

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA



Helechos Terrestres (Pteridophytas) de la Estación Biológica Tahuamanu

Perfil de Tesis de Grado para optar al título de:
Licenciado en Biología

Presentado por: Univ. Wiston Faruth Valdivia Medina

Asesores: Lic. Juan Pablo Sandoval Lafuente

Lic. Alexander Vaca Dibibay

Cobija-Pando-Bolivia

2021

HOJA DE APROBACIÓN

.....
Lic. Dean Kenji Vaca Roca
TRIBUNAL

.....
Lic. Severo Meo Chupinagua
TRIBUNAL

.....
Lic. Audevan Nascimento Ferreira
TRIBUNAL

.....
Lic. Juan Pablo Sandoval Lafuente
ASESOR

.....
Lic. Alexander Vaca Dibibay
ASESOR

Cobija-Pando-Bolivia

2021

INDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| III. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| IV. OBJETIVOS | 5 |
| 4.1 General | 5 |
| 4.2 Específicos | 5 |
| V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 6 |
| 5.1 Morfología de las Pteridofitas | 6 |
| 5.2 Partes de un helecho..... | 6 |
| 5.2.1 Tallo | 7 |
| 5.2.2 Escamas..... | 8 |
| 5.2.3 Frondas | 9 |
| 5.2.4 Venación..... | 10 |
| 5.2.5 Soros..... | 10 |
| 5.3 Clasificación taxonómica de las Pteridofitas..... | 11 |
| 5.4 Ciclo de vida de un Helecho | 13 |
| 5.5 Hábitat y Distribución | 13 |
| 5.6 Amenazas | 15 |
| 5.7 Utilidad..... | 15 |
| 5.8 Propiedades medicinales | 15 |
| 5.9 Usos en la Construcción..... | 16 |
| 5.10 Usos Industriales | 16 |
| 5.11 Diversidad y abundancia | 16 |
| 5.12 Métodos de medición de diversidad biológica | 17 |
| VI. MATERIALES Y MÉTODOS | 19 |
| 6.1 Área de estudio..... | 19 |
| 6.1.1 Descripción del área de estudio..... | 20 |
| 6.2 Materiales | 21 |
| 6.2.1 Materiales de campo..... | 21 |
| 6.2.2 Materiales de laboratorio..... | 22 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.2.3 | Materiales de gabinete..... | 22 |
| 6.3 | Métodos..... | 23 |
| 6.3.1 | Tipo de investigación | 23 |
| 6.3.2 | Trabajo de campo | 23 |
| 6.3.3 | Tipo de muestreo de vegetación..... | 23 |
| 6.3.4 | Recolecta de muestras | 24 |
| 6.3.5 | Trabajo de laboratorio | 25 |
| 6.3.6 | Trabajo de gabinete | 25 |
| 6.3.7 | Diseño de la Investigación | 25 |
| 6.3.8 | Modelo estadístico..... | 25 |
| VII. | CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | 27 |
| VIII. | PRESUPUESTO | 28 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA..... | 29 |
| X. | ANEXOS..... | 34 |
| 10.1 | Anexo 1. Modelo del formato de la tabla base de las colecciones de plantas de Helechos (Planilla de registro)..... | 34 |
| 10.2 | Anexo 2. Formato de etiqueta para la colección de Herbario de Referencia Amazónica | 36 |
| XI. | NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN AUSPICIADORA O FINANCIADORA | 37 |
| XII. | LUGAR Y FECHA DE PRESENTACIÓN DEL PERFIL DE TESIS DE GRADO | 37 |
| XIII. | NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL POSTULANTE Y DE LOS ASESORES..... | 37 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 1: Partes de un helecho..... | 6 |
| Figura N° 2: Tipos de tallo de un helecho..... | 7 |
| Figura N° 3: Tipos de escamas del rizoma..... | 8 |
| Figura N° 4: Tipos de frondes..... | 9 |
| Figura N°5: Tipos de venación..... | 10 |
| Figura N° 6: Ubicación de soros..... | 11 |
| Figura N° 7: Filogenia de las Pteridofitas..... | 12 |
| Figura N° 8: Ciclo de vida de un helecho..... | 13 |
| Figura N° 9: Mapa de la Estación Biológica Tahuamanu..... | 19 |
| Figura N° 10: Diseño de los transectos utilizados para el muestreo de vegetación..... | 24 |

I. INTRODUCCIÓN

Los helechos son plantas vasculares que se caracterizan por no producir frutos, semillas ni flores y estas se encuentran comúnmente en regiones cálidas y húmedas (Sinnott y Wilson, 1965). Los helechos han sido utilizados como un grupo importante de estudio para comprender los patrones de riqueza de especies a nivel mundial, encontrándose ampliamente distribuidos en el planeta entre 10000 y 13000 especies (Moran, 2008).

Este grupo de plantas se hallan muy bien adaptados a distintos hábitats dentro de la naturaleza, encontrándose en los troncos de los árboles, sobre rocas, en el suelo y en forma acuática, localizándose también en diversos climas como los tropicales, templados y en zonas semiáridas (Pacheco y Lorea, 1985). Por otro lado, los helechos contienen especies adaptadas a ambientes, razón por la cual se las utiliza para tratar de entender los procesos que ocurren en distintos ecosistemas cuando existe algún tipo de perturbación (Carvajal-Hernández et al., 2014).

Los helechos son parte fundamental para el sotobosque y el dosel arbóreo, esencialmente en la zona montañosa húmeda, donde juegan un papel sobresaliente en el balance hídrico (Ambrose, 2004). En la mayoría de las comunidades vegetales son un elemento de la estructura, por lo que conocer la diversidad y abundancia de sus poblaciones aporta bastante en el entendimiento de los procesos de sucesión y restauración (Paciencia y Prado, 2005).

Los bosques del Departamento de Pando, situado en el Norte de Bolivia, son parte de la Amazonía y cuenta con extensos bosques que cubren casi el 100% de su territorio, un área de alta diversidad biológica (WWF, 2009).

Una de las áreas boscosas más importantes del Departamento, es la Estación Biológica Tahuamanu (EBT) un área de estudio dependiente del Centro de Investigación y Producción para la Amazonía (CIPA), del Área de Ciencias Biológicas y Naturales (ACBN) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), ubicada a 83 Km de la ciudad de Cobija.

A pesar de que esta área de estudio alberga gran variedad de fauna y flora, aún existen vacíos de información, tal es el caso de los Helechos (Pteridofitas). Como mencionan Delgado y Plaza (2008), son el grupo de vegetales más diverso en la Tierra.

Al tener gran importancia estos grupos funcionales dentro de los bosques tropicales, siguen siendo poco estudiados y subestimados. Es así que el estudio y conocimiento sobre su diversidad y abundancia dentro de la Estación Biológica Tahuamanu, son incipientes en los bosques tropicales.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Estación Biológica Tahuamanu posee una densa vegetación. Sin embargo, la información que se tiene sobre los helechos terrestres (pteridophytas) es insuficiente. Esto se debe al poco interés y a la falta de conocimiento que hay sobre el estudio de este grupo de plantas dentro de esta zona tan importante para su conservación.

Por esta razón es que se considera relevante inventariar estas especies dentro de este tipo de vegetación, ya que tienen una acción importante como regeneradores en el hábitat y buenos indicadores de los cambios ambientales.

Es así que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Existirá diversidad y abundancia de helechos terrestres dentro de la Estación Biológica Tahuamanu?

III. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El tipo de vegetación de la Estación Biológica Tahuamanu despierta cierto interés. Por eso es necesario documentar la diversidad biológica actual del área.

Según se ha documentado, los helechos presentan una gran importancia al ser plantas colonizadoras como también plantas formadoras de suelo, contribuyendo a que otras plantas de distintas especies estén en el proceso de sucesión vegetal. Añadido a esto, su rol en el sotobosque es crucial para la regeneración del suelo, además de ser considerados indicadores de los cambios climáticos.

