.00 %
4	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. y Arn.) Paris	BARTRAMIACEAE	14	46.67 %
5	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	BRYACEAE	13	43.33 %
6	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	BARTRAMIACEAE	12	40.00 %
7	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	LEPYRODONTACEAE	10	33.33 %
8	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	BARTRAMIACEAE	10	33.33 %
9	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	DICRANACEAE	8	26.67 %
10	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	HEDWIGIACEAE	8	26.67 %
11	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	POTTIACEAE	7	23.33 %
12	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	POTTIACEAE	7	23.33 %
13	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	GRIMMIACEAE	7	20.00 %
14	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	DICRANACEAE	6	20.00 %
15	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	POLYTRICHACEAE	4	13.33 %
16	<i>Rhodobryum</i> sp (Schimp.) Limpr.	BRYACEAE	4	13.33 %
17	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	POLYTRICHACEAE	3	10.00 %
18	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	BARTRAMIACEAE	3	10.00 %
19	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt.	PILOTTRICHACEAE	1	3.33 %
20	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	BRACHYTHERIDIACEAE	1	3.33 %
21	<i>Neckera andina</i> Mitt.	NECKERACEAE	1	3.33 %
22	<i>Neckera ehrnbergii</i> Müll. Hal.	NECKERACEAE	1	3.33 %
23	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch y H.A. Crum	SEMATOPHYLLACEAE	1	3.33 %
24	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	DICRANACEAE	1	3.33 %

Nota. La frecuencia (%) fue determinada considerando el número de cuadrantes en los que se registró cada especie respecto del total de 30 cuadrantes evaluados en el bosque de K'ellococha

3.2.3 Composición Florística de Musgos terrestres en el Bosque de Ch'akicocha

En la Tabla 13 se muestra el número de especies encontradas en el bosque de Yanacocha, con un total de 24 especies de musgos terrestres, así mismo las especies más

abundantes son: *Breutelia nigrescens* y *Thuidium peruvianum*, las mismas que se encuentran en 15 y 13 cuadrantes respectivamente y las especies menos abundantes; *Neckera andina*, *Sematophyllum swartzii* y *Amphidium tortuosum*, las mismas que se encuentran en una sola parcela cada una.

Las especies que son específicas para este bosque son *Bryum argenteum*, *Distichium capillaceum* y *Rhacocarpus purpurascens*.

Tabla 13

Número de especies de briofitas en Bosque de Ch'akicocha

N°	ESPECIES	FAMILIA	N° de cuadrantes	Frecuencia %
1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	BARTRAMIACEAE	15	50.00 %
2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	THUIDIACEAE	13	43.33 %
3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	BARTRAMIACEAE	11	36.67 %
4	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	HYPNACEAE	9	30.00 %
5	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	RHACOCARPACEAE	9	30.00 %
6	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk y Margad	POTTIACEAE	8	26.67 %
7	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	DICRANACEAE	8	26.67 %
8	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	BRYACEAE	8	26.67 %
9	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	DICRANACEAE	7	23.33 %
10	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	BARTRAMIACEAE	7	23.33 %
11	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	POLYTRICHACEAE	6	20.00 %
12	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	POTTIACEAE	6	20.00 %
13	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	LEPYRODONTACEAE	6	20.00 %
14	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	GRIMMIACEAE	6	20.00 %

15	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	BRYACEAE	6	20.00 %
16	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. y Arn.) Paris	BARTRAMIACEAE	5	16.67 %
17	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	POLYTRICHACEAE	5	16.67 %
18	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch y Schimp.	DITRICHACEAE	4	13.33 %
19	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	BRYACEAE	4	13.33 %
20	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	BRACHYTHECIACEAE	3	10.00 %
21	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S. Williams) R.H. Zander	POTTIACEAE	2	6.67 %
22	<i>Neckera andina</i> Mitt.	NECKERACEAE	1	3.33 %
23	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch y H.A. Crum	SEMATOPHYLLACEAE	1	3.33 %
24	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	DICRANACEAE	1	3.33 %

Nota. La frecuencia (%) fue determinada considerando el número de cuadrantes en los que se registró cada especie respecto del total de 30 cuadrantes evaluados en el bosque de Ch'akicocha

3.3 Análisis estadístico de la comparación de la riqueza de especies de briofitos en cada bosque

Se realizó primero un análisis estadístico para calcular la media, desviación estándar, mínimo y máximo. Para la comparación de riqueza de especies que existe en cada bosque, se realizó un ANOVA, para calcular si existen diferencias significativas entre los bosques y luego el Test de Tukey para comparaciones múltiples entre bosques y conocer entre que bosques existen diferencias significativas en la riqueza de especies.

Tabla 14

Resumen de los análisis estadísticos para la riqueza de especies de musgos en los tres bosques

BOSQUE	N	Media	Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
--------	---	-------	----------------	---------------------	--------	--------

Yanacocha	30	6.067	0.299	1.639	3	9
K'ellococha	30	7.233	0.282	1.547	4	10
Ch'ackicocha	30	6.000	0.284	1.554	2	9

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 14 se muestra el resumen de los análisis estadísticos, en la primera columna se indica los nombres de los tres bosques, en la segunda columna se encuentra N, que viene a ser el número de cuadrantes evaluados en cada bosque que vendrían a ser 30, siendo un total de 90 cuadrantes evaluados en los tres bosques, luego le siguen la media, error estándar y desviación estándar.

Asimismo se analizaron los máximos y mínimos de especies encontradas en los cuadrantes por cada bosque, así tenemos que en el bosque de Yanacocha el número de especies esta entre 3 y 9 especies por cuadrante, en el Bosque de K'ellococha se encontró entre 4 y 10 especies y en el Bosque de Ch'ackicocha se presentan entre 2 y 9 especies, encontrándose que el bosque que presenta mayor número de especies es el Bosque de K'ellococha con un valor máximo de 10 por cuadrante y el bosque que presento menor número de especies por transecto fue Ch'ackicocha con un valor de 2 especies.

Tabla 15

Análisis de Varianza ANOVA para la riqueza de especies de briofitos en los tres bosques

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RIQUEZA DE ESPECIES					
	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F	p-valor
Inter grupos:	28.8667	2	14.4333	5.78	0.004395
Intra grupos:	217.233	87	2.49693		
Total:	246.1	89			

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 15 e muestra la tabla del ANOVA, se observa la suma de cuadrados, grados de libertad, valor de F y el p-valor, el cual es de suma importancia para determinar la existencia o no de diferencias significativas en los tres bosques, siendo la hipótesis.

- $H_0: \mu_1 = \mu_2$. No hay diferencias significativas.

La riqueza de especies es igual en los tres bosques.

- $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ Existen diferencias significativas.

Al menos en uno de los tres bosques la riqueza de especies es diferente

Si el p-valor < 0.05 , entonces se acepta la H_1 , en donde hay diferencias significativas en la riqueza de especies en los tres bosques.

Analizando la información obtenida a través del ANOVA, se tiene un p-valor de 0.004395 que es < 0.05 , entonces se acepta la H_1 , en donde hay diferencias significativas en los valores de riqueza de especies en al menos uno de los tres bosques. Aplicando el Test de Tukey, nos indica que bosques presentan diferencias significativas en los valores de riqueza de especies.

Tabla 16

Comparaciones múltiples para los valores de riqueza de especies de briofitos entre los tres bosques con el Test de Tukey

BOSQUES	p-valor
Yanacocha - K'ellococha	0.0147
Yanacocha - Ch'ackicocha	0.9855
K'ellococha- Ch'ackicocha	0.0092

Nota. Elaboración propia

- $H_0: \mu_A = \mu_B$ No hay diferencias significativas.

La media de la riqueza de especies es igual en los dos bosques comparados.

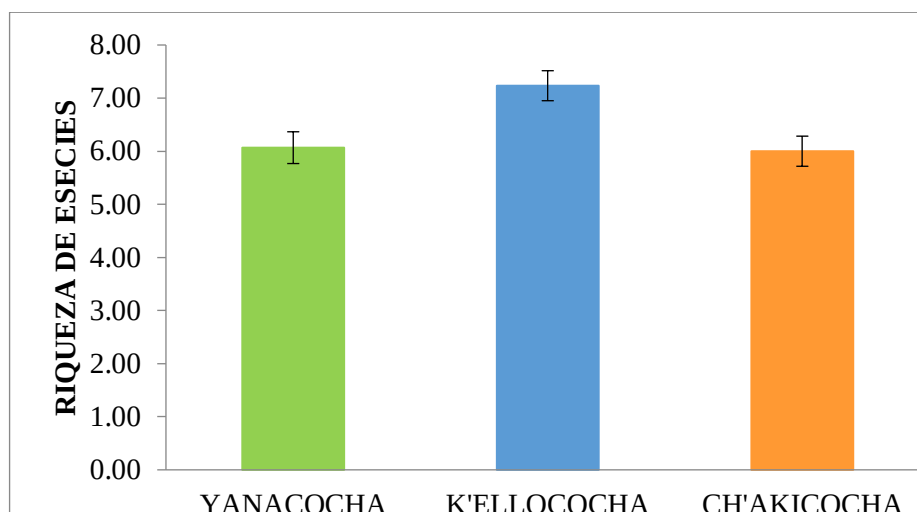
- $H_1: \mu_A \neq \mu_B$ Existen diferencias significativas.

La media de la riqueza de especies es diferente en los dos bosques comparados.

Si p-valor < 0.05 , entonces se acepta la H_1 , en donde hay diferencias significativas en la riqueza de especies.

Figura 41

Riqueza de especies por cuadrantes de briofitos en los tres bosques



Nota. Elaboración propia

Como se puede observar en los valores obtenidos, y de acuerdo a la Figura 41 entre los bosques de Yanacocha y Ch'ackicocha no hay diferencias significativas en los valores de riqueza de especies ya que el $p\text{-valor } 0.9855 > 0.05$, pero si existen diferencias significativas entre los bosques de Yanacocha con K'ellococha y K'ellococha con Ch'ackicocha en donde el $p\text{-valor}$ es 0.0147 y 0.0092 respectivamente, siendo menor al nivel de significancia < 0.05 , por lo cual se acepta la $H_1: \mu_A \neq \mu_B$ en donde existen diferencias significativas entre los bosques comparados. Estos análisis nos ayudan a concluir que la riqueza de especies es mayor en el bosque de K'ellococha comparado con los bosques de Yanacocha y Ch'ackicocha.

3.4 Determinación de cobertura

3.4.1 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de Yanacocha

De los cuadrantes evaluados, se calculó la cobertura relativa de todas las especies encontradas, de musgos terrestres como flora asociada. Se encontró un total de 21 especies de musgos terrestres (Tabla 17) en el bosque de Yanacocha, siendo las dos especies con mayor cobertura relativa *Thuidium peruvianum* (31.68%) e *Hypnum amabile* (30.36%), la especie con menor cobertura realtiva fue *Pleurozium quitense* con 0.04 %.

Tabla 17*Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de Yanacocha*

N°	ESPECIES	FRECUENCIA %
1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	31.68
2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	30.36
3	Flora vascular asociada	14.11
4	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	3.83
5	Suelo y roca	2.44
6	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	2.25
7	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	1.86
8	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	1.74
9	Troncos y ramas caídas	1.52
10	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	1.48
11	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.10
12	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	1.07
13	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch & H.A. Crum	1.00
14	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.92
15	<i>Neckera andina</i> Mitt.	0.84
16	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.74
17	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	0.74
18	Suelo deslizado	0.65
19	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	0.53
20	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt	0.24
21	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	0.24
22	<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	0.21
23	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	0.16
24	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	0.15
25	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch) Cufod.	0.09
26	<i>Pleurozium quitense</i> (Mitt.) B.H. Allen & Magill	0.04
TOTAL		100

Nota. Elaboración propia

3.4.2 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de K'ellococha

De los cuadrantes evaluados, Se encontró un total de 24 especies de musgos terrestres (Tabla 18) en el bosque de K'ellococha, siendo las dos especies con mayor cobertura relativa *Thuidium peruvianum* (25.75%) e *Hypnum amabile* (15.26%), la especie con menor cobertura realtiva fue *Amphidium tortuosum* con 0.01 %.

Tabla 18*Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de K'ellococha*

N°	ESPECIES	COBERTURA RELATIVA %
1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	25.75
2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	15.26
3	Flora vascular asociada	12.55
4	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	8.66
5	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	8.59
6	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	4.92
7	Suelo descubierto	4.78
8	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	2.28
9	Suelo pedregoso	2.14
10	<i>Lepyrodium tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.69
11	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	1.49
12	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	1.43
13	Suelo deslizado	1.35
14	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	1.17
15	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.14
16	<i>Neckera andina</i> Mitt.	1.03
17	Troncos y ramas caídas	1.01
18	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	0.93
19	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	0.84
20	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	0.65
21	<i>Rhodobryum</i> sp (Schimp.) Limpr.	0.57
22	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	0.41
23	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	0.30
24	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.27
25	<i>Neckera ehrnbergii</i> Müll. Hal.	0.20
26	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.20
27	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum	0.19
28	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	0.10
29	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt.	0.07
30	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	0.02
31	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	0.01
TOTAL		100

Nota. Elaboración propia

3.4.3 Cobertura relativa de Briofitos del Bosque de Ch'akicocha

De los cuadrantes evaluados, se encontró un total de 24 especies de musgos terrestres (Tabla 49) en el bosque de Ch'akicocha, siendo las dos especies con mayor cobertura relativa

Breutelia nigrescens (19.47%) y *Thuidium peruvianum* (7.16%), la especie con menor cobertura realtiva fue *Neckera andina* con 0.02 %.

Tabla 19

Cobertura relativa de Briofitos terrestres en el Bosque de K'ellococha

N°	ESPECIES	COBERTURA RELATIVA %
1	Flora vascular asociada	37.91
2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	19.47
3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	7.16
4	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	5.59
5	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	4.00
6	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	2.70
7	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	2.65
8	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S. Williams) R.H. Zander	2.21
9	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	1.99
10	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	1.78
11	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.68
12	Paja	1.57
13	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	1.26
14	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	1.23
15	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	1.17
16	Suelo deslizado	1.15
17	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.90
18	Tallos y hojas caidas	0.77
19	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	0.62
20	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	0.57
21	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.57
22	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.53
23	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	0.45
24	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	0.39
25	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	0.38
26	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	0.35
27	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	0.35
28	Piedras	0.28
29	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum	0.21
30	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	0.07
31	<i>Neckera andina</i> Mitt.	0.02
TOTAL		100

Nota. Elaboración propia

3.5 Índice de diversidad y similitud de briofitos

3.5.1 Índices de diversidad de Shannon-Wiener

El Tabla 20 muestra los valores de diversidad obtenidos en los tres bosques evaluados. Para el número de especies, los bosques de K'ellococha y Ch'akicocha presenta un total de 24 especies, y Yanacocha 21 especies.

El Índice de Shannon-Wiener es un método basado en la estructura de la comunidad, resaltando el grado de equidad entre las distintas especies. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. En el análisis de datos se obtuvo que el bosque con mayor valor en el índice de Shannon es el bosque de Ch'akicocha con 3.013, seguido del bosque de K'ellococha con 2.8 y Yanacocha con 2.724.