La información recopilada servirá como base para plantear y promover posibles estudios de monitoreo, manejo y/o conservación, así como futuras investigaciones a fin de ampliar la información.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

- ✓ Conocer la diversidad y abundancia de helechos terrestres dentro de la Estación Biológica Tahuamanu

4.2 Específicos

- ✓ Clasificar mediante el uso de claves taxonómicas, los helechos recolectados en la Estación Biológica Tahuamanu
- ✓ Determinar la diversidad de la población de helechos
- ✓ Determinar la abundancia de la población de helechos

V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 Morfología de las Pteridofitas

Las Pteridofitas son especies de plantas vasculares carentes de frutos, flores y semillas, caracterizándose especialmente por su dispersión y reproducción en esporas sexuales, ya que estas se agrupan en soros por el envés de las frondas (Rodríguez, 1995).

Para Acuña (2005), los helechos son plantas sin flores ni semillas, sino que se reproducen por medio de esporas, este grupo es uno de los más antiguos de las plantas vasculares actuales, pues sus primeros registros datan del Periodo Devónico de la Era Paleozoica y tuvieron su apogeo a fines del Mesozoico. Además de ser plantas que crecen en ambientes de sombra y con mucha humedad, normalmente habitan en orillas de ríos y arroyos. Pueden ser rastreras, aéreas, trepadoras o acuáticas y presentan colores verdes que van desde la tonalidad más clara hasta la más oscura y azulada.

5.2 Partes de un helecho

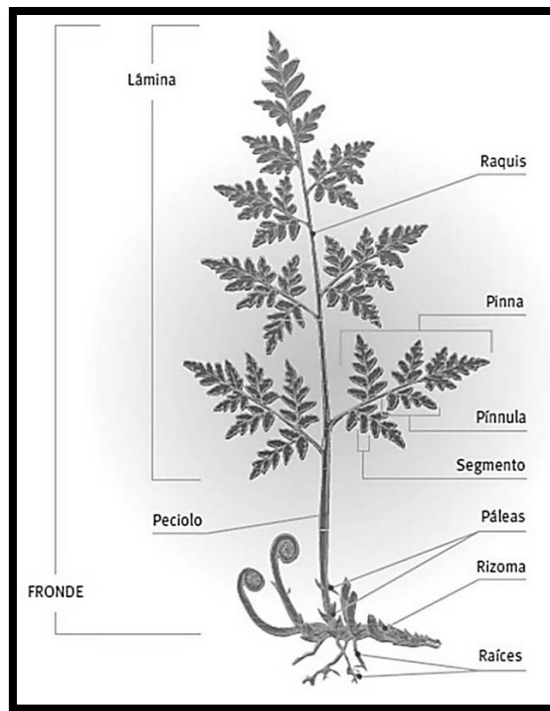


Figura N°1: Partes de un helecho

5.2.1 Tallo

Los helechos presentan tallos que pueden convertirse en árboles, tal es el caso de los helechos arborescentes, o pueden ser cortos, anclados en el suelo y cubiertos parcial o totalmente por escamas. Cuando estos se encuentran en posición horizontal y anclada a una superficie se denomina “rizoma”. Algunos rizomas son ramificados y alargados, pudiendo treparse por el suelo, los árboles y las rocas. Los rizomas pueden propagarse muy rápidamente por división; esto le permite lidiar a los helechos con las gramíneas y otras plantas. Para la identificación de especies, el tipo de rizoma y su indumento son necesarios (Acuña, 2005).

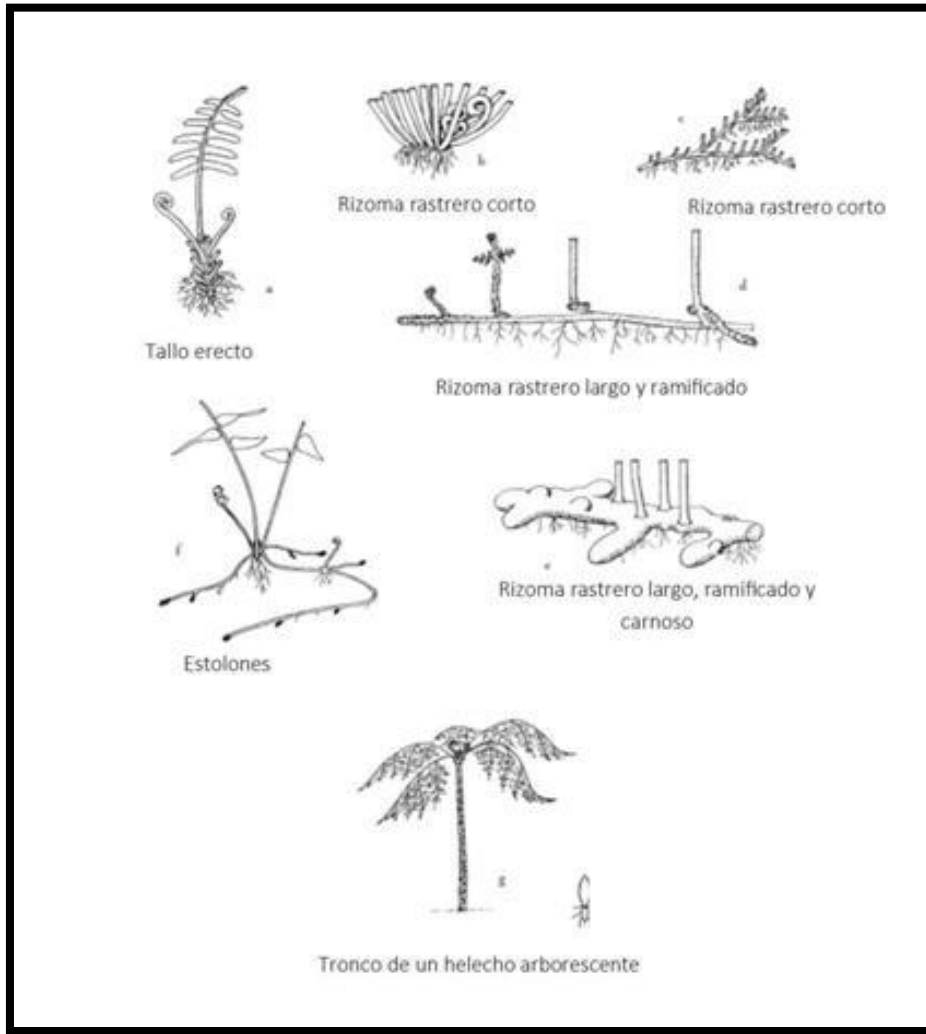


Figura N°2: Tipos de tallo de un helecho(Acuña, 2005)

5.2.2 Escamas

Para Monro *et. al.* (2002), las escamas tienen mucha utilidad en la identificación de helechos. Son estructuras superficiales y presentan gran variedad de colores y formas. Se pueden encontrar en el rizoma, el pecíolo, hojas jóvenes y la lámina. Su distribución también resulta útil para la identificación. En su mayoría son fáciles de observar mediante una lupa. Sus colores suelen ser dorado, bicolors u oscuros.

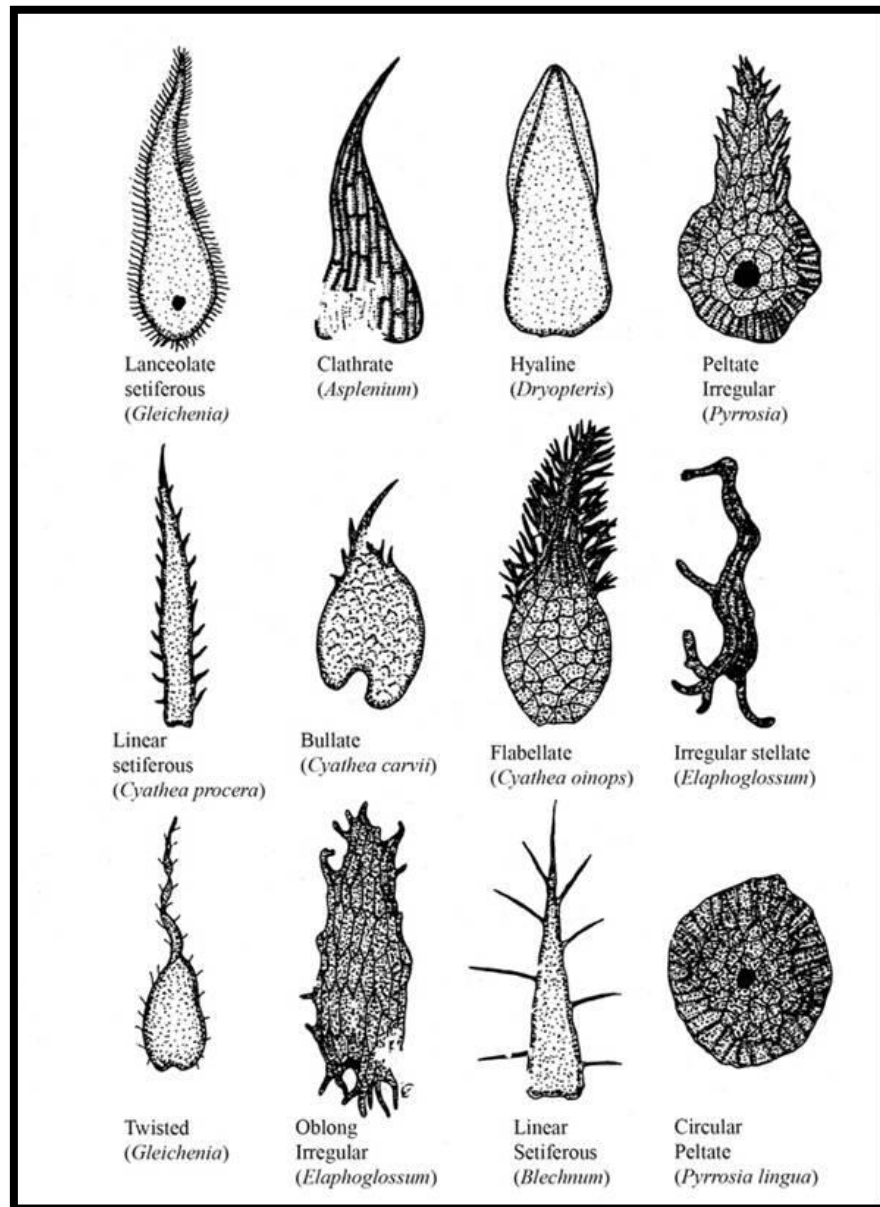


Figura N° 3: Tipos de escamas del rizoma (Acuña, 2005)

5.2.3 Frondas

Según Monterrosa *et. al.* (2009), las frondas son el equivalente a las hojas de las plantas frecuentes y se constituyen de dos partes: el estípite y la lámina. Los autores también señalan que el estípite es la parte basal de la fronda que va desde el rizoma hasta la primera pinna, segmento o ramificación; al igual que el pecíolo de una hoja.

Si presenta redondez y acanalado lleva el nombre de sulcado, la superficie puede ser rugosa o lisa, con formas parecidas a espinas. Mayormente poseen tricomas o escamas similares a las del rizoma pero de menor tamaño, distribuyéndose ya sea solo en la base o en toda su longitud. La lámina de una hoja o fronda puede presentar distintas formas, puede ser lobada, dividida o entera, aun así, éstas nunca serán compuestas a pesar de parecerlo, debido a que pueden poseer un alto grado de división Monro *et. al.* (2002).

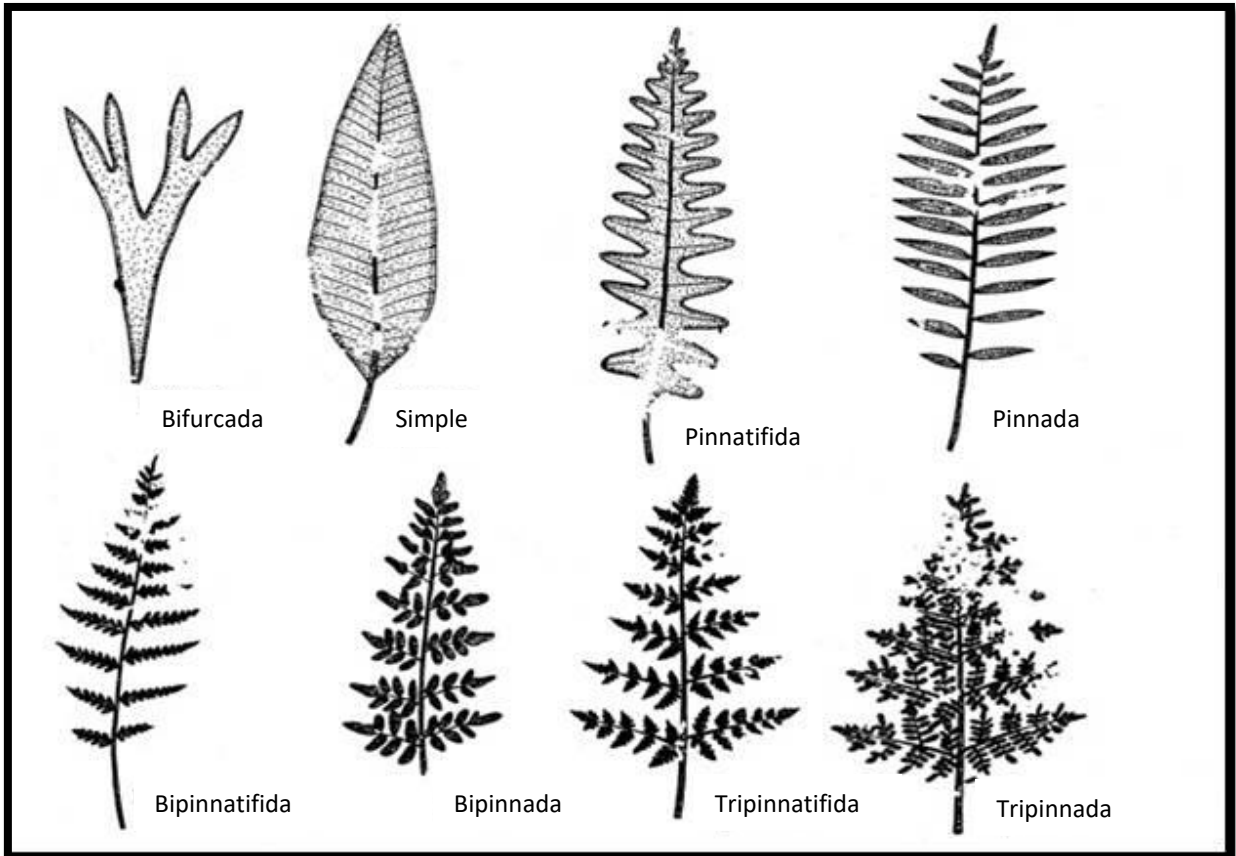


Figura N°4: Tipos de frondes(Acuña, 2005)

5.2.4 Venación

Los patrones o esquemas de venación de las hojas pueden ser independientes, cuando las venas no se unen entre sí y reticuladas cuando se unen para formar una red, cuyos espacios independientes se llaman “areolas”. Estos patrones también sirven para identificar las especies (Acuña, 2005).

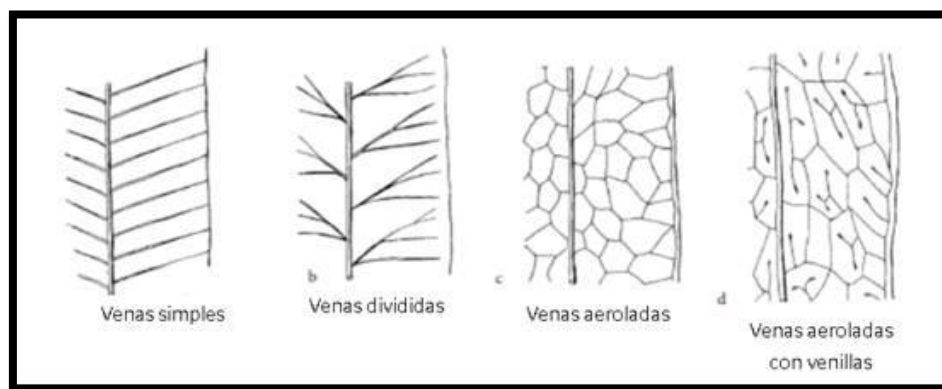


Figura N°5: Tipos de venación (Acuña, 2005)

5.2.5 Soros

Según Albán (2020) los soros son agrupaciones de esporangios, es decir, son envolturas o cápsulas que representan la estructura reproductiva de los helechos. Estos esporangios contienen esporas, que son células que por su capacidad reproductiva dan origen al gametófito. Estas esporas presentan estructuras por las cuales los helechos se dispersan y colonizan nuevos espacios. Los soros se encuentran en el envés o margen de la hoja, protegidos por un indusio o pseudoindusio.