Tabla 20

Índices de diversidad de los tres bosques

BOSQUES	YANACocha	K'ELLOCocha	CH'AKICOCHA
INDICES			
N° Especies	21	24	24
Dominancia	0.08405	0.07666	0.0546
Simpson_1-D	0.916	0.9233	0.9454
Shannon_H	2.724	2.8	3.013
Equitability_J	0.8946	0.881	0.948

Nota. Elaboración propia

El índice de Simpson también es un índice basado en la estructura de la comunidad, y a diferencia del índice de Shannon-Wiener resalta la dominancia de unas cuantas especies. Este índice basado en la dominancia es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de

que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Para los datos obtenidos el índice más alto de Simpson lo presenta el Bosque de Ch'akicocha con un valor de 0.9454, seguido del bosque de K'ellococha con 0.9233 y Yanacocha con 0.916.

3.5.2 Índice de Jaccard

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. A partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras. Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades. El Coeficiente de similitud de Jaccard se basa en datos cualitativos con valores entre 0 y 1, siendo 1 la mayor similitud.

Tabla 21

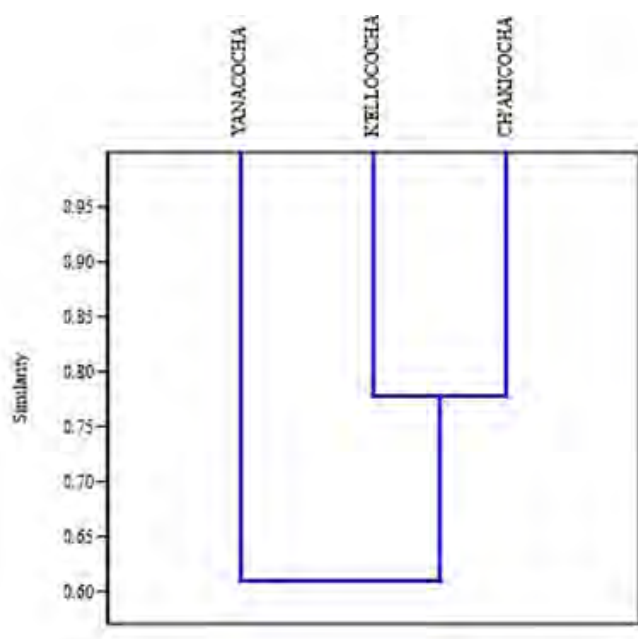
Índice de similitud de Jaccard para los tres Bosques.

BOSQUES	YANACOCOA	K'ELLOCOCHA	CH'AKICOCHA
INDICES			
Yanacocha	1	0.667	0.552
K'ellococha	0.667	1	0.778
Ch'akicocha	0.552	0.778	1

Nota. Elaboración propia

Figura 42

Dendrograma de similitud de Jaccard entre los tres bosques



Nota. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 21 y la Figura 42, el mayor índice de similitud de Jaccard se registró entre Ch'akicocha y K'ellococha, con 0.778 (77.8%), lo que evidencia que ambos bosques presentan una mayor proporción de especies de musgos. Luego se ubicaron Yanacocha y K'ellococha, con 0.667, mientras que la menor similitud correspondió a Yanacocha y Ch'akicocha, con 0.552. Estos valores indican que, aunque los tres bosques comparten parte de su composición briofítica, la semejanza entre ellos no es uniforme.

El dendrograma de similitud de Jaccard (Figura 42) confirma esta tendencia, ya que K'ellococha y Ch'akicocha forman un mismo clúster, reflejando mayor afinidad florística. Posteriormente, este grupo se une con Yanacocha, lo que demuestra que este último presenta una composición más diferenciada. En conjunto, los resultados sugieren que K'ellococha y Ch'akicocha comparten condiciones ecológicas más similares, mientras que Yanacocha mantiene una composición particular.

DISCUSIÓN

La composición florística y la riqueza de especies registradas en los humedales evaluados evidencian una importante diversidad de briófitos altoandinos. En el análisis realizado se identificó un total de 28 especies de musgos terrestres y 2 especies de hepáticas. Estos resultados muestran similitud con lo reportado por Saji (2014), quien registró 27 especies en bosques de queuña del Cusco, coincidiendo en la presencia de taxones representativos como *Campylopus areodictyon*, *Braunia cirrhifolia* y *Lepyrodon tomentosus*.

Asimismo, la riqueza de especies encontrada supera lo informado por Galiano et al. (2005) en el Valle del Cusco, donde únicamente se registraron 14 especies, lo que sugiere que los humedales altoandinos presentan una mayor diversidad de briófitos en comparación con ecosistemas ubicados a menor altitud. Del mismo modo, la diversidad registrada guarda relación con las 35 especies de briófitas identificadas por Tupayachi (2005) en la Cordillera del Vilcanota.

Sin embargo, al comparar estos resultados con investigaciones desarrolladas a mayor escala geográfica, se evidencian diferencias significativas. El número de especies registrado fue menor al reportado por Avendaño y Aguirre (2007) en Colombia, quienes identificaron 68 especies, así como inferior a las 129 especies registradas por Acurio (2002) en Machu Picchu. Estas diferencias podrían explicarse debido a que dichos estudios abarcaron áreas más extensas y gradientes altitudinales más amplios, mientras que la presente investigación se enfocó únicamente en tres humedales específicos dentro de una microcuenca.

Desde una perspectiva más amplia, los resultados obtenidos representan una fracción importante de la diversidad nacional documentada por Don y Sandoval (1996), quienes reportaron 889 especies de musgos en el Perú, así como de la riqueza regional registrada por Fuentes y Churchill (2005), con 369 especies en Madidi, Bolivia.

El análisis de cobertura evidenció que *Thuidium peruvianum* (31.68%) e *Hypnum amabile* (30.36%) constituyen las especies dominantes en Yanacocha y K'ellococha, mientras que en Ch'akicocha predominó *Breutelia nigrescens* (19.47%). Esta elevada ocupación del suelo coincide con lo señalado por Churchill et al. (2009), quienes indican que el suelo representa el sustrato preferencial para los briófitos altoandinos.

La importancia ecológica de estos tapices vegetales radica en su capacidad para regular la temperatura y conservar la humedad durante periodos prolongados, favoreciendo procesos de germinación y establecimiento de las queuñas, tal como lo describe Yallico (1992). Asimismo, la biomasa producida por estas especies cumple un papel relevante como sumidero de carbono, proceso previamente destacado por Mamani (2010) en ecosistemas similares del sur peruano.

En este sentido, la cobertura de musgos no solo constituye un indicador de abundancia, sino también un reflejo del estado de conservación del ecosistema. Gradstein (1992) sostiene que la disminución de estas alfombras vegetales representa un indicador directo de perturbación en los bosques naturales.

Los índices de diversidad aplicados evidenciaron que Ch'akicocha presenta la mayor diversidad y equidad de especies (Shannon $H' = 3.013$), superando a K'ellococha (2.8) y Yanacocha (2.724). Esta variabilidad coincide con lo reportado por Merchán y Delgado (2011), quienes determinaron que la diversidad de musgos responde de manera altamente sensible a las condiciones ambientales locales.

Asimismo, Thiers (1988) señala que factores como la humedad y la disponibilidad de luz influyen significativamente en la composición y distribución de estas comunidades, lo que explicaría las diferencias observadas entre los humedales evaluados.

Respecto a la afinidad florística, el índice de similitud de Jaccard mostró que K'ellococha y Ch'akicocha presentan la mayor semejanza (0.778), mientras que Yanacocha

registró la menor similitud respecto a Ch'akicocha (0.552), constituyéndose como el humedal más diferenciado. El dendrograma de similitud confirma este patrón, evidenciando que K'ellococha y Ch'akicocha se agrupan inicialmente debido a la alta afinidad en su composición de especies, mientras que Yanacocha se incorpora posteriormente al grupo, reflejando una composición florística más particular.

Estos resultados sugieren que la proximidad altitudinal y las condiciones ambientales compartidas entre K'ellococha y Ch'akicocha favorecen el desarrollo de comunidades de musgos más homogéneas. Según Glime (2007), las variaciones en la estructura de las comunidades de briófitos cumplen un papel fundamental en los procesos de sucesión ecológica y en la formación de suelos en ecosistemas de alta montaña.

CONCLUSIONES

1. La composición florística registrada en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha evidenció una importante diversidad de briófitos. Se identificó un total de 28 especies de musgos terrestres, distribuidas en 17 familias y 24 géneros. Asimismo, se registraron 2 especies de hepáticas pertenecientes a 2 familias y 2 géneros. La riqueza específica presentó variaciones entre los humedales evaluados. Ch'akicocha y K'ellococha registraron la mayor riqueza florística, con 24 especies cada uno, mientras que Yanacocha presentó 21 especies. Desde el punto de vista taxonómico, Ch'akicocha destacó por albergar la mayor amplitud de grupos, con representantes de 21 familias y 24 géneros, lo que refleja una mayor heterogeneidad florística y una composición más diversa dentro de la microcuenca.
2. El análisis de cobertura evidenció diferencias en la estructura de dominancia de las especies entre los humedales estudiados. En Yanacocha y K'ellococha, las especies con mayor cobertura relativa fueron *Thuidium peruvianum* (31.68% y 25.75%, respectivamente) e *Hypnum amabile* (30.36% y 15.26%, respectivamente), constituyéndose como las especies predominantes en la ocupación del sustrato. En contraste, en el humedal de Ch'akicocha predominó *Breutelia nigrescens* con una cobertura relativa de 19.47%, seguida por *Thuidium peruvianum* con 7.16%. Estos resultados evidencian que cada humedal presenta especies dominantes particulares, las cuales desempeñan un papel importante en la estructura y organización de la cobertura briofítica del ecosistema.
3. El análisis de diversidad mostró que Ch'akicocha presentó el mayor valor del índice de Shannon-Wiener ($H' = 3.013$), seguido de K'ellococha (2.8) y Yanacocha (2.724). Estos resultados indican que Ch'akicocha posee una comunidad más diversa y equilibrada, con una distribución más uniforme de las especies y menor dominancia de unos pocos taxones. El índice de similitud de Jaccard evidenció una mayor afinidad florística entre K'ellococha

y Ch'akicocha, con un valor de 0.778, lo que indica que ambos humedales comparten una elevada proporción de especies. Por el contrario, la menor similitud se registró entre Yanacocha y Ch'akicocha (0.552), evidenciando que Yanacocha presenta una composición florística más particular y diferenciada dentro de la microcuenca estudiada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fortalecer las acciones de conservación en los humedales de Yanacocha, K'ellococha y Ch'akicocha, debido a la importante diversidad y cobertura de musgos registrada, especialmente en los humedales de Ch'akicocha y K'ellococha, con la finalidad de prevenir la alteración de estos ecosistemas por actividades antrópicas.
2. Se recomienda implementar programas de monitoreo periódico de briófitas en ecosistemas altoandinos, considerando que los humedales evaluados presentan diferencias en composición florística, cobertura y diversidad ecológica de musgos.
3. Se recomienda continuar desarrollando investigaciones ecológicas sobre musgos y otras briófitas asociadas a ecosistemas altoandinos, con énfasis en composición florística, cobertura y diversidad, a fin de ampliar el conocimiento científico sobre estos grupos vegetales poco estudiados.
4. Se recomienda promover la participación de las comunidades locales en acciones de protección, conservación y uso sostenible de los humedales y bosques altoandinos, debido a que estos ecosistemas albergan especies de musgos con alta cobertura, como *Thuidium peruvianum*, *Hypnum amabile* y *Breutelia nigrescens*, las cuales cumplen un papel importante en la estructura y funcionamiento de la vegetación briofítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, L. (2002). *Musgos de la zona de Wiñay Wayna, Santuario Histórico de Machupicchu*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco .
- Allen, B., & Buck, W. (2023). *Campylopus steerei* (Dicranaceae), a new paraleucobryoid species from south american páramos. *Acta Biologica Plantarum Agriensis*, 11(1), 56-67. doi:10.21406/abpa.2023.11.1.56
- Álvarez, D., & Beatriz, A. (2021). Nuevos registros de flora briofítica para la provincia de Santa Fe (Argentina) en el valle aluvial del río Paraná medio. *Journal of Neotropical Biology*, 18(2), 60–76. doi:10.5216/rbn.v18i2.69684
- APG. (2009). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants*. Botanical Journal of the Linnean Society.
- Aponte, A., & Uribe, J. (2017). Revisión de la familia politrichaceae (Bryophyta) para Colombia. *Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica*, 52(2), 209-250. doi:10.31055/1851.2372.v52.n2.17438
- Argenis, M. (2005). *Regulación hídrica en cinco musgos del páramo de Chingaza*. En: *Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia .
- Avendaño, K., & Aguirre, J. (2007). Los musgos (Bryophyta) de la Región de Santa María-Boyacá (Colombia). *Caldasia: Revista de biodiversidad tropical*, 29(1), 59-71. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9395591>
- Bates, J. (1998). ¿Es el concepto de "forma de vida" útil en la ecología de las briofitas? *OIKOS*, 82(2), 223-237. doi:10.2307/3546962
- Bernal, E., Celis, S., Galíndez, X., Morato, C., Sánchez, J., & García, D. (2006). Microflora cultivable y endomicorrizas obtenidas en hojarasca de bosque (Páramo Guerrero, Finca Puente de Tierra) Zipaquirá, Colombia. *Acta biológica colombiana*, 11(2), 125-130.

Retrieved

from

<https://www.ingentaconnect.com/content/doi/0120548x/2006/00000011/00000002/article00019%3Bjsessionid%3D606lh6o5jq9q7.x-ic-live-02?>

Bharali, B., & Bates, J. (2006). *Detoxification of dissolved SO₂ (bisulfite) by terricolous mosses*. *Annals of Botany* 97.

Bokhorst, S., Contador, T., Mackenzie, R., Convey, P., & Aerts, R. (2024). El tipo de hábitat controla los cambios en la comunidad de microartrópodos a lo largo de un gradiente de elevación subantártico magallánico. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12, 1-12. doi:10.3389/fevo.2024.1440649

Brown, R., & Lemmon, B. (2007). El MTOC de las plantas pleomórficas: una perspectiva evolutiva. *Revista de biología vegetal integradora* , 49, 1142-1153. doi:10.1111/j.1672-9072.2007.00538.x

Brown, R., Lemmon, B., & Shimamura, M. (2009). Diversidad en el origen del huso meiótico y determinación de los planos citocinéticos en la esporogénesis de hepáticas taloides complejas (Marchantiopsida). *Revista de Investigación Vegetal*, 123, 589–605. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10265-009-0286-9>

Calzadilla, E., & Churchill, S. (2014). *Glosario ilustrado para musgos neotropicales*. La Rosa Editorial. Retrieved from https://museonoelkempff.org/museo/wp-content/uploads/2020/12/7_Glosario_ilustrado_musgos_neotropicales.pdf

Calzadilla, E., Aldana, C., & Churchill, S. (2010). Las Briofitas. *Bolivia Ecológica*, 59. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/453103420/Calzadilla-E-et-al-2010-Las-Briofitas-BOLIVIA-ECOLOGICA>

Canestrato, B., & Fernandes, D. (2022). Synopsis of *Anomobryum* and *Bryum* (Bryaceae, Bryophyta) in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 36, 1-32. doi:10.1590/0102-33062021abb0283

- Casas, C., Brugués, M., Cros, R., & Sérgio, C. (2025). *HANDBOOK OF MOSSES OF THE IBERIANPENINSULA AND THE BALEARIC ISLANDS*. Barcelona : Institut d´ estudis Catalans. Obtenido de <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000546/000000007.pdf>
- Cheng, J., Lončarević, I., & Cronberg, N. (2024). La competencia interespecífica afecta la germinación de las esporas y el desarrollo de los gametóforos de los musgos. *Open Research Europe*, 3(91). doi:10.12688/openreseurope.16004.2
- Churchill, S., & Linares, E. (1995). *Introducción a la flora de musgos de Colombia Parte 1: Adelotheceaceae a funariaceae*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://dokumen.pub/introduccion-a-la-flora-de-musgos-de-colombia-parte-1-adelotheceaceae-a-funariaceae-1-958608115x-9586081168.html>
- Churchill, S., Aldana, C., Opisso, J., & Morales, T. (2020). *Familias y géneros de los musgos de los andes tropicales*. La Rosa. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/353348809_Familias_y_Generos_de_los_Musgos_de_los_Andes_Tropicales_Churchill_et_al_2020_14
- Churchill, S., Sanjines, N., & Aldana, C. (2009). *Catálogo de las briofitas de Bolivia: diversidad, distribución y ecología*. Bolivia: La Rosa Editorial. Retrieved from <https://www.tropicos.org/docs/boliviamoss/Catalogopart1.pdf>
- Colitti, M., Suárez, G., & Schiavone, M. (2016). NOVEDADES SOBRE LA FAMILIA PILOTRICHACEAE PARA LAS YUNGAS DE LA ARGENTINA. *Darwiniana* , 4(2), 252-262. doi:10.14522/darwiniana.2016.42.720
- Colotti, M., & Suarez, G. (2017). Novedades sobre la familia Ditrichaceae (Bryophyta) en los pisos superiores de las Yungas subtropicales de Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 52(2), 277-289. doi:10.31055/1851.2372.v52.n2.17443

- Colotti, M., & Suárez, G. (2023). Primer reporte de *Pleurozium quitense* (Hylocomiaceae) para la Argentina. *Lilloa*, 60(2), 309-315. doi:10.30550/j.lil/1860
- Crum, H. (2001). *Diversidad estructural de las briofitas*. University of Michigan Herbarium.
- De Luna, E. (2020). *Biodiversidad del Santuario del Bosque de Niebla, Xalapa, Veracruz*. Instituto de Ecología. Obtenido de <https://www.filogenetica.org/personales/deluna/BriofitasSBN/BriofitasdelSBN.htm>
- de Luna, E. (2022). Una sinopsis de *Braunia* (Hedwigiaceae, Bryopsida) en México, con la lectotipificación de *Braunia andrieuxii*. *Acta botánica mexicana*(128), 1-19. doi:10.21829/abm128.2021.1950
- De Olarte, J. (1985). *Geografía: La localidad, la Región “El centro peruano: “realidad poblacional AMIDEP*. Lima.
- Don, W., & Sandoval, A. (1996). *Manu : la biodiversidad del sureste del Perú = Manu : la biodiversidad del sureste del Perú*.
- El, Y., Bader, M., Li, D., Stark, L., Li, X., Liu, X., . . . Wang, Z. (2023). Relaciones entre los rasgos esporofíticos y gametofíticos de 27 especies de musgos de montaña subtropicales. *Revista americana de botánica*, 110(12), 16253. doi:10.1002/ajb2.16253
- Esteban, R., Pollastri, S., Brilli, F., García, J., Odriozola, I., Michelozzi, M., & Loreto, F. (2024). La deshidratación y la rehidratación afectan de manera diferente a la fotosíntesis y a los monoterpenos volátiles en briofitas con características ecológicas contrastantes. *Journal Fisiología Plantarum*, 176(3). doi:10.1111/ppl.14395
- Estébanez, B., Draper, I., & Díaz de Atauri, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9(19–73). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/301325280_Briofitos_una_aproximacion_a_las_plantas_terrestres_mas_sencillas

- Estébanez, B., Draper, I., & Medina, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9. Retrieved from https://www.academia.edu/69105001/Bri%C3%B3fitos_una_aproximaci%C3%B3n_a_las_plantas_terrestres_m%C3%A1s_sencillas_Bryophytes_an_approximation_to_the_simplest_land_plants
- Fjeldså, J. (1942). *Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highlands of Peru and Bolivia: A contribution to sustainable natural resource management in the Andes*. Nordeco.
- Fjeldså, J., & Kessler, M. (1996). *Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia: A contribution to sustainable natural resource management in the Andes*. NORDECO.
- Fuentes, A., & Churchill, S. (2005). Catálogo preliminar de las briófitas de la región de Madidi, Bolivia. *Revista Ecología en Bolivia*, 40(3), 170-198. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/258995418_Catalogo_preliminar_de_las_briofitas_de_la_region_de_Madidi_Bolivia
- Galiano, W., Tupayachi, A., & Nuñez, M. (2005). *Historia Natural Del Valle Del Cusco*. Sopronac. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/84609?>
- Gasulla, F. (2014). *Cómo secarse y no morir en el intento. Anhidrobiosis en vegetales*. Repositorio institucional de la Universidad de Málaga. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10630/7523>
- Ghosh, T., Nazran, A., Khan, I., Islam, S., Islam, T., Xu, Y., & Mostofa, M. (2026). Tolerancia a la desecación en musgos y hepáticas: perspectivas sobre los mecanismos evolutivos de la terrestreización. *International Journal of Molecular Sciences*, 27(1), 478. doi:10.3390/ijms27010478

- Glime, J. (2007). *Utilidad económica y étnica de las briófitas*. Obtenido de https://www.musgosdechile.cl/glime_usos_espanol.pdf?
- Glime, J. (2021). *Relaciones hídricas: Estructuras conductoras* (Vol. 1). Houghton, Michigan: Universidad Tecnológica de Michigan. Retrieved from <https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1035&context=bryo-ecol-subchapters>
- Glime, J. (2024). ¿El papel de los briófitos en la sostenibilidad forestal es positivo o negativo? *Journal Sustainability*, 16(6), 2359. doi:10.3390/su16062359
- Goldstein, G., Meinzer, F., & Rada, F. (2009). *Environmental biology of a tropical treeline species, Polylepis sericea*. Cambridge University Press.
- Gradstein, S. (1992). *The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens*. In: Bates, J. W. y Farrner, A.M. (eds.) *Bryophytes and Lichens in a changing environment*. Claredon Press, Oxford.
- Gradstein, S., Vitt, D., & Anderson, R. (1984). The epizoic occurrence of *Daltonia angustifolia* (Musci) in Papua New Guinea. *Cryptogamie, Bryologie et Lichénologie*, 5(1–2), 47-50. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/272293138_The_epizoic_occurrence_of_Daltonia_angustifolia_Musci_in_Papua_New_Guinea
- Hoch, G., & Körner, C. (2005). Crecimiento, demografía y relaciones de carbono de los árboles de *Polylepis* en el límite arbóreo más alto del mundo. *Journal Functional Ecology*, 19, 941-951. doi:10.1111/j.1365-2435.2005.01040.x
- Holdridge, L. (1967). *LifeZone Ecology*. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica (Traducción del inglés por Humberto Jimenez Saa: Ecología basada en las Zonas de vida) (1° ed. San Jose, Costa Rica: IICA. 1982 ed.).

- Holyoak, D. (2008, julio 17). *The bryophytes of cornwall and the isles of scilly*. Retrieved from https://cisfbr.org.uk/Bryo/Cornish_Bryophytes_Phaeoceros_laevis.html
- IGN. (2018). *Catálogo Nacional de Metadatos*. Obtenido de gob.pe: <https://catalogo.geoidep.gob.pe/metadatos/srv/api/records/8619d17a-3810-4b7c-9f02-25da971ff3bd>
- Jaeger, R., & Moody, L. (2021). Una transición fundamental del desarrollo en *Physcomitrium patens* está regulada por mecanismos conservados evolutivamente. *Revista evolución y desarrollo*, 23(3), 123-136. doi:10.1111/ede.12376
- Körner, C. (1999). *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Springer-Verlag.
- León, S., Gradstein, R., Castillo, J., Moscoso, A., & Navarrete, H. (2013). *Guia de briofitas comunes de Los Andes de Quito*. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/318989886_Guia_de_Briofitas_Comunes_de_los_Andes_de_Quito
- Ligrone, R., Duckett, J., & Renzaglia, K. (2000). Tejidos conductores y relaciones filogenéticas de las briofitas. *Transacciones filosóficas B*, 355(1398), 795-813. doi:10.1098/rstb.2000.0616
- Lobachevska, O., Kyryak, N., Kordyum, E., Khorkavtsiv, Y., & Kern, V. (2022). Sensibilidad a la gravedad de los musgos y sus adaptaciones ontogenéticas dependientes de la gravedad. *Life Basel, Switzerland*, 12(11), 1782. doi:10.3390/life12111782
- Lueth, V., & Reski, R. (2023). Musgos. *Journal Current Biology*, 33(22). doi:10.1016/j.cub.2023.09.042
- Machupicchu Terra. (s.f). *La provincia de Urubamba en Cusco*. Obtenido de Machupicchu Terra: <https://www.machupicchuterra.com/es/cusco/urubamba/>

- Matteucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington D.C: OEA.
- Mauseth, J. (1991). *Botánica: Introducción a la biología vegetal*. Editorial Harcourt College.
- Melvin, O., Velten, J., & Wood, A. (2000). Los briófitos como modelos experimentales para el estudio de la tolerancia al estrés ambiental: *Tortula ruralis* y la tolerancia a la desecación en los musgos. *Ecología Vegetal*, 151(1), 73-84. doi:10.1023/A:1026598724487
- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 197–200. doi:10.15381/rpb.v18i2.228
- Merchán, J., Álvarez, J., & Delgado, M. (2011, noviembre 11). Retención de agua en musgos de páramo de los municipios de Siachoque, Toca y Pesca (Boyacá). *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 5(2), 295-302.
- Michael, M., & Schmidt, A. (2006). Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Elsevier*, 6, 67–69. Obtenido de https://www.gfbs-home.de/fileadmin/user_upload/ode2mods/ode/ode06/ode06_000067/article.pdf
- MINAM. (2018). *Biodiversidad de Chile*. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/Tomo-I-libro-Biodiversidad-Chile-MMA-web.pdf>
- Ministerio de agricultura de Chile. (2009). *Resultados y Lecciones en uso, manejo y protección del musgo Sphagnum Proyecto de Innovación en XI Región de Aysén*. Obtenido de https://opia.fia.cl/601/articles-75568_archivo_01.pdf
- Montenegro, L., Chaparro, M., & Barón, A. (2005). *Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.

- Mostacedo, B., & Fredericksen, S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Muller, Dombois, & Ellemberg. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*, Jhon Wiley and Sons. New York.
- Muñoz, J. (2023). *Guía de campo Briófitos de los bosques Ibéricos*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Obtenido de https://service.unibas.it/utenti/colacino/Ibba23/Book_1698_Com.pdf
- Nehira, K. (1983). *Spore germination, protonemata development and sporeling development* (Vol. 1). Japón: The Hattori Botanical Laboratory (Japón).
- Nesst. (2020). *Overview*. Obtenido de <https://es.nesst.org/inka-moss?>
- Oliván, G., Fuertes, E., & León, C. (2010). *Briófitos. Proyecto de Innovación Educativa nº 99*. Universidad Complutense de Madrid. Retrieved from <http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/cryptogamas.html>.
- Oliver, M. (1991). Influence of Protoplasmic Water Loss on the Control of Protein Synthesis in the Desiccation-Tolerant Moss *Tortula ruralis*: Ramifications for a Repair-Based Mechanism of Desiccation Tolerance. *Revisita Fisiología vegetal*, 97(4), 1501–1511. doi:10.1104/pp.97.4.1501
- Oroz, A. (2005). *Diversidad de la artrópodofauna de bosques de Polylepis del Corredor del Sur de los Conchucos, Ancash*. Asociación Ecosistemas Andinos (ECOAN).
- Polanco, D. (2015). *Catálogo ilustrado de los musgos de Mucubají*. Obtenido de <https://briologiaenvenezuela.com.ve/wp-content/uploads/2015/07/Cat%C3%A1logo-de-los-musgos-de-Mucubaj%C3%AD.pdf>
- Pressel, S., Ligrone, R., Duckett, J., & Davis, C. (2008). Una novedosa asociación endofítica ascomiceta en los rizoides de la familia de hepáticas foliosas Schistochilaceae

- (Jungermanniidae, Hepaticopsida). *Revista Americana de Botánica* , 95(5), 531-41.
doi:10.3732/ajb.2007171
- Proctor, M. (1982). *Physiological Ecology: Water Relations, Light and Temperature Responses*. London: Chapman and Hall.
- Proctor, M. (2000). La paradoja de los briófitos: tolerancia a la desecación, evasión de la sequía. *Ecología vegetal*, 41–49. doi:10.1023/A:1026517920852
- Proctor, M. (2000). Musgos y adaptaciones alternativas a la vida terrestre. *New Phytologist*, 148(1), 1-6. doi:10.1111/j.1469-8137.2000.00751.x
- Proctor, M., & Tuba, Z. (2002). Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytologist*, 156(3), 327–349. doi:10.1046/j.1469-8137.2002.00526.x
- Qiao, Z., Lin, X., Zhang, T., Luo, S., Wang, C., Zhou, W., & Luo, L. (2025). Revisión del progreso de la investigación sobre la aplicación de briofitas en la restauración ecológica de zonas mineras de China. *Ciencias Ambientales Frontales*, 13. doi:10.3389/fenvs.2025.1610193
- Rehman, W., Gupta, K., & Bast, F. (2021). Evaluación morfofilogenética de una nueva especie de musgo, *Bryum bharatiense* sp. nov. (Bryaceae), procedente de las colinas de Larsemann, Antártida Oriental. *Revista de Biodiversidad de Asia-Pacífico*, 14(3), 283-289. doi:10.1016/j.japb.2021.07.001
- Renzaglia, K., Duran, E., Sagwan, L., & Henry, J. (2024, febrero 7). Calosa en las paredes celulares leptodeas del musgo *Polytrichum* y la evolución de la calosa sintasa en las briofitas. *Journal Frontiers in plant science*, 15, 1357324. doi:10.3389/fpls.2024.1357324
- Saji, M. (2014). *Diversidad de musgos epífitos (Bryophyta) en bosque de polylepis (rosaceae) en las localidades de Canchacancha, Contorkayku, K'elloq'ocha y Manthanay*,

- cordillera del Vilcanota - Cusco*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco . Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/1549>
- Schachner, H. (4 de octubre de 2010). *Archivo : Ptilidium pulcherrimum Sporen.JPG*. Obtenido de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ptilidium_pulcherrimum_Sporen.JPG
- Schmidt, A., Kessler, M., & Kumar, M. (2006). Promiscuidad en los Andes: Relaciones entre especies de *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) basadas en AFLP y morfología. *Botánica Sistemática*, 31(3), 547-559. doi:10.1600/036364406778388629
- Servat, G., Mendoza, W., & Ochoa, J. (2002). Flora y fauna de cuatro bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 1(1). Retrieved from <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/226/222?>
- Shimamura, M., Brown, R., Lemmon, B., Akashi, T., Mizuno, K., Nishihara, N., . . . Mineyuki, Y. (2004). Gamma-tubulina en plantas terrestres basales: caracterización, localización e implicaciones en la evolución de los centros organizadores de microtúbulos acentriolares. *Célula vegetal*, 16(1), 45-59. doi:10.1105/tpc.016501
- SIAR. (2010). *Distritos de la Provincia del Cusco*. Obtenido de Sistema de Información Ambiental Regional: <http://www.map-peru.com/es/descargar/1128249650317.jpg-mapas-Cusco>
- Simpson, J. (1979). *A revision of the genus Polylepis (Rosaceae: Sanguisorbeae)*. Smithsonian Institution Press.
- Suárez, G., Jiménez, M., & Flores, J. (2017). El género *Bartramia* Hedw. (Bartramiaceae, Bryophyta) en Uruguay. *Gayana. Botánica*, 74(1). doi:10.4067/S0717-66432017005000111
- Thiers, B. (1988). *Morphological adaptations of the Jungermanniales (Hepaticae) to the tropical rainforest habitat*. J Hattori Bot Lab.