Por su parte Monro *et.al.*(2002), menciona que la forma particular y disposición de los soros son muy útiles a la hora de identificar helechos a nivel de familia, género y especie. La mayoría son fáciles de observar a través de una lupa. Habitualmente los soros son de color amarillo-verdoso cuando son inmaduros, volviéndose oscuros al madurar. Pueden presentar una variedad de formas y disposiciones diferentes en la hoja y es esto, básicamente, lo que los hacen valiosos para identificarlos.

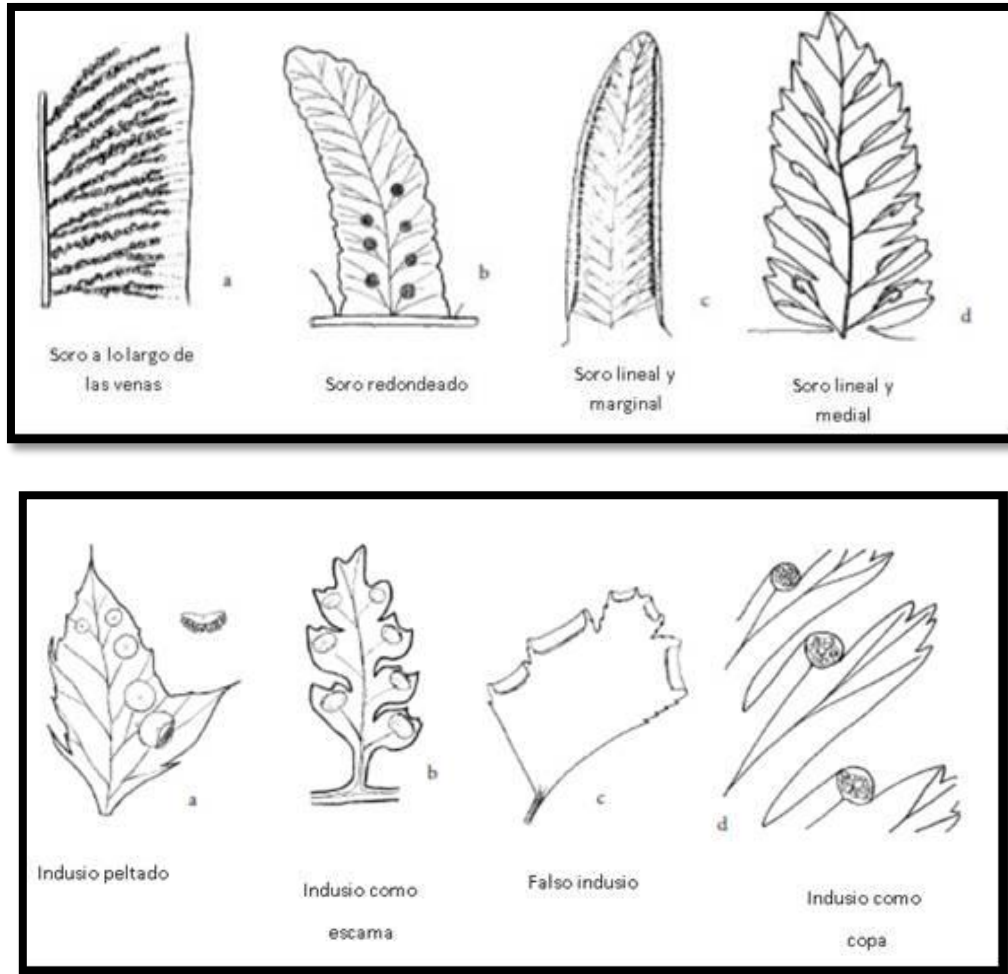


Figura N°6: Ubicación de soros (Acuña, 2005)

5.3 Clasificación taxonómica de las Pteridofitas

Según Delgado y Plaza (2006), los helechos pertenecen a los pteridófitos, un grupo de plantas vasculares diferenciado porque su dispersión se produce a través de esporas (criptógamas).

Los autores estiman la existencia de 150 géneros con 6.000 a 15.000 especies en todo el planeta. En la actualidad, el debate sobre la clasificación taxonómica de las Pteridofitas, se debe a que los análisis filogenéticos moleculares dieron resultados opuestos, aunque se caracterizan por presentar un mismo ciclo biológico y estructura anatómica, los estudios exponen que se trate de diferentes grupos que han evolucionado paralelamente alcanzando características similares, se espera que con análisis futuros se les fije un taxón.

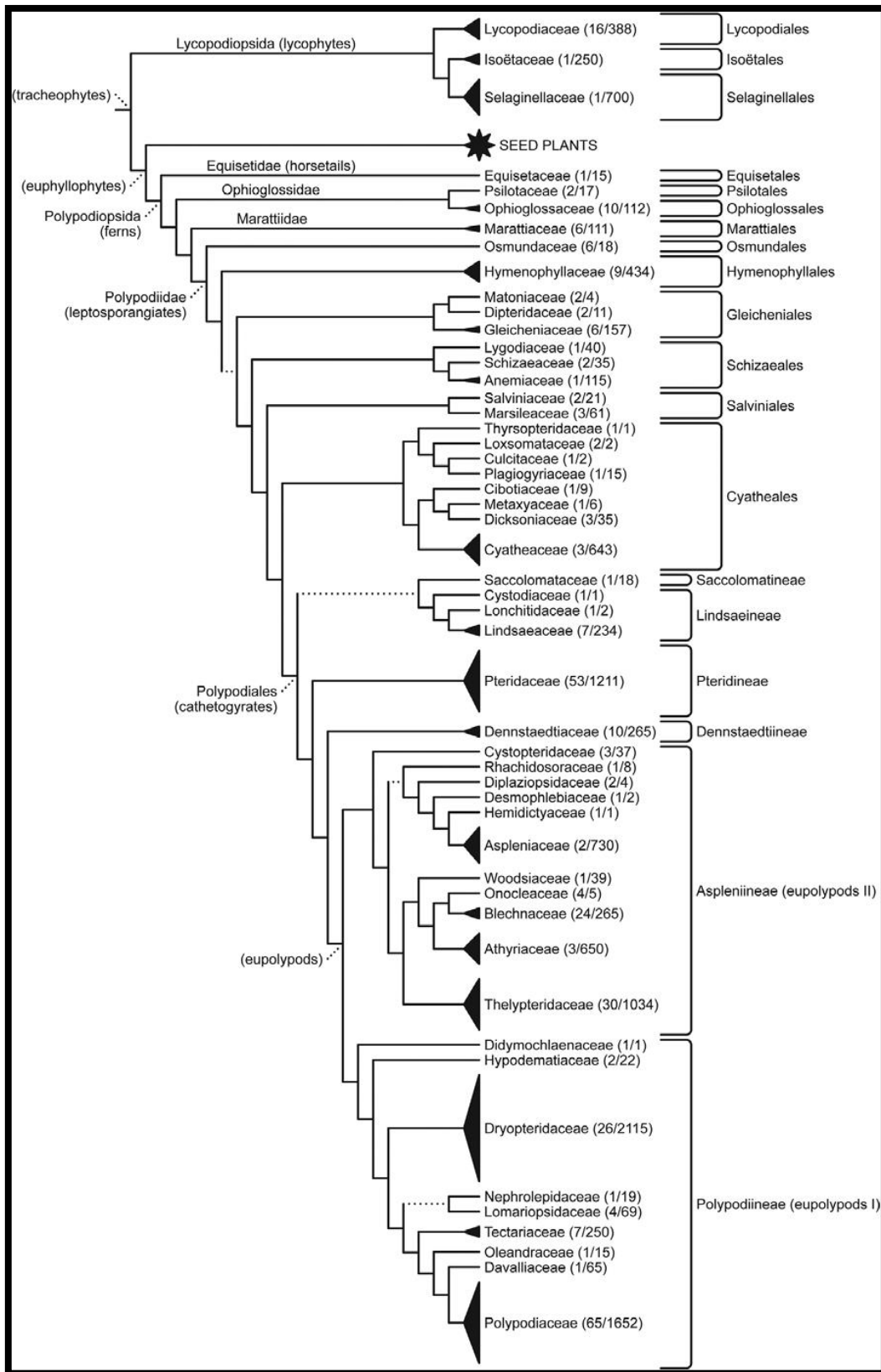


Figura N°7: Filogenia de las Pteridofitas (Hernández y Pérez, 2019)

5.4 Ciclo de vida de un Helecho

Los helechos son las únicas plantas vasculares que no forman semillas y no presentan flores. Sin embargo, estas especies pasan por dos estados durante su vida: uno pasa por una reproducción sexual y recibe el nombre de gametofito; el otro pasa por una reproducción asexual mediante esporas y recibe el nombre de esporofito (Arana y Bianco, 2009).