- Tupayachi, A. (2005). Flora de la Cordillera del Vilcanota. *Arnaldoa: revista del Herbario HAO*, 12(1-2), 126-144. Retrieved from <https://www.biodiversitylibrary.org/part/279109>
- Universidad Tecnológica de Michigan y la Asociación Internacional de Briólogos. (2023). *Bryophyta – Bryopsida* (Vol. 1). Ecología fisiológica. Retrieved from https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?params=%2Fcontext%2Fbryo-ecol-subchapters%2Farticle%2F1007%2F&path_info=2_7Bryopsida.pdf&
- Uribe, J., & Aguirre, C. (1997). *Clave para los géneros de hepáticas de Colombia* (Vol. 19). Caldasia.
- Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). *Introducción a las briofitas*. Cambridge University Press. Obtenido de https://assets.cambridge.org/97805217/00733/frontmatter/9780521700733_frontmatter.pdf?
- Villarreal, J., Cargill, C., Hagborg, A., Söderström, L., & Renzaglia, K. S. (2010). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Journal Phytotaxa*, 9, 150–166. Obtenido de <https://www.mapress.com/phytotaxa/content/2010/f/pt00009p166.pdf>
- Vineesha, P., Sajita, M., Manju, C., & Spence, J. (2023). *Acidodontium indicum* (Bryaceae: Bryophyta)—a new species from the Western Ghats of India. *Bry. Div. Evo.*, 46(1), 56-63. Obtenido de <https://www.mapress.com/bde/article/view/bde.46.1.8/52582>
- Wallner, E., & Dolan, L. (2024). Las divisiones celulares orientadas de forma reproducible dan forma al protalo para establecer la dorsoventralidad y la formación de meristemos de novo en *Marchantia polymorpha*. *A cell press journal current biology*, 34(19), 4357-4367. doi:10.1016/j.cub.2024.07.099

- Webb, D. (7 de abril de 2026). *Bryophyta*. Obtenido de Botany Online: Hypertext Library, University of Hamburg: <https://www-archiv.fdm.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT311/CellTissOrgan/Bryophyta.htm>
- Wegner, L., & Ehlers, K. (2024). Dinámica de los plasmodesmos en organismos modelo briofitos: formación secundaria y modificaciones del desarrollo de la estructura y la función. *Revista Planta* 260, 260(45). doi:10.1007/s00425-024-04476-1
- Whitaker, K., & Budke, J. (2021). Las tasas de transpiración de los esporofitos de musgo son más altas cuando se eliminan los caliptras. *Revista Evansia*, 38(3). doi:10.1639/0747-9859-38.3.100
- Yallico, E. (1992). *Distribución de Polylepis en el sur de Puno*. University of Minnesota.
- Yoo, E., Kim, K., Koo, J., & Kang, S.-H. (2025). Análisis del microhábitat del género *Racomitrium* del este de Asia. *Korean J. Plant Res*, 36(6), 811-825. doi:10.7732/kjpr.2025.38.6.811

ANEXOS

Anexo 01. Puntos de muestreos en el bosque de Yanacocha

PUNTOS DE MUESTREO EN YANACOCCHA

UTM					LATITUD	LONGITUD	CUADRANTE	TRANSECTO
18L	819710	E	8529364	S	13° 17' 08.9261" S	72° 02' 58.3127" W	Y-T1-C1	TRANSECTO 1
18L	819714	E	8529363	S	13° 17' 08.9570" S	72° 02' 58.1795" W	Y-T1-C2	
18L	819719	E	8529363	S	13° 17' 08.9551" S	72° 02' 58.0136" W	Y-T1-C3	
18L	819714	E	8529416	S	13° 17' 07.2340" S	72° 02' 58.2004" W	Y-T2-C1	TRANSECTO 2
18L	819718	E	8529416	S	13° 17' 07.2325" S	72° 02' 58.0676" W	Y-T2-C2	
18L	819723	E	8529418	S	13° 17' 07.1655" S	72° 02' 57.9024" W	Y-T2-C3	
18L	819704	E	8529466	S	13° 17' 05.6124" S	72° 02' 58.5519" W	Y-T3-C1	TRANSECTO 3
18L	819707	E	8529468	S	13° 17' 05.5462" S	72° 02' 58.4531" W	Y-T3-C2	
18L	819711	E	8529471	S	13° 17' 05.4471" S	72° 02' 58.3216" W	Y-T3-C3	
18L	819689	E	8529514	S	13° 17' 04.0577" S	72° 02' 59.0687" W	Y-T4-C1	TRANSECTO 4
18L	819693	E	8529516	S	13° 17' 03.9911" S	72° 02' 58.9367" W	Y-T4-C2	
18L	819698	E	8529518	S	13° 17' 03.9242" S	72° 02' 58.7715" W	Y-T4-C3	
18L	819680	E	8529564	S	13° 17' 02.4357" S	72° 02' 59.3871" W	Y-T5-C1	TRANSECTO 5
18L	819686	E	8529564	S	13° 17' 02.4334" S	72° 02' 59.1879" W	Y-T5-C2	
18L	819690	E	8529565	S	13° 17' 02.3993" S	72° 02' 59.0555" W	Y-T5-C3	
18L	819675	E	8529615	S	13° 17' 00.7796" S	72° 02' 59.5731" W	Y-T6-C1	TRANSECTO 6
18L	819679	E	8529617	S	13° 17' 00.7131" S	72° 02' 59.4411" W	Y-T6-C2	
18L	819685	E	8529619	S	13° 17' 00.6457" S	72° 02' 59.2427" W	Y-T6-C3	
18L	819657	E	8529664	S	13° 16' 59.1936" S	72° 03' 00.1898" W	Y-T7-C1	TRANSECTO 7
18L	819661	E	8529667	S	13° 16' 59.0945" S	72° 03' 00.0582" W	Y-T7-C2	
18L	819665	E	8529671	S	13° 16' 58.9629" S	72° 02' 59.9270" W	Y-T7-C3	
18L	819607	E	8529702	S	13° 16' 57.9774" S	72° 03' 01.8643" W	Y-T8-C1	TRANSECTO 8
18L	819604	E	8529707	S	13° 16' 57.8161" S	72° 03' 01.9658" W	Y-T8-C2	
18L	819601	E	8529711	S	13° 16' 57.6872" S	72° 03' 02.0670" W	Y-T8-C3	
18L	819577	E	8529662	S	13° 16' 59.2894" S	72° 03' 02.8443" W	Y-T9-C1	TRANSECTO 9
18L	819571	E	8529663	S	13° 16' 59.2592" S	72° 03' 03.0438" W	Y-T9-C2	
18L	819566	E	8529664	S	13° 16' 59.2286" S	72° 03' 03.2102" W	Y-T9-C3	
18L	819566	E	8529634	S	13° 17' 00.2039" S	72° 03' 03.1984" W	Y-T10-C1	TRANSECTO 10
18L	819561	E	8529633	S	13° 17' 00.2383" S	72° 03' 03.3640" W	Y-T10-C2	
18L	819556	E	8529633	S	13° 17' 00.2402" S	72° 03' 03.5299" W	Y-T10-C3	

Nota. Elaboración propia (2015)

Anexo 02. Puntos de muestreos en el bosque de K'ellococha

PUNTOS DE MUESTREO EN K'ELLOCOCHA

UTM					LATITUD	LONGITUD	CUADRANTE	TRANSECTO
18L	819750	E	8530303	S	13° 16' 38.3841" S	72° 02' 57.3541" W	Q-T1-C1	TRANSECTO 1
18L	819754	E	8530305	S	13° 16' 38.3175" S	72° 02' 57.2221" W	Q-T1-C2	
18L	819759	E	8530307	S	13° 16' 38.2506" S	72° 02' 57.0570" W	Q-T1-C3	
18L	819753	E	8530277	S	13° 16' 39.2282" S	72° 02' 57.2443" W	Q-T2-C1	TRANSECTO 2
18L	819758	E	8530277	S	13° 16' 39.2263" S	72° 02' 57.0784" W	Q-T2-C2	
18L	819763	E	8530278	S	13° 16' 39.1918" S	72° 02' 56.9128" W	Q-T2-C3	
18L	819744	E	8530254	S	13° 16' 39.9794" S	72° 02' 57.5340" W	Q-T3-C1	TRANSECTO 3
18L	819748	E	8530251	S	13° 16' 40.0754" S	72° 02' 57.4000" W	Q-T3-C2	
18L	819753	E	8530249	S	13° 16' 40.1385" S	72° 02' 57.2333" W	Q-T3-C3	
18L	819725	E	8530236	S	13° 16' 40.5719" S	72° 02' 58.1575" W	Q-T4-C1	TRANSECTO 4
18L	819729	E	8530232	S	13° 16' 40.7004" S	72° 02' 58.0232" W	Q-T4-C2	
18L	819732	E	8530228	S	13° 16' 40.8293" S	72° 02' 57.9221" W	Q-T4-C3	
18L	819703	E	8530223	S	13° 16' 41.0030" S	72° 02' 58.8826" W	Q-T5-C1	TRANSECTO 5
18L	819705	E	8530218	S	13° 16' 41.1647" S	72° 02' 58.8143" W	Q-T5-C2	
18L	819707	E	8530214	S	13° 16' 41.2940" S	72° 02' 58.7463" W	Q-T5-C3	
18L	819678	E	8530217	S	13° 16' 41.2076" S	72° 02' 59.7100" W	Q-T6-C1	TRANSECTO 6
18L	819678	E	8530211	S	13° 16' 41.4027" S	72° 02' 59.7077" W	Q-T6-C2	
18L	819679	E	8530206	S	13° 16' 41.5649" S	72° 02' 59.6725" W	Q-T6-C3	
18L	819579	E	8530238	S	13° 16' 40.5630" S	72° 03' 03.0042" W	Q-T7-C1	TRANSECTO 7
18L	819575	E	8530237	S	13° 16' 40.5971" S	72° 03' 03.1365" W	Q-T7-C2	
18L	819569	E	8530236	S	13° 16' 40.6319" S	72° 03' 03.3353" W	Q-T7-C3	
18L	819578	E	8530264	S	13° 16' 39.7182" S	72° 03' 03.0476" W	Q-T8-C1	TRANSECTO 8
18L	819572	E	8530262	S	13° 16' 39.7855" S	72° 03' 03.2459" W	Q-T8-C2	
18L	819568	E	8530262	S	13° 16' 39.7870" S	72° 03' 03.3787" W	Q-T8-C3	
18L	819578	E	8530290	S	13° 16' 38.8729" S	72° 03' 03.0578" W	Q-T9-C1	TRANSECTO 9
18L	819573	E	8530289	S	13° 16' 38.9073" S	72° 03' 03.2233" W	Q-T9-C2	
18L	819569	E	8530288	S	13° 16' 38.9414" S	72° 03' 03.3557" W	Q-T9-C3	
18L	819583	E	8530315	S	13° 16' 38.0582" S	72° 03' 02.9017" W	Q-T10-C1	TRANSECTO 10
18L	819578	E	8530314	S	13° 16' 38.0927" S	72° 03' 03.0672" W	Q-T10-C2	
18L	819573	E	8530313	S	13° 16' 38.1271" S	72° 03' 03.2328" W	Q-T10-C3	

Nota. Elaboración propia (2015)

Anexo 03. Puntos de muestreos en los bosques de Ch'akicocha

UTM					LATITUD	LONGITUD	CUADRANTE	TRANSECTO
18L	819553	E	8530499	S	13° 16' 32.0880" S	72° 03' 03.9696" W	I-T1-C1	TRANSECTO 1
18L	819550	E	8530503	S	13° 16' 31.9591" S	72° 03' 04.0708" W	I-T1-C2	
18L	819546	E	8530507	S	13° 16' 31.8306" S	72° 03' 04.2051" W	I-T1-C3	
18L	819543	E	8530494	S	13° 16' 32.2544" S	72° 03' 04.2996" W	I-T2-C1	TRANSECTO 2
18L	819540	E	8530499	S	13° 16' 32.0930" S	72° 03' 04.4011" W	I-T2-C2	
18L	819538	E	8530503	S	13° 16' 31.9637" S	72° 03' 04.4690" W	I-T2-C3	
18L	819529	E	8530488	S	13° 16' 32.4548" S	72° 03' 04.7619" W	I-T3-C1	TRANSECTO 3
18L	819527	E	8530493	S	13° 16' 32.2930" S	72° 03' 04.8302" W	I-T3-C2	
18L	819525	E	8530499	S	13° 16' 32.0988" S	72° 03' 04.8990" W	I-T3-C3	
18L	819519	E	8530484	S	13° 16' 32.5887" S	72° 03' 05.0922" W	I-T4-C1	TRANSECTO 4
18L	819517	E	8530488	S	13° 16' 32.4594" S	72° 03' 05.1602" W	I-T4-C2	
18L	819514	E	8530492	S	13° 16' 32.3306" S	72° 03' 05.2613" W	I-T4-C3	
18L	819511	E	8530478	S	13° 16' 32.7868" S	72° 03' 05.3554" W	I-T5-C1	TRANSECTO 5
18L	819508	E	8530482	S	13° 16' 32.6580" S	72° 03' 05.4565" W	I-T5-C2	
18L	819505	E	8530485	S	13° 16' 32.5616" S	72° 03' 05.5573" W	I-T5-C3	
18L	819431	E	8530496	S	13° 16' 32.2324" S	72° 03' 08.0177" W	I-T6-C1	TRANSECTO 6
18L	819426	E	8530499	S	13° 16' 32.1368" S	72° 03' 08.1848" W	I-T6-C2	
18L	819423	E	8530501	S	13° 16' 32.0730" S	72° 03' 08.2852" W	I-T6-C3	
18L	819426	E	8530488	S	13° 16' 32.4944" S	72° 03' 08.1805" W	I-T7-C1	TRANSECTO 7
18L	819421	E	8530490	S	13° 16' 32.4313" S	72° 03' 08.3472" W	I-T7-C2	
18L	819415	E	8530491	S	13° 16' 32.4011" S	72° 03' 08.5468" W	I-T7-C3	
18L	819417	E	8530480	S	13° 16' 32.7580" S	72° 03' 08.4761" W	I-T8-C1	TRANSECTO 8
18L	819411	E	8530481	S	13° 16' 32.7278" S	72° 03' 08.6756" W	I-T8-C2	
18L	819407	E	8530482	S	13° 16' 32.6968" S	72° 03' 08.8088" W	I-T8-C3	
18L	819408	E	8530464	S	13° 16' 33.2816" S	72° 03' 08.7685" W	I-T9-C1	TRANSECTO 9
18L	819403	E	8530467	S	13° 16' 33.1860" S	72° 03' 08.9356" W	I-T9-C2	
18L	819399	E	8530469	S	13° 16' 33.1225" S	72° 03' 09.0692" W	I-T9-C3	
18L	819410	E	8530450	S	13° 16' 33.7359" S	72° 03' 08.6966" W	I-T10-C1	TRANSECTO 10
18L	819405	E	8530453	S	13° 16' 33.6403" S	72° 03' 08.8638" W	I-T10-C2	
18L	819401	E	8530455	S	13° 16' 33.5769" S	72° 03' 08.9973" W	I-T10-C3	

Nota. Elaboración propia (2015)

Anexo 04. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de Yanacocha

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T1C1	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	8.762	T1C2	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	30.242	T1C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	0.282
T1C1	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	0.548	T1C2	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	0.504	T1C3	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	14.124
T1C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	3.286	T1C2	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	0.202	T1C3	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	0.471
T1C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	5.476	T1C2	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	0.504	T1C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.471
T1C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	1.095	T1C2	<i>Galium</i> sp. L.	1.008	T1C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	0.942
T1C1	<i>Calceolaria engleriana</i>	0.329	T1C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	13.105	T1C3	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	1.883
T1C1	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	7.667	T1C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	13.105	T1C3	<i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.	0.942
T1C1	<i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.	0.767	T1C2	<i>Oxalis</i> sp. L.	1.512	T1C3	<i>Gynoxys pillahuatensis</i> Cuatrec.	9.416
T1C1	<i>Hedeoma mandoniana</i> Wedd.	2.191	T1C2	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	2.520	T1C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	6.591
T1C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	8.762	T1C2	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	17.137	T1C3	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.282
T1C1	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	4.381	T1C2	<i>Rosulabryum</i> J.R. Spence	0.504	T1C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	0.471
T1C1	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1.095	T1C2	<i>Solanum</i> sp. L.	0.504	T1C3	Rama	0.942
T1C1	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	3.067	T1C2	Suelo	6.048	T1C3	<i>Scirpus</i> sp. L.	0.094
T1C1	Roca	3.286	T1C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	10.081	T1C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	63.089
T1C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	49.288	T1C2	<i>Urtica urens</i> L.	3.024	T1C3		
	TO TAL	100		TO TAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T2C1	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	7.973	T2C2	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1.200	T2C3	<i>Berberis</i> sp. L.	1.075
T2C1	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	0.228	T2C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.120	T2C3	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	0.108
T2C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	2.733	T2C2	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	18.007	T2C3	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	3.226
T2C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	2.278	T2C2	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	0.720	T2C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	0.860
T2C1	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	2.278	T2C2	<i>Gentianella</i> sp. Moench	0.600	T2C3	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	1.075
T2C1	<i>Galium aparine</i> L.	0.228	T2C2	<i>Gentianella</i> sp. Moench	1.200	T2C3	<i>Galium aparine</i> L.	2.151
T2C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	45.558	T2C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	78.031	T2C3	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	2.151
T2C1	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.569	T2C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	1.080	T2C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	64.516
T2C1	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	5.695	T2C2	<i>Scirpus</i> sp. L.	0.360	T2C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	12.903
T2C1	Rama	11.390	T2C2	<i>Solanum</i> sp. L.	0.120	T2C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	6.452
T2C1	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	6.834	T2C2	Suelo deslizado	15.006	T2C3	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.538
T2C1	<i>Salpichroa</i> sp. Miers	5.695	T2C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	3.601	T2C3	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	1.613
T2C1	<i>Solanum</i> sp. L.	0.683	T2C2			T2C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.075
T2C1	Suelo y roca	2.847	T2C2			T2C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	7.527
T2C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	18.223	T2C2			T2C3		
	TO TAL	100		TO TAL	100		TOTAL	100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T3C1	Ramas caídas	3.509	T3C2	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	6.067	T3C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	3.727
T3C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	3.509	T3C2	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	4.044	T3C3	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	10.330
T3C1	<i>Amphidium tortuosum</i>	2.339	T3C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.506	T3C3	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	2.130
T3C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.351	T3C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	1.011	T3C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	47.923
T3C1	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	8.772	T3C2	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	2.022	T3C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	5.644
T3C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	46.784	T3C2	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	2.730	T3C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	3.195
T3C1	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	11.696	T3C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	33.064	T3C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	16.400
T3C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	2.924	T3C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	4.853	T3C3	<i>Poa sp. L.</i>	4.260
T3C1	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	5.848	T3C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	4.752	T3C3	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	6.390
T3C1	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch & H.A. Crum	6.082	T3C2	<i>Plagiochila sp.</i> (Dumort.) Dumort.	2.022	T3C3		
T3C1	Suelo	8.187	T3C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	7.078	T3C3		
T3C1			T3C2	<i>Stellaria sp. L.</i>	1.517	T3C3		
T3C1			T3C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	30.334	T3C3		
TOTAL		100.0	TOTAL		100	TOTAL		100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T4C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.842	T4C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	2.899	T4C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	3.132
T4C1	<i>Caiphora horrida</i> Urb. & Gilg	3.158	T4C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	2.899	T4C3	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	6.263
T4C1	<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	1.263	T4C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	1.449	T4C3	<i>Gynoxys pillahuatensis</i> Cuatrec.	9.395
T4C1	<i>Cyclodictyon sp.</i> Mitt.	0.526	T4C2	<i>Gamochaeta purpurea</i> (L.) Cabrera	1.932	T4C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	62.630
T4C1	<i>Gamochaeta purpurea</i> (L.) Cabrera	0.526	T4C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	48.309	T4C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	4.697
T4C1	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	35.789	T4C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.899	T4C3	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	3.445
T4C1	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	1.053	T4C2	<i>Plagiochila sp.</i> (Dumort.) Dumort.	7.729	T4C3	<i>Metzgeria sp.</i> Raddi	5.219
T4C1	<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	3.158	T4C2	<i>Poa sp. L.</i>	2.899	T4C3	Suelo	5.219
T4C1	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.105	T4C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	28.986	T4C3		
T4C1	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.579	T4C2			T4C3		
T4C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	7.895	T4C2			T4C3		
T4C1	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	5.263	T4C2			T4C3		
T4C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	36.842	T4C2			T4C3		
TOTAL		100.0	TOTAL		100	TOTAL		100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T5C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	3.819	T5C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	3.600	T5C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.035
T5C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	10.050	T5C2	<i>Calamagrostis</i> Adans.	2.812	T5C3	<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	4.555
T5C1	<i>Caiphora horrida</i> Urb. & Gilg	3.417	T5C2	<i>Cerastium sp. L.</i>	3.375	T5C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	44.513
T5C1	<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	0.503	T5C2	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	2.250	T5C3	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	6.211
T5C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	27.136	T5C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	37.120	T5C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	5.176
T5C1	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	10.050	T5C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	6.749	T5C3	<i>Metzgeria sp.</i> Raddi	2.277
T5C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.005	T5C2	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	7.874	T5C3	<i>Neckera andina</i> Mitt.	3.106
T5C1	<i>Microgramma chrysolepis</i> (Hook.) Crabbe	3.015	T5C2	<i>Metzgeria sp.</i> Raddi	6.187	T5C3	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	6.211
T5C1	<i>Pleurozium quitense</i> (Mitt.) B.H. Allen & Magill	1.307	T5C2	<i>Neckera andina</i> Mitt.	8.999	T5C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	26.915
T5C1	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	4.020	T5C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	4.162	T5C3		
T5C1	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	2.513	T5C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	16.873	T5C3		
T5C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	33.166	T5C2			T5C3		
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T6C1	<i>Amphidium tortuosum</i>	0.533	T6C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	1.037	T6C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	3.024
T6C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.066	T6C2	<i>Caiphora horrida</i> Urb. & Gilg	2.490	T6C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.008
T6C1	<i>Berberis</i> sp. L.	8.529	T6C2	<i>Calamagrostis</i> Adans.	4.668	T6C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	4.032
T6C1	<i>Calamagrostis</i> Adans.	2.452	T6C2	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt	1.556	T6C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	29.234
T6C1	<i>Calamagrostis</i> Adans.	1.066	T6C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	39.419	T6C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	23.185
T6C1	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	2.132	T6C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	5.187	T6C3	<i>Neckera andina</i> Mitt.	5.040
T6C1	<i>Gynoxys pillahuatensis</i> Cuatrec.	6.397	T6C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	3.112	T6C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	3.226
T6C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	15.991	T6C2	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	8.299	T6C3	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	5.040
T6C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	3.198	T6C2	Roca	5.187	T6C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	26.210
T6C1	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.066	T6C2	Suelo	12.448	T6C3		
T6C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	4.264	T6C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	13.485	T6C3		
T6C1	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex D.F.K. Schldl.	2.132	T6C2	<i>Urtica urens</i> L.	3.112	T6C3		
T6C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	51.173	T6C2			T6C3		
	TO TAL	100.000		TO TAL	100		TO TAL	100.000
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T7C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	2.947	T7C2	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	4.198	T7C3	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt	5.181
T7C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.982	T7C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	0.933	T7C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	46.632
T7C1	<i>Caiphora horrida</i> Urb. & Gilg	6.680	T7C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	2.799	T7C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	12.435
T7C1	<i>Calamagrostis</i> Adans.	4.912	T7C2	<i>Cerastium</i> sp. L.	3.451	T7C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	5.181
T7C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	29.470	T7C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	16.791	T7C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	2.073
T7C1	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	9.823	T7C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	1.866	T7C3	<i>Neckera andina</i> Mitt.	3.109
T7C1	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	3.438	T7C2	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	6.530	T7C3	<i>Oxalis</i> sp. L.	1.036
T7C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	7.859	T7C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	2.799	T7C3	<i>Passiflora</i> sp. L.	0.518
T7C1	Roca	6.876	T7C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.866	T7C3	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	1.036
T7C1	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch & H.A. Crum	8.350	T7C2	Roca	2.799	T7C3	Rama	10.363
T7C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	18.664	T7C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	55.970	T7C3	Suelo	5.181
T7C1			T7C2			T7C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	7.254
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T8C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	5.516	T8C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	4.039	T8C3	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	2.442
T8C1	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	4.086	T8C2	<i>Berberis</i> sp. L.	3.384	T8C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	38.861
T8C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	2.043	T8C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	1.092	T8C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	2.035
T8C1	<i>Cerastium</i> sp. L.	3.064	T8C2	<i>Gentianella</i> sp. Moench	2.402	T8C3	<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.747
T8C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	36.568	T8C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe	7.642	T8C3	<i>Poa</i> sp. L.	0.509
T8C1	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	2.043	T8C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	4.585	T8C3	Suelo deslizado	6.409
T8C1	<i>Neckera andina</i> Mitt.	2.554	T8C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.109	T8C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	46.999
T8C1	<i>Passiflora</i> sp. L.	1.021	T8C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.638	T8C3		
T8C1	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch & H.A. Crum	3.473	T8C2	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	0.109	T8C3		
T8C1	Tallos y hojas caídos	0.817	T8C2	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	6.550	T8C3		
T8C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	38.815	T8C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	68.122	T8C3		
T8C1			T8C2	Troncos y ramas caídas	0.328	T8C3		
	TO TAL	100.000		TO TAL	100.000		TO TAL	100.000

CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T9C1	<i>Cerastium</i> sp. L.	4.348	T9C2	Ramas caídas	2.137	T9C3	<i>Brauneria brachyfolia</i> (Mitt.) A. Jæger	2.214
T9C1	<i>Leptodontium viridulosoides</i> (P. Beauv.) Wik & Marsch	1.087	T9C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	1.282	T9C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	2.717
T9C1	<i>Leptodontium wallisii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	8.913	T9C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	55.556	T9C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	28.376
T9C1	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	3.261	T9C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R. S. Williams) R. H. Zander	0.000	T9C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	4.025
T9C1	<i>Mitrocladus chrysosolepis</i> (Hook.) Crabbe	1.304	T9C2	<i>Plagioclitia</i> sp. (Dumort.) Dumort.	2.564	T9C3	<i>Passiflora</i> sp. L.	1.590
T9C1	<i>Passiflora</i> sp. L.	0.543	T9C2	<i>Poa</i> sp. L.	1.068	T9C3	<i>Polytrichum racemosum</i> Ruiz & Pav.	4.126
T9C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jæger	6.522	T9C2	<i>Polytrichum racemosum</i> Ruiz & Pav.	0.107	T9C3	<i>Polytrichum montanum</i> (Spreng.) Rosenst.	5.081
T9C1	Ramas y hojas caídas	8.696	T9C2	Suelo	3.739	T9C3	Suelo	4.226
T9C1	<i>Sematophyllum articulatum</i> (Schwaegr.) W. H. Welch & H. A. Crum	13.043	T9C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.		T9C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	47.696
T9C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	35.870	T9C2			T9C3		
T9C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	16.413	T9C2			T9C3		
	TOTAL	100.000		TOTAL	66.453		TOTAL	100.000
CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADRA NÚM.	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T10C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	74.400	T10C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	72.472	T10C3	<i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R. M. King & H. Rob.	8.439
T10C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	17.900	T10C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R. S. Williams) R. H. Zander	6.206	T10C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paré	3.165
T10C1	<i>Leptodontium wallisii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	2.700	T10C2	Suelo	0.801	T10C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.055
T10C1	<i>Nectera andina</i> Mitt.	3.000	T10C2	Troncos y ramas caídas	8.308	T10C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	4.641
T10C1	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jæger	0.500	T10C2	<i>Polytrichum racemosum</i> Ruiz & Pav.	2.202	T10C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex. Paris) Broth.	4.008
T10C1	<i>Hedeoma nandoriana</i> Wedd.	0.200	T10C2	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1.001	T10C3	<i>Poa</i> sp. L.	3.165
T10C1	<i>Gynoxys pilahuatensis</i> Cuatrec.	0.500	T10C2	<i>Lepidodermis tomentosa</i> (Hook.) Mitt.	5.305	T10C3	<i>Ranunculus</i> J. R. Spence	2.110
T10C1	Tallos y hojas caídas	0.800	T10C2	<i>Gentianella</i> sp. Moench	3.704	T10C3	Suelo	7.384
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	29.430
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	23.945
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Leptodontium wallisii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	3.165
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1.582
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Soianum</i> sp. L.	2.321
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Urtica urens</i> L.	5.591
	TOTAL	100.000		TOTAL	100.000		TOTAL	100.000