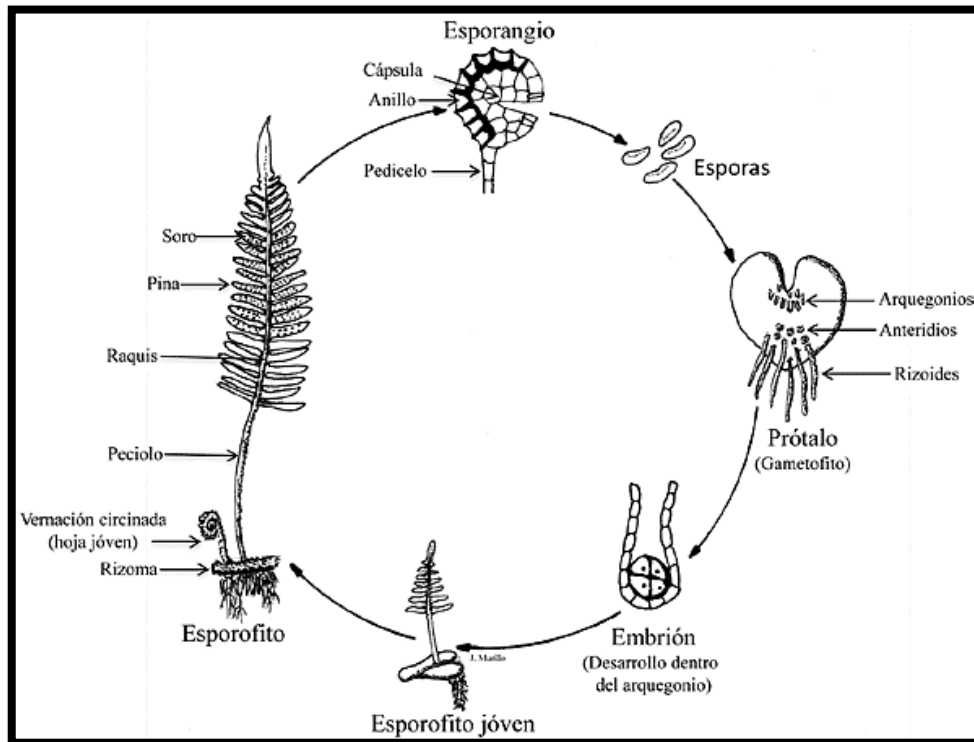


Figura N° 8: Ciclo de vida de un helecho (Méndez y Murillo, 2014).

5.5 Hábitat y Distribución

De acuerdo con Albán (2020), los helechos por lo general se encuentran en bosques húmedos y sombríos, aunque existen especies adaptadas a un nivel extenso de hábitats como los bosques templados, de niebla, tropicales y varios ambientes secos. Este grupo de plantas se encuentran de forma acuática, terrestre, rupícola, arborescente y epífita.

La página web [//www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm](http://www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm), afirma que la mayor riqueza de helechos está distribuida esencialmente en zonas con climas cálidos a templados, húmedos a subhúmedos y con temperatura media anual de entre 12 °C y 26 °C, en latitudes que varían entre los 500 y 2,800 msnm. (Hernández, 2013).

Según Monterrosa *et. al.* (2009), la mayoría de helechos se encuentran en bosques nebulosos o húmedos, siendo habitualmente epífitos, sin embargo, en lugares abiertos son fundamentalmente terrestres y su abundancia depende mucho de la disponibilidad de agua en el lugar.

Continuando con la página web <http://www.helechos.com.mx/proyectopteridophyta.htm> citado por (Hernández, 2013), este grupo de plantas son clasificados de la siguiente manera de acuerdo a su forma de vida:

a) **Arborescentes:** se les denomina así, ya que su tipo de crecimiento semeja a un árbol, pudiendo llegar a medir más de 10 metros.

b) **Herbáceos:** este tipo de helechos pueden ser:

- **Terrestres:** helechos (de porte herbáceo) que crecen directamente en el suelo (en la tierra)
- **Epífitos:** helechos que crecen directamente sobre otras plantas.
- **Hemiepífitos:** son aquellos helechos que son terrestres, pero crecen desarrollándose sobre otras plantas.
- **Rupícolas:** se refieren a los helechos que crecen sobre rocas, muchas veces sobre el musgo que se encuentra en éstas.
- **Acuáticos:** son los que crecen directamente el agua.
- **Palustres:** crecen en regiones con suelos que se inundan estacionalmente y pueden ser flotantes o enraizados.

5.6 Amenazas

Así como en la mayoría de las plantas terrestres, los helechos también son afectados por los incendios forestales, ya que necesitan bastante humedad, siendo que también están propensos a sufrir impactos negativos a causa de la pérdida de cobertura de los árboles, y consecuentemente el Sol y el viento llegan a desecarlas. La explotación de los RR.NN. y actividades humanas, constituyen las amenazas de las pteridofitas (Bioenciclopedia, 2015).

5.7 Utilidad

Según Rodríguez (1995), los helechos poseen un indudable valor ornamental, utilizándolas en parquizaciones y jardines, especialmente en sitios sombríos, ya que este tipo de plantas toleran la escasez de luz, sin embargo, necesitan un alto grado de humedad. Otorgan belleza peculiar al paisaje gracias a sus múltiples formas, rareza de sus frondes y elegancia.

Por otra parte, varias especies son utilizadas en medicina popular con diversos fines, como por ejemplo abortivo, afrodisíaco, antiparasitario, antirreumático e infecciones digestivas. Otras son utilizadas como alimento, ya que sus rizomas son reservas de aminoácidos y carbohidratos, incluso, se consume el ápice de las frondes ya que en algunos casos se los considera una fuente importante de vitaminas A y C. Algunas especies registraron sustancias que actúan como edulcorantes.

Especies del género *Nephrolepis*, *Adiantum*, *Pteris*, *Huperzia*, *Asplenium*, *Niphidium*, *Platynerium*, especies arborescentes tales como: *Alsophila*, *Cibotu*, *Cyathea* y *Sphaeropteris* son utilizados para hacer arreglos florales y en jardinería. (Hoffman, 2010)

5.8 Propiedades medicinales

Para (Hernández, 2013), la página web <http://www.aguasinfrenteras.net/>, afirma que especies del género *Phlebodium* y *Polypodium* son utilizadas para el tratamiento de afecciones de las vías respiratorias, especies del género *Selaginellase* utilizan para tratar afecciones del tracto

urinario. Y especies del género *Equisetum* sirven para tratar enfermedades del tracto urinario y diabetes.

5.9 Usos en la Construcción

Algunas especies de helechos arborescentes llegan a ser de gran tamaño, es así que, pueden ser utilizados en construcción de viviendas, especies como *Cyathea divergens*, y *Sphaeropteris horrida*, son las más utilizadas con este propósito (Veliz y Vargas, 2006).

5.10 Usos Industriales

De acuerdo a Hernández Cibrián y Sutharland (2003), la compañía Alemana Offenbach, se dedica a la fabricación de jabón perfumado a partir de *Lastreacristata*, planta nativa del Bosque Negro de Alemania. También la oleorresina obtenida de *Dryopteris filix-mas* es utilizada para perfumería, siendo que ésta es soluble en alcohol. Los mismos autores mencionan también el uso de *Pteridium aquilinum*, helecho a partir del cual se obtiene un tinte natural de color amarillo oscuro, verde grisáceo y verde oliva.

Por otra parte, la página web de productos Heliocare, <http://www.heliocare.es/>, hace referencia al uso de *Polypodium leucotomos*, para la elaboración de productos relacionados al cuidado de la dermis, siendo que sus propiedades fotoprotectoras, antioxidantes e inmuno protectoras y reparadoras del fotoenvejecimiento, gracias a sus elevados niveles de carotenoides, vitaminas C y E, picnogenol, licopeno, contribuyen en la salud de la piel.