Anexo 05. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de K'ellococha

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T1C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	1.09	T1C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.98	T1C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.62
T1C1	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	5.46	T1C2	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	6.61	T1C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	0.10
T1C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	4.37	T1C2	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	1.98	T1C3	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.31
T1C1	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	1.09	T1C2	<i>Calceolaria</i> sp. L.	2.65	T1C3	<i>Caiophora horrida</i> Urb. & Gilg	0.21
T1C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	8.74	T1C2	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	1.98	T1C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	36.42
T1C1	<i>Bromus</i> sp. L.	3.28	T1C2	<i>Cerastium</i> sp. L.	3.97	T1C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	2.08
T1C1	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	2.51	T1C2	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	5.29	T1C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.21
T1C1	<i>Hypochaeris echegarayi</i> Hieron.	2.19	T1C2	<i>Gynoxys</i> sp. Cass.	1.32	T1C3	<i>Plagiachila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	10.41
T1C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	4.59	T1C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	1.06	T1C3	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	0.73
T1C1	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	7.65	T1C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	0.26	T1C3	Rama	7.28
T1C1	<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	2.73	T1C2	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	0.79	T1C3	Suelo descubierto	13.53
T1C1	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	3.83	T1C2	Piperaceae	0.66	T1C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	22.89
T1C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	4.37	T1C2	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	19.84	T1C3	<i>Urtica urens</i> L.	5.20
T1C1	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	4.37	T1C2	<i>Senecio</i> sp. L.	9.26	T1C3		
T1C1	<i>Solanum</i> sp. L.	5.46	T1C2	<i>Solanum</i> sp. L.	1.32	T1C3		
T1C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	38.25	T1C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	41.01	T1C3		
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T2C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.38	T2C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.23	T2C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	14.54
T2C1	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	0.28	T2C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	1.23	T2C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.89
T2C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.19	T2C2	<i>Caiophora horrida</i> Urb. & Gilg	1.23	T2C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.89
T2C1	Asteraceae	23.54	T2C2	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	6.17	T2C3	<i>Arenaria</i> sp. L.	1.01
T2C1	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	0.28	T2C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	14.81	T2C3	Asteraceae	7.83
T2C1	<i>Cerastium</i> sp. L.	16.01	T2C2	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	0.37	T2C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	1.45
T2C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	4.71	T2C2	<i>Neckera andina</i> Mitt.	1.23	T2C3	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.89
T2C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	0.85	T2C2	<i>Oxalis</i> sp. L.	0.37	T2C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	9.62
T2C1	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.56	T2C2	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	0.49	T2C3	<i>Caiophora</i> sp. C. Presl	3.36
T2C1	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	0.47	T2C2	<i>Senecio</i> sp. L.	9.88	T2C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	3.36
T2C1	Rama	7.53	T2C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	62.96	T2C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.22
T2C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	45.20	T2C2			T2C3	<i>Neckera andina</i> Mitt.	4.47
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T3C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.62	T3C2	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	9.04	T3C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	4.79
T3C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	4.72	T3C2	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	1.00	T3C3	<i>Berberis</i> sp. L.	1.72
T3C1	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	0.82	T3C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	29.12	T3C3	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	0.96
T3C1	Helecho	1.03	T3C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	8.03	T3C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	20.11
T3C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	51.33	T3C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	9.04	T3C3	<i>Gynoxys</i> sp. Cass.	1.25
T3C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	2.05	T3C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	4.02	T3C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	30.65
T3C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	0.51	T3C2	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	2.01	T3C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	12.45
T3C1	<i>Lepyrodont tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.03	T3C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	3.61	T3C3	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	0.96
T3C1	<i>Lepyrodont tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	3.70	T3C2	Suelo descubierto	18.07	T3C3	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	1.25
T3C1	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	1.33	T3C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	11.04	T3C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	0.96
T3C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	1.03	T3C2	<i>Urtica urens</i> L.	5.02	T3C3	Suelo descubierto	8.62
T3C1	<i>Senecio</i> sp. L.	7.19	T3C2			T3C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	16.28
T3C1	Suelo descubierto	6.16	T3C2			T3C3		
T3C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	18.48	T3C2			T3C3		
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T4C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	3.98	T4C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	6.16	T4C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	28.03
T4C1	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	1.99	T4C2	<i>Azorella biloba</i> (Schldl.) Wedd.	2.05	T4C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	10.63
T4C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	5.17	T4C2	<i>Calamagrostis</i> Adans.	0.41	T4C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	3.41
T4C1	<i>Calamagrostis</i> Adans.	2.98	T4C2	<i>Hypochaeris</i> sp. L.	3.08	T4C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	2.26
T4C1	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	1.99	T4C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	15.50	T4C3	<i>Poa</i> sp. L.	0.85
T4C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	1.39	T4C2	<i>Lepyrodont tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	0.10	T4C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	5.65
T4C1	<i>Peperomia</i> sp. Ruiz & Pav.	1.49	T4C2	<i>Neckera andina</i> Mitt.	0.62	T4C3	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	7.91
T4C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	3.98	T4C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	3.29	T4C3	Tallos y hojas caídas	0.57
T4C1	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum	5.47	T4C2	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	0.51	T4C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	40.69
T4C1	Suelo descubierto	21.87	T4C2	<i>Senecio</i> sp. L.	0.51	T4C3		
T4C1	Tallos y hojas caídas	7.95	T4C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	67.76	T4C3		
T4C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	35.79	T4C2			T4C3		
T4C1	<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	5.96	T4C2			T4C3		
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T5C1	<i>Calamagrostis</i> Adans.	2.04	T5C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.40	T5C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	1.38
T5C1	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	3.58	T5C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.20	T5C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	11.34
T5C1	<i>Fuchsia apetala</i> Ruiz & Pav.	0.82	T5C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	50.10	T5C3	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	0.87
T5C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	12.77	T5C2	<i>Poa</i> sp. L.	0.10	T5C3	<i>Calamagrostis</i> Adans.	3.49
T5C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	1.02	T5C2	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	4.01	T5C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	3.31
T5C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	11.64	T5C2	Suelo descubierto	0.50	T5C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	24.59
T5C1	Suelo descubierto	1.02	T5C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	41.48	T5C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	0.87
T5C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	50.05	T5C2	Troncos y ramas caídas	0.20	T5C3	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	32.61
T5C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	15.73	T5C2			T5C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	5.23
T5C1	Troncos y ramas caídas	1.02	T5C2			T5C3	<i>Poa</i> sp. L.	0.87
T5C1	Troncos y ramas caídas	0.31	T5C2			T5C3	Roca	4.36
T5C1			T5C2			T5C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	11.07
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T6C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	34.96	T6C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	34.21	T6C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	9.80
T6C1	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	11.99	T6C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.50	T6C3	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	17.65
T6C1	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	5.39	T6C2	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	4.00	T6C3	<i>Calamagrostis</i> Adans.	3.92
T6C1	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	2.00	T6C2	<i>Gynoxys</i> sp. Cass.	0.01	T6C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	56.86
T6C1	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	15.98	T6C2	<i>Hedeoma mandoniana</i> Wedd.	0.57	T6C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	4.90
T6C1	<i>Hypochaeris</i> sp. L.	0.50	T6C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	3.30	T6C3	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	5.88
T6C1	<i>Poa</i> sp. L.	3.00	T6C2	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	0.02	T6C3	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	0.98
T6C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	5.69	T6C2	<i>Plantago</i> sp. L.	3.00	T6C3	Roca	
T6C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	19.48	T6C2	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	1.10	T6C3	<i>Urtica urens</i> L.	
T6C1	<i>Urtica urens</i> L.	1.02	T6C2	Suelo descubierto	13.00	T6C3	<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	
T6C1			T6C2	<i>Tagetes pusilla</i> Kunth	0.07	T6C3		
T6C1			T6C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	40.21	T6C3		
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T7C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	6.00	T7C2	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	14.61	T7C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	1.94
T7C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	25.00	T7C2	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	0.19	T7C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	32.04
T7C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	20.00	T7C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	4.38	T7C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	2.91
T7C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	9.00	T7C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	15.58	T7C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	23.30
T7C1	<i>Neckera andina</i> Mitt.	5.00	T7C2	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S Williams) R.H. Zander	2.92	T7C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	3.88
T7C1	<i>Polistichum montevidense</i>	8.00	T7C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	1.95	T7C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	6.80
T7C1	<i>Senecio</i> sp. L.	2.00	T7C2	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	7.79	T7C3	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	2.91
T7C1	Suelo descubierto	8.00	T7C2	Pedregoso	13.63	T7C3	Suelo descubierto	6.80
T7C1	<i>Tagetes pusilla</i> Kunth	4.00	T7C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	4.87	T7C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	19.42
T7C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	10.00	T7C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	34.08	T7C3		
T7C1	<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	3.00	T7C2			T7C3		
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T8C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	12.18	T8C2	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	5.56	T8C3	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	0.50
T8C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	35.53	T8C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	18.89	T8C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	6.65
T8C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	5.08	T8C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	3.33	T8C3	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	3.97
T8C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.52	T8C2	<i>Peperomia</i> sp. Ruiz & Pav.	3.33	T8C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	1.49
T8C1	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	8.12	T8C2	Roca	33.33	T8C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	12.91
T8C1	Suelo pedregoso	7.11	T8C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	35.56	T8C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	23.83
T8C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	30.46	T8C2			T8C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.)Wijk & Margad	10.13
T8C1			T8C2			T8C3	<i>Rhodobryum</i> sp (Schimp.) Limpr.	2.78
T8C1			T8C2			T8C3	Suelo deslizado	17.87
T8C1			T8C2			T8C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	19.86
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T9C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	5.41	T9C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	32.00	T9C3	<i>Braunia cirrhifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	2.60
T9C1	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	2.70	T9C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	20.00	T9C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	5.01
T9C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	27.03	T9C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	1.00	T9C3	<i>Caiophora horrida</i> Urb. & Gilg	1.00
T9C1	<i>Lepyrodion tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	11.71	T9C2	<i>Lepyrodion tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	6.00	T9C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	3.00
T9C1	<i>Neckera andina</i> Mitt.	16.22	T9C2	<i>Neckera andina</i> Mitt.	2.00	T9C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth	8.01
T9C1	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	6.31	T9C2	Rama Caida	5.00	T9C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	22.02
T9C1	Roca	6.31	T9C2	Suelo deslizado	22.00	T9C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	17.52
T9C1	Suelo descubierto	15.32	T9C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	12.00	T9C3	<i>Neckera ehrnbergii</i> Müll. Hal.	6.01
T9C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	9.01	T9C2			T9C3	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	7.81
T9C1			T9C2			T9C3	<i>Senecio</i> sp. L.	11.01
T9C1			T9C2			T9C3	Suelo descubierto	6.01
T9C1			T9C2			T9C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	10.01
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T10C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	4.07	T10C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	23.38	T10C3	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	2.94
T10C1	Asteraceae	5.09	T10C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	1.06	T10C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt.	5.88
T10C1	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	2.55	T10C2	<i>Cyclodictyon</i> sp. Mitt.	2.13	T10C3	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	0.49
T10C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	30.55	T10C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	8.50	T10C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	4.41
T10C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	40.73	T10C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	40.38	T10C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	7.84
T10C1	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	2.04	T10C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.49	T10C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	5.88
T10C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	6.82	T10C2	<i>Rhodobryum</i> sp. (Schimp.) Limpr.	4.25	T10C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad	17.63
T10C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	8.15	T10C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	18.81	T10C3	<i>Leptodontium wallissi</i> (Müll. Hal.) Kindb.	2.94
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Poa</i> sp. L.	0.98
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Polystichum montevidense</i> (Spreng.) Rosenst.	1.96
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	1.57
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Rhodobryum</i> sp. (Schimp.) Limpr.	7.84
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Salpichroa</i> sp. Miers	4.41
T10C1			T10C2			T10C3	Suelo descubierto	20.57
T10C1			T10C2			T10C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	14.69
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100

Anexo 06. Datos obtenidos de cobertura relativa de las especies por cuadrante, en el bosque de Ch'akicocha

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T1C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.00	T1C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.85	T1C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	10.71
T1C1	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	2.00	T1C2	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	4.75	T1C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	12.85
T1C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	26.97	T1C2	<i>Berberis</i> sp. L.	1.90	T1C3	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	1.07
T1C1	<i>Calamagrostis</i> sp. Adans.	1.00	T1C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	23.76	T1C3	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	1.28
T1C1	<i>Calceolaria</i> sp. L.	2.00	T1C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	0.95	T1C3	<i>Calceolaria</i> sp. L.	0.96
T1C1	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	9.99	T1C2	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	3.80	T1C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	4.28
T1C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	10.99	T1C2	<i>Gynoxys</i> sp.Cass.	0.86	T1C3	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	1.71
T1C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	34.97	T1C2	<i>Hypochaeris</i> sp. L.	0.29	T1C3	<i>Gentianella</i> SP. Moench	1.39
T1C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	0.60	T1C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	5.70	T1C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	48.18
T1C1	<i>Piedras</i>	7.99	T1C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	46.58	T1C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	3.85
T1C1	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	1.50	T1C2	<i>Suelo desnudo</i>	5.70	T1C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	2.14
T1C1			T1C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	2.85	T1C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	3.00
T1C1			T1C2			T1C3	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	5.35
T1C1			T1C2			T1C3	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	2.14
T1C1			T1C2			T1C3	<i>Stellaria</i> sp. L.	1.07
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T2C1	Asteraceae	0.99	T2C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	5.12	T2C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.67
T2C1	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	0.50	T2C2	Ashiasne p	6.15	T2C3	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	0.19
T2C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	19.82	T2C2	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	3.07	T2C3	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	0.29
T2C1	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	2.97	T2C2	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd.	4.10	T2C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	57.80
T2C1	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	1.29	T2C2	<i>Bromus</i> sp. L.	0.82	T2C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	0.77
T2C1	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	4.96	T2C2	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	2.05	T2C3	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	2.22
T2C1	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	0.99	T2C2	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	8.20	T2C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	36.61
T2C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	44.60	T2C2	<i>Gynoxys</i> sp.Cass.	19.47	T2C3	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	0.29
T2C1	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	0.59	T2C2	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	1.02	T2C3	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	0.96
T2C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	9.91	T2C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	13.32	T2C3	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	0.19
T2C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	0.50	T2C2	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	4.10	T2C3		
T2C1	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	6.94	T2C2	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	26.13	T2C3		
T2C1	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	3.96	T2C2	<i>Semiopteryx swartzii</i> (Schwagr.) W.H. Welch & H.A. G.	6.15	T2C3		
T2C1	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	1.98	T2C2	<i>Stellaria</i> sp. L.	0.31	T2C3		
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T3C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	1.93	T3C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	3.11	T3C3	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	3.05
T3C1	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	0.29	T3C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	0.31	T3C3	<i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod.	2.03
T3C1	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	4.84	T3C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	37.27	T3C3	<i>Azorella biloba</i> (Schldl.) Wedd.	1.02
T3C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	45.45	T3C2	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	4.14	T3C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	8.63
T3C1	<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	0.97	T3C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	2.07	T3C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	1.02
T3C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	10.64	T3C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	46.58	T3C3	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	3.05
T3C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	33.85	T3C2	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	1.04	T3C3	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger	6.60
T3C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	0.58	T3C2	<i>Senecio</i> sp. L.	5.18	T3C3	<i>Gentianella</i> SP. Moench	3.05
T3C1	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	1.45	T3C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	0.31	T3C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	40.61
T3C1			T3C2			T3C3	<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	5.08
T3C1			T3C2			T3C3	<i>Perezia</i> sp. Lag.	1.52
T3C1			T3C2			T3C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	7.11
T3C1			T3C2			T3C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	3.05
T3C1			T3C2			T3C3	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	5.08
T3C1			T3C2			T3C3	Suelo desnudo	9.14
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T4C1	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	0.55	T4C2	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	3.28	T4C3	<i>Azorella biloba</i> (Schldl.) Wedd.	0.60
T4C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	29.44	T4C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	17.49	T4C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	1.20
T4C1	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	1.09	T4C2	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	0.98	T4C3	<i>Bomarea</i> sp. Mirb.	1.20
T4C1	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	0.22	T4C2	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	4.37	T4C3	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	1.56
T4C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	1.64	T4C2	<i>Gynoxys</i> sp.Cass.	8.20	T4C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	24.04
T4C1	Paja	49.07	T4C2	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	2.19	T4C3	<i>Gentianella</i> SP. Moench	1.56
T4C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	8.72	T4C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	51.91	T4C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	1.20
T4C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.18	T4C2	<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	1.09	T4C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	45.67
T4C1	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	5.45	T4C2	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	0.33	T4C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	7.21
T4C1	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	1.64	T4C2	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	4.37	T4C3	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	3.61
T4C1			T4C2	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	5.46	T4C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	3.37
T4C1			T4C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	0.33	T4C3	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	6.01
T4C1			T4C2			T4C3	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	2.76
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T5C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	0.85	T5C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	6.06	T5C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	47.18
T5C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	5.51	T5C2	<i>Azorella biloba</i> (Schldl.) Wedd.	2.02	T5C3	<i>Calamagrostis</i> sp. Adans.	0.79
T5C1	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	5.30	T5C2	<i>Calamagrostis</i> sp. Adans.	0.40	T5C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	18.96
T5C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	12.71	T5C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	15.25	T5C3	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	5.69
T5C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	1.48	T5C2	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	0.10	T5C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	27.38
T5C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	7.42	T5C2	<i>Neckera andina</i> Mitt.	0.61	T5C3		
T5C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	8.47	T5C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	3.23	T5C3		
T5C1	Tallos y hojas caidos	23.31	T5C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	72.32	T5C3		
T5C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	34.96	T5C2			T5C3		
	TO TAL	100		TO TAL	100		TO TAL	100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T6C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	2.11	T6C2	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.45	T6C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	9.80
T6C1	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	18.95	T6C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	18.40	T6C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	17.65
T6C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	28.42	T6C2	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	3.07	T6C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	3.92
T6C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	34.74	T6C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	26.99	T6C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	56.86
T6C1	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	5.26	T6C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	1.23	T6C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	4.90
T6C1	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	7.37	T6C2	<i>Metzgeria</i> sp. Raddi	18.40	T6C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	5.88
T6C1	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	3.16	T6C2	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	4.91	T6C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	0.98
T6C1			T6C2	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	2.45	T6C3		
T6C1			T6C2	<i>Ribes brachybotrys</i> (Wedd.) Jancz.	7.36	T6C3		
T6C1			T6C2	<i>Salpichroa hirsuta</i> (Meyen) Miers	4.91	T6C3		
T6C1			T6C2	suelo desnudo	2.45	T6C3		
T6C1			T6C2	<i>Werneria</i> sp. Kunth	7.36	T6C3		
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T7C1	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	2.00	T7C2	<i>Anacolia setifolia</i> (Hook. & Arn.) Paris	1.00	T7C3	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	15.13
T7C1	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	5.00	T7C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	6.97	T7C3	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	5.04
T7C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	31.00	T7C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	77.61	T7C3	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	0.84
T7C1	<i>Hypnum amabile</i> (Mitt) Hampe.	1.00	T7C2	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	4.98	T7C3	<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P.Beauv.) Wijk & Margad	30.25
T7C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	49.00	T7C2	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	6.97	T7C3	<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	1.68
T7C1	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	12.00	T7C2	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	1.99	T7C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	3.36
T7C1			T7C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	0.50	T7C3	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	10.08
T7C1			T7C2			T7C3	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	15.13
T7C1			T7C2			T7C3	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	5.04
T7C1			T7C2			T7C3	suelo desnudo	13.45
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T8C1	<i>Acidodontium longifolium</i> (Schimp. ex Paris) Broth.	2.44	T8C2	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	21.36	T8C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	7.47
T8C1	<i>Bartramia angustifolia</i> Mitt	1.52	T8C2	<i>Chorisodontium mittenii</i> (Müll. Hal.) Broth.	11.65	T8C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	37.36
T8C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	51.78	T8C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	20.39	T8C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S. Williams) R.H. Zander	4.48
T8C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	23.35	T8C2	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	22.33	T8C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	11.33
T8C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	12.69	T8C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	14.56	T8C3	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	1.68
T8C1	rams caídas y troncos	0.10	T8C2	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	1.94	T8C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	0.31
T8C1	<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	8.12	T8C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	7.77	T8C3	<i>Jarava ichu</i>	37.36
T8C1			T8C2			T8C3		
T8C1			T8C2			T8C3		
TOTAL		100	TOTAL		100	TOTAL		100

CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T9C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	31.31	T9C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	47.37	T9C3	<i>Berberis</i> sp. L.	4.04
T9C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	44.44	T9C2	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	20.00	T9C3	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	37.34
T9C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	24.24	T9C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	15.79	T9C3	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	46.62
T9C1			T9C2	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	0.00	T9C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	2.02
T9C1			T9C2	<i>Rhodobryum</i> sp. (Shimp) Limpr	4.21	T9C3	<i>Polytrichadelphus magellanicus</i> (Hedw.) Mitt.	2.42
T9C1			T9C2	<i>Senecio</i> sp. L.	0.00	T9C3	suelo desnudo	7.06
T9C1			T9C2	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	12.63	T9C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	0.50
T9C1			T9C2			T9C3		
T9C1			T9C2			T9C3		
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100
CUADRA NTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %	CUADR ANTE	ESPECIE	COBERTURA RELATIVA %
T10C1	<i>Bartamia angustifolia</i> Mitt	1.62	T10C2	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	18.69	T10C3	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	10.10
T10C1	<i>Breutelia nigrescens</i> Herzog	8.66	T10C2	<i>Breutelia trianae</i> (Hampe) A. Jaeger	4.67	T10C3	<i>Leptodontium tricolor</i> (R.S. Williams) R.H. Zander	56.77
T10C1	<i>Campylopus aerodictyum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	2.60	T10C2	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	35.51	T10C3	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	18.38
T10C1	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	36.80	T10C2	<i>Leptodontium wallissii</i> (Müll. Hal.) Kindb	27.10	T10C3	<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	2.42
T10C1	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	13.53	T10C2	<i>Plagiochila</i> sp. (Dumort.) Dumort.	14.02	T10C3	<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	2.73
T10C1	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	10.82	T10C2			T10C3	suelo deslizado	8.08
T10C1	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	25.97	T10C2			T10C3	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt	1.52
T10C1			T10C2			T10C3		
T10C1			T10C2			T10C3		
	TOTAL	100		TOTAL	100		TOTAL	100

Anexo 07. Datos obtenidos de biomasa de Musgos en los bosques de. Yanacocha.

K'ellococha y Ch'akicocha

BOSQUE CUADRANTE	YANACocha	QUELLOCocha	CHAKICOCHA
C1-1-T1	0.0528	0.1164	0.0661
C1-1-T2	0.0746	0.1009	0.0825
C1-1-T3	0.0657	0.0993	0.0898
C1-1-T4	0.0825	0.0553	0.1164
C1-1-T5	0.0712	0.1018	0.084
C1-1-T6	0.0487	0.0484	0.0793
C1-1-T7	0.055	0.1297	0.093
C1-1-T8	0.0487	0.0661	0.1132
C1-1-T9	0.0642	0.0521	0.067
C1-1-T10	0.0542	0.0585	0.0761
C1-2-T1	0.0699	0.0572	0.0693
C1-2-T2	0.0617	0.1284	0.1154
C1-2-T3	0.1164	0.1075	0.0901
C1-2-T4	0.0715	0.0636	0.2843
C1-2-T5	0.0534	0.0876	0.0425
C1-2-T6	0.0434	0.0636	0.063
C1-2-T7	0.0452	0.1135	0.045
C1-2-T8	0.0345	0.0645	0.2811
C1-2-T9	0.0895	0.0844	0.0356
C1-2-T10	0.0646	0.0908	0.051
C1-3-T1	0.0674	0.1097	0.026
C1-3-T2	0.0629	0.0898	0.042
C1-3-T3	0.0961	0.1183	0.034
C1-3-T4	0.0632	0.0617	0.3735
C1-3-T5	0.0449	0.0749	0.0292
C1-3-T6	0.061	0.087	0.0388
C1-3-T7	0.031	0.0797	0.0372
C1-3-T8	0.0531	0.0383	0.2703
C1-3-T9	0.0534	0.0717	0.0224
C1-3-T10	0.069	0.0781	0.039
C1-4-T1	0.0854	0.1236	0.1347
C1-4-T2	0.1034	0.0857	0.096
C1-4-T3	0.1205	0.1104	0.1218
C1-4-T4	0.0746	0.0983	0.1508
C1-4-T5	0.0629	0.0731	0.1179
C1-4-T6	0.0316	0.0623	0.0928
C1-4-T7	0.061	0.1028	0.089
C1-4-T8	0.0484	0.0433	0.2476

C1-4-T9	0.0364	0.0699	0.1211
C1-4-T10	0.0756	0.0763	0.0696
C2-1-T1	0.0576	0.0898	0.189
C2-1-T2	0.0613	0.0693	0.0657
C2-1-T3	0.11	0.0689	0.1078
C2-1-T4	0.0686	0.0544	0.24
C2-1-T5	0.0389	0.0572	0.1122
C2-1-T6	0.0471	0.0715	0.023
C2-1-T7	0.0768	0.068	0.052
C2-1-T8	0.0718	0.0563	0.132
C2-1-T9	0.0522	0.054	0.0854
C2-1-T10	0.0958	0.0604	0.0198
C2-2-T1	0.057	0.1249	0.156
C2-2-T2	0.0816	0.0632	0.1056
C2-2-T3	0.097	0.081	0.1051
C2-2-T4	0.0462	0.0534	0.0952
C2-2-T5	0.061	0.0712	0.132
C2-2-T6	0.0493	0.0534	0.069
C2-2-T7	0.0496	0.0588	0.054
C2-2-T8	0.0838	0.0683	0.062
C2-2-T9	0.0522	0.068	0.1352
C2-2-T10	0.0743	0.0744	0.0658
C2-3-T1	0.0636	0.1015	0.103
C2-3-T2	0.0857	0.0759	0.1018
C2-3-T3	0.0974	0.0768	0.0823
C2-3-T4	0.0354	0.0544	0.0477
C2-3-T5	0.0364	0.0686	0.096
C2-3-T6	0.0527	0.0534	0.034
C2-3-T7	0.0313	0.0626	0.0855
C2-3-T8	0.0791	0.0708	0.0335
C2-3-T9	0.0474	0.0654	0.0992
C2-3-T10	0.0851	0.0718	0.0308
C2-4-T1	0.0813	0.1123	0.1489
C2-4-T2	0.0784	0.0759	0.0908
C2-4-T3	0.0604	0.0436	0.1401
C2-4-T4	0.0291	0.0585	0.1433
C2-4-T5	0.0332	0.0708	0.056
C2-4-T6	0.0421	0.0629	0.031
C2-4-T7	0.0411	0.0519	0.051
C2-4-T8	0.0452	0.05	0.032
C2-4-T9	0.0354	0.0676	0.0592
C2-4-T10	0.0474	0.074	0.0278
C3-1-T1	0.0636	0.0787	0.1657
C3-1-T2	0.1236	0.0686	0.2141

C3-1-T3	0.0364	0.063	0.1875
C3-1-T4	0.0285	0.0699	0.0689
C3-1-T5	0.056	0.0613	0.0995
C3-1-T6	0.0623	0.068	0.0773
C3-1-T7	0.0746	0.0536	0.0843
C3-1-T8	0.0705	0.0667	0.0721
C3-1-T9	0.0492	0.0731	0.0963
C3-1-T10	0.0436	0.0942	0.2027
C3-2-T1	0.0478	0.0857	0.0509
C3-2-T2	0.0712	0.0576	0.0816
C3-2-T3	0.0348	0.0664	0.1606
C3-2-T4	0.0648	0.0351	0.0241
C3-2-T5	0.0658	0.0857	0.0449
C3-2-T6	0.0465	0.0547	0.0448
C3-2-T7	0.049	0.0705	0.0574
C3-2-T8	0.0844	0.0319	0.0273
C3-2-T9	0.0753	0.0383	0.0417
C3-2-T10	0.0617	0.123	0.0781
C3-3-T1	0.043	0.0879	0.1357
C3-3-T2	0.1189	0.0648	0.1195
C3-3-T3	0.0367	0.0923	0.1252
C3-3-T4	0.0493	0.0686	0.0689
C3-3-T5	0.0543	0.0632	0.0691
C3-3-T6	0.0326	0.0329	0.0587
C3-3-T7	0.0335	0.091	0.072
C3-3-T8	0.0572	0.0654	0.0721
C3-3-T9	0.0591	0.0718	0.0659
C3-3-T10	0.0376	0.0866	0.0923
C3-4-T1	0.037	0.0917	0.1037
C3-4-T2	0.0753	0.068	0.0968
C3-4-T3	0.0373	0.0645	0.1496
C3-4-T4	0.035	0.08	0.0569
C3-4-T5	0.0525	0.0623	0.0383
C3-4-T6	0.0414	0.061	0.073
C3-4-T7	0.0417	0.0488	0.087
C3-4-T8	0.0813	0.0768	0.0701
C3-4-T9	0.0876	0.052	0.0351
C3-4-T10	0.0367	0.0987	0.0715
PROMEDIO	0.061	0.074	0.093
SD	0.002	0.002	0.006

Anexo 09. Datos obtenidos de Contenido hidrico relativo de Musgos en los bosques de.
Yanacocha. K'ellococha y Ch'akicocha a 0 m, 5m y 10 m de distancia por transecto

DISTANCIA	CUADRANTE	BOSQUE		
		YANACOCOA	QUELLOCOCHA	CHAKICOCHA
0 METROS	C1-1-T1	84.742	86.091	79.749
	C1-1-T2	70.815	73.919	69.309
	C1-1-T3	98.246	68.648	76.070
	C1-1-T4	84.368	99.462	95.591
	C1-1-T5	78.475	96.007	85.188
	C1-1-T6	69.215	76.826	82.465
	C1-1-T7	43.722	60.077	67.015
	C1-1-T8	85.109	68.986	81.286
	C1-1-T9	92.916	99.462	91.444
	C1-1-T10	92.842	99.462	92.713
	C1-2-T1	78.552	52.766	2.369
	C1-2-T2	90.056	106.342	162.295
	C1-2-T3	71.764	98.218	8.784
	C1-2-T4	98.865	80.437	94.174
	C1-2-T5	90.888	98.353	71.847
	C1-2-T6	84.949	96.575	82.542
	C1-2-T7	86.481	68.318	44.524
	C1-2-T8	81.495	102.229	98.377
	C1-2-T9	59.541	98.353	77.064
	C1-2-T10	92.492	98.353	84.453
	C1-3-T1	83.635	92.511	56.128
	C1-3-T2	99.183	77.761	43.565
	C1-3-T3	79.863	61.693	34.818
	C1-3-T4	81.369	80.353	93.544
	C1-3-T5	94.286	92.976	64.228
	C1-3-T6	84.964	79.704	61.099
	C1-3-T7	81.476	42.677	35.329
	C1-3-T8	83.383	51.830	86.529
	C1-3-T9	67.535	92.976	70.270
	C1-3-T10	72.630	92.976	74.381
	C1-4-T1	56.797	97.117	93.135
	C1-4-T2	50.033	76.919	63.051
	C1-4-T3	94.122	79.023	68.289
	C1-4-T4	83.453	32.426	83.400
	C1-4-T5	87.775	71.022	76.872
	C1-4-T6	91.245	49.305	53.976
	C1-4-T7	56.105	15.698	64.128
	C1-4-T8	70.686	75.758	91.040
	C1-4-T9	62.973	71.022	76.872