5.11 Diversidad y abundancia

Para Delgado García (2010), uno de las mayores dificultades ambientales que han ocurrido a nivel mundial en esta década, es la pérdida de biodiversidad a consecuencia de distintas actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos de todas las fuentes, incluyendo entre otros, los organismos terrestres, marinos y

de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”.

De acuerdo a Monterrosa (2009), medir la abundancia relativa de cada especie es necesario para identificar a aquellas especies que por su escasa representatividad dentro de una comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Esto permite también reconocer un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en su distribución o abundancia de varias especies, alertándonos acerca de procesos empobrecedores.

5.12 Métodos de medición de diversidad biológica

La diversidad biológica o biodiversidad es la variabilidad genética y taxonómica que presentan los seres vivos, así como distintos ecosistemas de los que forma parte en un área o ambiente específico. Un elemento geográfico como un paisaje, representa un número variable de comunidades y para entender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura de este paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma, es muy necesario para la medición y monitoreo de los efectos de la actividad humana (Moya, 2011).

a) Diversidad alfa

Para Moreno (2001), la diversidad alfa es la riqueza de especies adaptadas a un mismo hábitat, es decir, se refiere a la diversidad dentro de un área o de un hábitat que se considera homogénea y es formulada habitualmente por el número de especies por la relación área-especies, a mayor área mayor cantidad de especies. Así mismo, está asociada con los factores locales y ambientales, además de las interacciones entre poblaciones.

b) Diversidad beta

Continuando con el autor, menciona que la diversidad beta, mide las diferencias entre las especies de dos puntos, dos comunidades y entre muestreos, estas diferencias ocurren en un espacio determinado, cuando las mediciones se las realiza en sitios distintos en un mismo tiempo. El balance del número total de las especies que son únicas a cada uno de los ecosistemas que son comparados, usualmente mide con la magnitud del cambio de especies (Moreno, 2001). La forma de medir está basada en proporciones o discrepancias que pueden ser evaluadas a través de índices o coeficientes de similitud.

c) Diversidad gamma

Es la riqueza de especies en un conjunto de comunidades que integran un paisaje a gran escala geográfica, esto significa que está referida a una región más grande o aun continente, permite realizar la comparación entre dos grandes áreas que contienen comunidades biológicas diversas o grandes áreas (Halffter & Moreno, 2005).

d) Abundancia relativa

La abundancia es el número de individuos de cada especie presente en cada parcela. En términos relativos está relacionada al número total de especies presentes en la parcela; así se habla de especies raras, escasas, frecuentes, abundantes entre otros (Ministerio de obras públicas y Transportes, 1992).

La abundancia relativa de una población se define como el número de individuos presentes en un área (González, 2012).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

Esta investigación tendrá lugar en la Estación Biológica Tahuamanu (EBT), dependiente del Centro de Investigación y Producción para la Amazonía (CIPA), unidad de investigación del Área de Ciencias Biológicas y Naturales (ACBN) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), ubicada cerca de la localidad de Rutina, a 2 Km al norte del Río Tahuamanu cantón Chapacura, municipio de Bolpebra, provincia Nicolás Suárez, Departamento de Pando, a 83 Km de la ciudad de Cobija Latitud 11° 24'S y Longitud 69°1'W, entre 180 y 280 msnm), (Calderón y Rojas, 2013). Ver Figura 9.

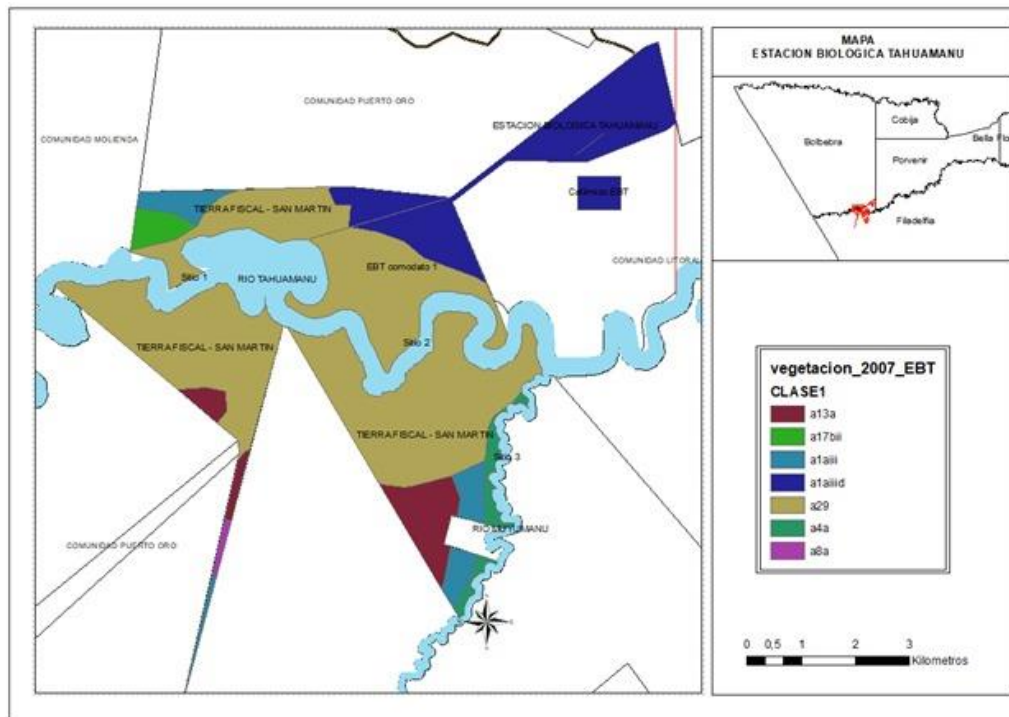


Figura N° 9: Mapa de la Estación Biológica Tahuamanu

6.1.1 Descripción del área de estudio

Clima

La Estación Biológica Tahuamanu presenta una homogeneidad en relación a temperatura y precipitación. Los bosques de esta área de estudio tienen una temperatura promedio que va desde los 20°C a los 30°C, mientras que las precipitaciones van desde los 900 mm/día hasta los 1300 mm/día. Esto representa un clima lluvioso, tropical húmedo con una estación seca corta. Así mismo, las características climáticas hacen que la región y la cobertura vegetal que presentan, alcancen valores de evapotranspiración entre 120 a 1400 mm/día con unos coeficientes de escurrimiento entre 20% a 40%. (DAPRO, 2020).

Vegetación

Presenta bosques inundables por aguas blancas y bosques de tierra firme con abundancia de castaña (*Berthoilletia excelsa*) y de siringa (*Hevea brasiliensis*) y con una elevada productividad de vegetación, siendo que es particularmente rica en especies de árboles importantes para los animales (como higueras y palmeras) conteniendo además, recursos extractivos para los humanos como el cedro (*Cedrela*) y el roble (*Amburana*). Para The Field Museum (2000), el número de especies de plantas vasculares registradas en su Inventario Biológico Rápido fue de 615 especies, de las cuales 50 fueron nuevos registros para Bolivia. Sin embargo, se estima que existan cerca de 2000 especies dentro de esta área.

Cerca de la mitad del bosque viejo de tierra firme está cubierto por un dosel alto (40m) y continuo que crea un sotobosque sombreado y abierto. En las crestas y pendientes más altas, el bosque es más seco y está sujeto a los efectos del viento y a ocasionales sequías severas. Gran parte de este bosque más seco tiene un dosel abierto y discontinuo (debido probablemente a la mayor frecuencia de caída de árboles), con una alta densidad de lianas.

Así mismo, en las áreas de zonas de menor drenaje, por lo menos se identifican tres tipos de vegetación reconocibles, o alguna combinación de ellas, cubren extensas superficies:

1) hierbas y arbustos flotantes o emergentes, 2) “bosques fantasmas” (muertos recientemente, árboles muy separados cubiertos de enredaderas) y 3) rodales de palmeras de *Mauritia flexuosa*.