	C1-4-T10	47.160	71.022	62.088
05 METROS	C2-1-T1	83.804	76.404	46.110
	C2-1-T2	90.517	94.826	16.744
	C2-1-T3	94.144	64.532	6.504
	C2-1-T4	74.743	98.699	81.525
	C2-1-T5	97.365	92.301	86.729
	C2-1-T6	81.522	71.503	44.571
	C2-1-T7	83.456	81.653	63.795
	C2-1-T8	93.838	65.611	75.693
	C2-1-T9	95.736	92.301	89.079
	C2-1-T10	91.517	92.301	69.968
	C2-2-T1	93.865	86.826	88.162
	C2-2-T2	60.306	82.668	79.326
	C2-2-T3	94.348	85.503	76.761
	C2-2-T4	85.430	48.257	51.970
	C2-2-T5	79.643	91.954	91.603
	C2-2-T6	90.842	94.359	88.819
	C2-2-T7	90.227	74.427	74.906
	C2-2-T8	86.029	91.589	88.636
	C2-2-T9	93.588	91.954	91.603
	C2-2-T10	38.291	91.954	87.629
	C2-3-T1	70.877	98.086	94.454
	C2-3-T2	85.533	82.902	12.966
	C2-3-T3	99.566	54.218	55.924
	C2-3-T4	79.012	75.876	60.018
	C2-3-T5	94.075	92.434	91.960
	C2-3-T6	81.220	84.427	74.974
	C2-3-T7	80.779	96.664	88.175
	C2-3-T8	83.830	93.890	84.806
	C2-3-T9	87.742	92.434	91.960
	C2-3-T10	84.298	92.434	78.152
	C2-4-T1	79.734	72.404	5.801
	C2-4-T2	86.517	99.661	32.051
	C2-4-T3	95.320	95.620	66.977
	C2-4-T4	76.505	92.239	20.408
	C2-4-T5	87.581	50.308	52.541
	C2-4-T6	71.284	70.327	49.241
	C2-4-T7	84.625	93.997	89.373
	C2-4-T8	69.411	47.407	47.782
	C2-4-T9	76.411	50.308	52.541
	C2-4-T10	73.633	50.308	38.072
	C3-1-T1	49.414	99.430	19.759
	C3-1-T10	87.531	74.982	30.913
	C3-1-T2	84.733	97.445	182.426

10 METROS	C3-1-T3	93.588	89.038	83.756
	C3-1-T4	68.243	60.788	76.466
	C3-1-T5	97.672	83.822	77.530
	C3-1-T6	94.055	66.927	66.566
	C3-1-T7	62.234	87.885	89.082
	C3-1-T8	97.893	60.845	76.466
	C3-1-T9	69.078	61.190	77.530
	C3-2-T1	57.793	93.589	6.983
	C3-2-T10	98.670	87.861	16.750
	C3-2-T2	78.791	99.196	9.264
	C3-2-T3	93.535	88.645	16.750
	C3-2-T4	54.072	77.985	49.392
	C3-2-T5	83.900	70.456	52.429
	C3-2-T6	50.120	50.573	56.584
	C3-2-T7	89.410	74.323	76.214
	C3-2-T8	62.500	77.985	49.392
	C3-2-T9	50.745	77.985	52.429
	C3-3-T1	62.402	98.616	12.368
	C3-3-T10	96.657	94.874	4.585
	C3-3-T2	96.390	97.987	11.905
	C3-3-T3	92.328	93.907	10.243
	C3-3-T4	84.937	50.741	69.167
	C3-3-T5	99.575	55.613	39.344
	C3-3-T6	81.570	98.088	67.289
	C3-3-T7	48.116	41.146	61.768
	C3-3-T8	89.846	50.741	69.167
	C3-3-T9	90.046	50.741	39.344
	C3-4-T1	54.629	90.476	8.767
	C3-4-T10	71.554	84.756	32.998
	C3-4-T2	65.719	93.009	10.243
	C3-4-T3	93.208	98.218	45.230
	C3-4-T4	94.571	71.025	61.503
	C3-4-T5	94.796	65.620	58.218
	C3-4-T6	91.878	75.221	48.050
	C3-4-T7	68.269	89.281	72.296
	C3-4-T8	90.170	82.711	56.471
	C3-4-T9	89.155	89.281	58.218
PROMEDIO		80.760	79.519	62.435
SD		1.320	1.635	2.755

Anexo 10. Datos obtenidos de Deficit de Saturación Hidrica de Musgos en los bosques de.
Yanacocha. K'ellococha y Ch'akicocha a 0 m, 5m y 10 m de distancia por transecto

DISTANCIA	CUADRANTE	BOSQUE		
		YANACOCOA	QUELLOCOCHA	CHAKICOCHA
0 METROS	C1-1-T1	15.258	13.909	20.251
	C1-1-T2	29.185	26.081	30.691
	C1-1-T3	1.754	31.352	23.930
	C1-1-T4	15.632	0.538	4.409
	C1-1-T5	21.525	3.993	14.812
	C1-1-T6	30.785	23.174	17.535
	C1-1-T7	56.278	39.923	32.985
	C1-1-T8	14.891	31.014	18.714
	C1-1-T9	7.084	0.538	8.556
	C1-1-T10	7.158	0.538	7.287
	C1-2-T1	21.448	47.234	97.631
	C1-2-T2	9.944	6.342	62.295
	C1-2-T3	28.236	1.782	91.216
	C1-2-T4	1.135	19.563	5.826
	C1-2-T5	9.112	1.647	28.153
	C1-2-T6	15.051	3.425	17.458
	C1-2-T7	13.519	31.682	55.476
	C1-2-T8	18.505	-2.229	1.623
	C1-2-T9	40.459	1.647	22.936
	C1-2-T10	7.508	1.647	15.547
	C1-3-T1	16.365	7.489	43.872
	C1-3-T2	0.817	22.239	56.435
	C1-3-T3	20.137	38.307	65.182
	C1-3-T4	18.631	19.647	6.456
	C1-3-T5	5.714	7.024	35.772
	C1-3-T6	15.036	20.296	38.901
	C1-3-T7	18.524	57.323	64.671
	C1-3-T8	16.617	48.170	13.471
	C1-3-T9	32.465	7.024	29.730
	C1-3-T10	27.370	7.024	25.619
	C1-4-T1	43.203	2.883	6.865
	C1-4-T2	49.967	23.081	36.949
	C1-4-T3	5.878	20.977	31.711
	C1-4-T4	16.547	67.574	16.600
	C1-4-T5	12.225	28.978	23.128
	C1-4-T6	8.755	50.695	46.024
	C1-4-T7	43.895	84.302	35.872
	C1-4-T8	29.314	24.242	8.960
	C1-4-T9	37.027	28.978	23.128

	C1-4-T10	52.840	28.978	37.912
05 METROS	C2-1-T1	16.196	23.596	53.890
	C2-1-T2	9.483	5.174	83.256
	C2-1-T3	5.856	35.468	93.496
	C2-1-T4	25.257	1.301	18.475
	C2-1-T5	2.635	7.699	13.271
	C2-1-T6	18.478	28.497	55.429
	C2-1-T7	16.544	18.347	36.205
	C2-1-T8	6.162	34.389	24.307
	C2-1-T9	4.264	7.699	10.921
	C2-1-T10	8.483	7.699	30.032
	C2-2-T1	6.135	13.174	11.838
	C2-2-T2	39.694	17.332	20.674
	C2-2-T3	5.652	14.497	23.239
	C2-2-T4	14.570	51.743	48.030
	C2-2-T5	20.357	8.046	8.397
	C2-2-T6	9.158	5.641	11.181
	C2-2-T7	9.773	25.573	25.094
	C2-2-T8	13.971	8.411	11.364
	C2-2-T9	6.412	8.046	8.397
	C2-2-T10	61.709	8.046	12.371
	C2-3-T1	29.123	1.914	5.546
	C2-3-T2	14.467	17.098	87.034
	C2-3-T3	0.434	45.782	44.076
	C2-3-T4	20.988	24.124	39.982
	C2-3-T5	5.925	7.566	8.040
	C2-3-T6	18.780	15.573	25.026
	C2-3-T7	19.221	3.336	11.825
	C2-3-T8	16.170	6.110	15.194
	C2-3-T9	12.258	7.566	8.040
	C2-3-T10	15.702	7.566	21.848
	C2-4-T1	20.266	27.596	94.199
	C2-4-T2	13.483	0.339	67.949
	C2-4-T3	4.680	4.380	33.023
	C2-4-T4	23.495	7.761	79.592
	C2-4-T5	12.419	49.692	47.459
	C2-4-T6	28.716	29.673	50.759
	C2-4-T7	15.375	6.003	10.627
	C2-4-T8	30.589	52.593	52.218
	C2-4-T9	23.589	49.692	47.459
	C2-4-T10	26.367	49.692	61.928
	C3-1-T1	50.586	0.570	80.241
	C3-1-T10	12.469	25.018	69.087
	C3-1-T2	15.267	2.555	-82.426

10 METROS	C3-1-T3	6.412	10.962	16.244	
	C3-1-T4	31.757	39.212	23.534	
	C3-1-T5	2.328	16.178	22.470	
	C3-1-T6	5.945	33.073	33.434	
	C3-1-T7	37.766	12.115	10.918	
	C3-1-T8	2.107	39.155	23.534	
	C3-1-T9	30.922	38.810	22.470	
	C3-2-T1	42.207	6.411	93.017	
	C3-2-T10	1.330	12.139	83.250	
	C3-2-T2	21.209	0.804	90.736	
	C3-2-T3	6.465	11.355	83.250	
	C3-2-T4	45.928	22.015	50.608	
	C3-2-T5	16.100	29.544	47.571	
	C3-2-T6	49.880	49.427	43.416	
	C3-2-T7	10.590	25.677	23.786	
	C3-2-T8	37.500	22.015	50.608	
	C3-2-T9	49.255	22.015	47.571	
	C3-3-T1	37.598	1.384	87.632	
	C3-3-T10	3.343	5.126	95.415	
	C3-3-T2	3.610	2.013	88.095	
	C3-3-T3	7.672	6.093	89.757	
	C3-3-T4	15.063	49.259	30.833	
	C3-3-T5	0.425	44.387	60.656	
	C3-3-T6	18.430	1.912	32.711	
	C3-3-T7	51.884	58.854	38.232	
	C3-3-T8	10.154	49.259	30.833	
	C3-3-T9	9.954	49.259	60.656	
	C3-4-T1	45.371	9.524	91.233	
	C3-4-T10	28.446	15.244	67.002	
	C3-4-T2	34.281	6.991	89.757	
	C3-4-T3	6.792	1.782	54.770	
	C3-4-T4	5.429	28.975	38.497	
	C3-4-T5	5.204	34.380	41.782	
	C3-4-T6	8.122	24.779	51.950	
	C3-4-T7	31.731	10.719	27.704	
	C3-4-T8	9.830	17.289	43.529	
	C3-4-T9	10.845	10.719	41.782	
PROMEDIO		19.240	20.481	37.565	
SD		1.320	1.635	2.755	

Panel de evidencias fotográficas

- **Anexo 11.** Laguna de Yanacocha ubicado a 3950 msnm en las coordenadas S 13°17'10.31''W 72° 02'59.30''



Nota. Imagen propia

- **Anexo 12.** Laguna de K'ellococha ubicado a 4161 msnm en las coordenadas S 13°16'40.90'' W 72°03'00.30''.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 13.** Bosque de Ch'akicocha ubicado a 4308m msnm en las coordenadas S 13°16'03.39" W 72°02'59.30"



Nota. Imagen propia

- **Anexo 14.** Instalación de cuadrantes para la toma de datos.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 15.** Transectos, con un cuadrante de 1m x 1m, para la toma de muestras y datos.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 16.** Campamento en la zona de estudio en el **A.** Bosque de Yanacocha, **B.** K'ellococha.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 17.** Revisión bibliográfica en el herbario Nacional de Bolivia de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) La Paz.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 18.** Determinación de muestras con la Bióloga del herbario Nacional de Bolivia de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)- Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia.



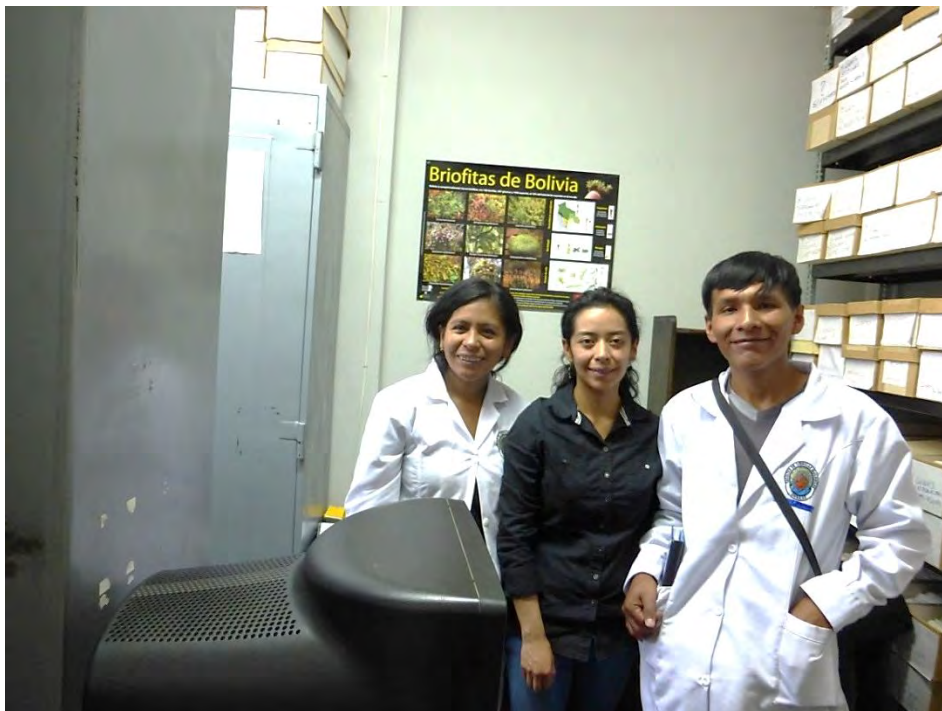
Nota. Imagen propia

- **Anexo 19.** Revisión bibliográfica en el herbario Nacional de Bolivia de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) La Paz, Bolivia.



Nota. Imagen propia

- **Anexo 20.** Blga. Claudia Aldana Briologa de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) - Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia.



Nota. Imagen propia