Por otro lado, Navarro y Ferreira (2011), mencionan que la Estación Biológica Tahuamanu incluye la siguiente vegetación:

- Bosque siempreverde estacional de la penillanura del suroeste de la Amazonía.
- Bosque inundable de la llanura aluvial de ríos de aguas blancas del suroeste de la Amazonía
- Herbazal pantanoso de la llanura aluvial de alta Amazonía
- Bosque inundable y vegetación riparia de aguas mixtas
- Bosque pantanoso de palmas de la llanura aluvial del sur de la Amazonía
- Bosque inundado por aguas blancas estancadas del suroeste de la Amazonía

Suelos

Los suelos son generalmente de coloración pardo amarillenta a pardo rojiza, las texturas tienen una relativa homogeneidad que van desde franco arcilloso arenoso a arcilloso en la capa superficial. Tienen baja a moderada capacidad de retención de humedad. Químicamente presentan pH fuertemente ácido, no presentan problemas de salinidad, la capacidad de intercambio catiónico es moderada. La saturación de bases es baja (50% a 70%). La fertilidad natural es baja en los principales macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio) y tiene bajo contenido de materia orgánica, menor a 1,5% (Mancomunidad Unión Amazónica Filadelfia-Bolpebra, 2006).

6.2 Materiales

6.2.1 Materiales de campo

- Mapa de vegetación Estación Biológica Tahuamanu

- Libreta de campo
- Planilla de registro de especies
- Lápices y lapiceros
- Guías de identificación de helechos
- Global Positioning System (GPS)
- Cámarafotográfica
- Papelperiódico
- Prensas de madera
- Cinta de embalaje
- Soga delgada de 40 m, marcada cada 10 m
- Bolsas de polietileno negras (30x42 cm y 40x80 cm)
- Machetes
- Tijera podadora
- Pico de loro
- Lupa
- Binoculares
- Pintura en spray
- Motor generador de energía eléctrica
- Combustible para motor

6.2.2 Materiales de laboratorio

- Claves botánicas
- Lupa estereoscópica

6.2.3 Materiales de gabinete

- Material de escritorio
- Computadora
- Impresora
- Marcador resaltador de texto

6.3 Métodos

6.3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo siendo que el objetivo principal es obtener información acerca de este grupo de plantas dentro de la EBT.

6.3.2 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizará en los meses de julio a septiembre para el establecimiento de 10 parcelas no permanentes de 20 x 20 m ubicadas aleatoriamente a lo largo de los senderos establecidos en la Estación Biológica Tahuamanu.

6.3.3 Tipo de muestreo de vegetación

Para realizar el registro de muestras se utilizará el método de transectos variables. Este método tiene como base muestrear un número estándar de individuos y no requiere tomar medidas precisas de los datos. El método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, helechos, epífitas, etc.) El ancho del transecto es variable y depende de la clase de plantas y la densidad de individuos (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este método es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Ver. Figura 10.

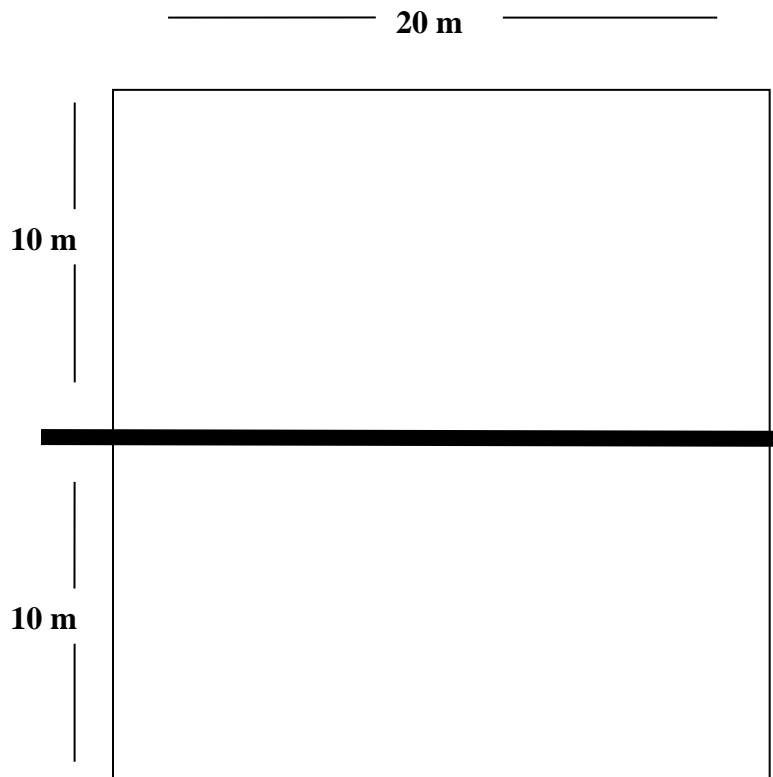


Figura N° 10: Diseño de los transectos utilizados para el muestreo de vegetación. La línea gruesa y central indica la senda a partir de la cual se muestrea ambos lados del transecto.

(Mostacedo y Fredericksen, 2000).

6.3.4 Recolecta de muestras

Una vez establecidas las parcelas a lo largo de las sendas, se procederá a la recolección de ejemplares, siguiendo las recomendaciones de Sánchez-González y González-Ledesma (2007). Los ejemplares recolectados deben presentar por lo menos una fronda completa con esporangios y un fragmento de rizoma. Los datos referentes se anotarán en la libreta de campo y en la planilla de registros con información sobre cada muestra cómo número de colecta, número de parcela, coordenadas, etc.

Después de recolectar los ejemplares se prensarán inmediatamente para que no se maltraten. El prensado consistirá en dos marcos de madera y cartón a la medida con pliegos de periódico, que permitirán conservar el ejemplar y proporcionarle cierta fluidez de temperatura.

6.3.5 Trabajo de laboratorio

Una vez colectados y prensados los ejemplares se trasladarán al Herbario de Referencia Amazónica del CIPA, para su secado respectivo de uno a dos días, debido al grado de hidratación que presentarán. Posteriormente se procederá a la clasificación taxonómica a nivel especie a través de las claves taxonómicas. Los ejemplares en mejor estado serán montados en cartulinas y tendrán en la parte inferior derecha una etiqueta con datos específicos. Ver anexo 2. Finalmente, los especímenes serán insertados a la colección del Herbario.

6.3.6 Trabajo de gabinete

Con las especies de helechos identificados, se procederá a la elaboración de una base de datos ordenada alfabéticamente por Orden, Familia, Género y Especie.

Posteriormente mediante un modelo estadístico se estimará la diversidad y abundancia relativa.

6.3.7 Diseño de la Investigación

El trabajo a elaborar tiene un diseño de investigación no experimental.

6.3.8 Modelo estadístico

La elaboración de datos para conocer diversidad y abundancia relativa de helechos, tendrá el modelo estadístico de *Indice de Shannon-Wiener*. Este modelo es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = - \sum P_i * \ln P_i$$

Dónde:

H = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

\ln = Logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea con el logaritmo natural (\ln) o con el logaritmo con base 10 ($\lg 10$), pero, al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| TIEMPO | JUN | | | | JUL | | | | AGO | | | | SEP | | | | OCT | | | | NOV | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | | | | |
| Revisión bibliográfica | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración y entrega de perfil | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de campo | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento de 10 parcelas | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inventario y recolecta de muestras | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de laboratorio | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Prensado, secado e identificación de especies | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de gabinete | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Elaboración de base de datos: Clasificación taxonómica ordenada alfabéticamente por orden, familia, género y especie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis estadístico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redacción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Defensa de Tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

VIII. PRESUPUESTO

| PRESUPUESTO GENERAL | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Actividad | Materiales y equipos | Recursos Humanos | Valor Total |
| Fase 1 - Trabajo de campo | | | |
| Logística | Bs 800 | Bs 800 | Bs 1600 |
| Establecimiento de 10 parcelas | Bs 170 | Bs 0 | Bs 170 |
| Recolecta de muestras | Bs 10000 | Bs 0 | Bs 10000 |
| Fase 2 - Trabajo de laboratorio | | | |
| Prensado y secado de muestras | Bs 500 | Bs 0 | Bs 500 |
| Armado de muestras para el Herbario de Referencia Amazónica - CIPA | Bs 500 | Bs 0 | Bs 800 |
| Fase 3 - Trabajo de gabinete | | | |
| Elaboración de base de datos: Clasificación taxonómica ordenada alfabéticamente por orden, familia, género y especie | Bs 5000 | Bs 0 | Bs 5000 |
| Presentación y correcciones del documento borrador | Bs 300 | Bs 0 | Bs 300 |
| Presentación del documento final | Bs 200 | Bs 0 | Bs 200 |
| Defensa de Tesis | Bs 700 | Bs 0 | Bs 700 |
| TOTAL | | | Bs 19270 |

IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Acuña, M. (2005). *Que son las Pteridophytas*. Instituto de Ecología.
- Albán, M. (2020). *Caracterización de los helechos (Pteridophytas) presentes en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Facultad de ciencias Agropecuarias y recursos Naturales. Carrera de ingeniería Agonómica. Latacunga, Ecuador.
- Ambrose, R. (2004). *Water-holding capacity of canopy soli mats and effects on microclimates in an old-growth redwood forest: A report to Save the Redwoods League*. M.S. Thesis. HumboldtStateUniversity, Arcata, CA. 95 pp.
- Arana, M. y Bianco, C. (2009). *Pteridófitas del centro de Argentina*. Editorial UNRC: Río Cuarto, Argentina. pág. 19
- Bioenciclopedia. (2015). *Amenazas de las Pteridófitas*.
- Calderon, G. y Rojas, J. (2013). *Primates de la estación Biológica Tahuamanu: Fauna Vol. 1* CIPA/UAP. Pando, Bolivia.
- Carvajal-Hernandez, C., Kromer, T. y Vazquez-Torres, M. (2014). *Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- DAPRO (Dirección General de Análisis Productivo). (2020). *Informe estadístico Productivo del Departamento de Pando*. Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Delgado, A. y Plaza, L. (2006). *Helechos: clasificación, características, ciclo de vida y evolución*.

- Delgado, A. y Plaza, A. (2008). *Helechos amenazados de Andalucía*. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 65 p.
- Delgado García, S.(2010).*Diversidad y abundancia de macromicetos del bosque las Lajas del área natural Complejo San Marcelino, Santa Ana - Sonsonate, El Salvador*. (Tesis Licenciatura en Biología, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador), 75 p.
- Gómez J., Alcázar, A., Arteaga, L., De Ugarte, C. y Negroes N. (2017). *Plan Estratégico Institucional 2017-2021*. Centro de Investigación y Producción para la Amazonía, Universidad Amazónica de Pando. Bolivia.
- González, C. (2012). *Abundancia relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área Reforestada de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila México*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Halfpter, G. y Moreno, C. (2005). *Significado Biológico de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*.Pp: 5–18. En: Halfpter, G, J. Soberón, P. Koleff& A. Melic (Eds). *Sobrediversidad biológica: El Significado de las Diversidades alfa, beta y gamma*. M3m-Monografías 3er milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS &CONACYT, Zaragoza. 242 p.
- Hernández Cibrián, H. ySutharland. (2003). *Etnobotánica de los helechos de Honduras*. Vol. 48. Editorial Ceiba. Tegucigalpa, Honduras.
- Hernández, E. (2013). *Helechos del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo*. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador. Centroamérica.
- Hernández M. y Pérez L.(2019). *Diversidad de Licopodios y Helechos en cuatro municipios de la Huasteca Hidalguense*. Tecnológico Nacional de México.

Hoffman, A. (2010). *The new Magazine*, No 2146.

Mancomunidad Unión Amazónica Filadelfia-Bolpebra. (2006). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Mancomunidad Unión Amazónica Filadelfia-Bolpebra*. Publicación en Colaboración con: Proyecto Bosque y Vida. Santa Cruz, Bolivia.

Méndez C. y Murillo J. (2014). *Helechos y Lycófitos de Santa María*. Universidad Nacional de Colombia. Boyacá, Colombia.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. (1992). *Vegetación, en Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico*. Ed. FOTOAJE, Madrid-España, 585p

Monro, A., Monterrosa, J., Ventura, N., Godfrey, D., Alexander, D., Peña C. y María del Carmen. (2002). *1ª. Edición Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. San Salvador, El Salvador, 72 p.

Monterrosa, J., Peña-Cachorro, M., Knapp, S., Lechuga y Roberto E. (2009). *Guía de identificación de helechos en El Salvador*. 1a. Edición, Jardín Botánico la Laguna y The Natural HistoryMuseum. San Salvador, El Salvador. 558 p.

Morán, R. (2008). *Diversity, biogeography and florist*. En: Ranker T. y Haufler C. (Eds). *Biology and Evolution of Fems and Lycophytes* (pp. 201-221). New York; Cambridge UniversityPress.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T. Manuales y TesisSEA, Vol. 1, Zaragoza. Centro de Investigaciones Biológicas, UniversidadAutónoma del Estado de Hidalgo. México. 84p.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.

- Moya, A. (2011). *Diversidad y distribución de especies leñosas en cinco parcelas permanentes de un bosque montano pluvial de yungas (parque nacional-Madidi, Bolivia)*. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Navarro, G. y Ferreira, W. (2011). *Mapa de Sistemas Ecológicos de Bolivia*. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. (CONDESAN), TheNatureConservancy (TNC), NatureServe, Ruboltda., Cochabamba, Bolivia.
- Pacheco, L. y Loera, H. (1985). *Clave para la identificación de los géneros de Pteridophytas de Veracruz, México*. *Biótica*. 10 (2): 157-173.
- Paciencia, M. y Prado, J. (2005). *Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil*. *PlantEcology*, 180: 87-104.
- Rodríguez, R. (1995). *Pteridophyta. Flora de Chile* 1: 119-337. Ediciones de la Universidad de Concepción.
- Sánchez-González, A. y González-Ledezma, M. (2007). *Técnicas de plantas y herborización*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México.
- Sinnott, E. y Wilson, K. (1965). *Botánica: Principios y problemas*. 1a. Edición, Compañía Editorial Continental, México, 584 p.
- The Field Museum. (2000). *Río Tahuamanu: Rapid Biological Inventories Report 1*. Chicago Illinois. Pando, Bolivia
- Veliz, M. y Vargas, J. (2006). *Helechos Arborescentes de Guatemala*, Litografías, S. A, Guatemala. 94 p.

WWF, Organización Mundial de Conservación. (2009). *Programa Amazonía*. Santa Cruz, Bolivia.

X. ANEXOS

10.1 Anexo 1. Modelo del formato de la tabla base de las colecciones de plantas de Helechos (Planilla de registro)



Universidad Amazónica de Pando

“La preservación de la Amazonía es parte de la subsistencia de la vida, del progreso y desarrollo de la bella tierra Pandina”



| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----|-------|---------|--------|-------|---------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----|-----|-------------|-----|------|---------|------------|
| Nº | Orden | Familia | Género | Stat. | Especie | Nomb com | Cod. Col. | Colec Princ | Colec Aux | Fecha Col | Dep | Mun | Área o zona | Lat | Long | Alt (m) | Nº Parcela |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cobija - Pando - Bolivia

Explicación de los campos

1. Nombre del Orden al que pertenecen los helechos
2. Nombre de la familia
3. Nombre del género
4. Estatus del nombre del epíteto específico: Confirmar (cf.) o afinidad (aff.)
5. Nombre de la especie. Sólo se coloca el epíteto específico
6. Nombre vernáculo (el nombre con el cual es conocida la especie en la localidad)
7. Código de colección. Corresponde a un número de ejemplar de herbario y puede agregársele las iniciales del nombre del colector
8. Nombre del colector principal
9. Nombre de los colectores secundarios o acompañantes
10. Fecha de colecta (día/mes/año)
- 11 al 15. Datos de localidad
15. Altura del área de estudio
16. N° de Parcela donde fue encontrado

XI. NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN AUSPICIADORA O FINANCIADORA

La presente Tesis de Grado estará financiada por la Unidad del Centro de Investigación y Producción para la Amazonía (CIPA) dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando.

XII. LUGAR Y FECHA DE PRESENTACIÓN DEL PERFIL DE TESIS DE GRADO

El documento será presentado en formato impreso y digital a la Dirección de Carrera de Licenciatura en Biología para la respectiva revisión y designación de Tribunales.

XIII. NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL POSTULANTE Y DE LOS ASESORES

Wiston Faruth Valdivia Medina
TESISTA

Lic. Juan Pablo Sandoval Lafuente
ASESOR

Lic. Alexander Vaca Dibibay
ASESOR