

# Bolivia Ecológica

EDICIÓN TRIMESTRAL REVISTA N° 68

AÑO 2013



## LICÓFITAS Y HELECHOS

- Introducción
- Morfología
- ¿Por qué se diferencian de otras plantas?
- ¿Dónde crecen?
  - Acuática
  - Epífita
  - Hemiepífita
  - Rupícola
  - Terrestre
- Ciclo de vida
- Clasificación
- Diversidad y conservación de las pteridófitas en Bolivia
- Rol ecológico
- Usos y aplicaciones
  - Ornamental
  - Artesanal
  - Comestible
  - Medicinal
  - Agrícola
- Glosario
- Bibliografía

CENTRO DE ECOLOGÍA DIFUSIÓN



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

**EDITOR**

CENTRO DE ECOLOGÍA DIFUSIÓN SIMÓN I. PATIÑO

**DIRECTOR**

José Baudoin

**AUTOR**

Erika Fernández Terrazas  
Carrera y Departamento de Biología  
Universidad Mayor de San Simón

**COORDINADORA EDITORIAL**

Ma. Cristina Torrico Laserna

**COLABORACIÓN**

Alejandra Arteaga Bustillo

**PORTADA**

Foto 1. *Adiantum* sp.  
Foto 2. *Blechnum penna-marina* (Poir.) Kuhn  
Foto 3. *Elaphoglossum* sp.  
Erika Fernández Terrazas, 2013

**DISEÑO GRÁFICO**

Sandra P. Heredia A.

**ÍNDICE****LICÓFITAS Y HELECHOS****Pág.**

• Introducción	1
• Morfología	1
• ¿Por qué se diferencian de otras plantas?	4
• ¿Dónde crecen?	5
▪ Acuática	6
▪ Epífita	6
▪ Hemiepífita	6
▪ Rupícola	6
▪ Terrestre	6
• Ciclo de vida	7
• Clasificación	8
• Diversidad y conservación de las pteridófitas en Bolivia	11
• Rol ecológico	15
• Usos y aplicaciones	15
▪ Ornamental	16
▪ Artesanal	16
▪ Comestible	16
▪ Medicinal	16
▪ Agrícola	16
• Glosario	18
• Bibliografía	19

CENTRO DE ECOLOGÍA DIFUSIÓN



---

FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

Independencia, Esq. Suárez de Figueroa - Tef. / Fax: (+591-3) 337 5726 - 333 2345- Casilla 1674 - Santa Cruz - Bolivia  
E-mail: [cedsipbiblio@fundacionpatino.org](mailto:cedsipbiblio@fundacionpatino.org) / [m.torrico@fundacionpatino.org](mailto:m.torrico@fundacionpatino.org) - [www.cedsip.org](http://www.cedsip.org)



Superior: *Selaginella*, *Campyloneurum*  
Inferior: *Pteris*, *Polypodium*



## INTRODUCCIÓN

Las licófitas y monilófitas (helechos) se conocen en sentido amplio como “pteridófitas”, término que proviene de las palabras griegas *Pteris* que significa filicies o helecho y *phyta* que significa planta. El primer registro fósil corresponde al Silúrico hace 400 millones de años, es a partir de estas primeras pteridófitas que evolucionaron todos los otros grupos de plantas; varios extintos y otros que están vigentes como las actuales angiospermas y gimnospermas.

Las licófitas y los helechos se caracterizan por su reproducción y dispersión por esporas y carencia de flores, frutos y semillas. Fueron las primeras plantas con vasos conductores que aparecieron sobre la tierra, también se las conoce como criptógamas vasculares. Las licófitas son herbáceas que se caracterizan por sus hojas pequeñas con una sola vena, como en los géneros *Lycopodium*, *Selaginella*, entre otros. Los helechos tienen hojas grandes llamadas frondes, que se forman a partir de una hoja joven enrollada en espiral conocido como prefoliación circinada. Según la especie pueden ser herbáceas y arbóreas. El tamaño de estas plantas varía desde pocos milímetros, como en el helecho acuático *Azolla*, hasta ejemplares arborescentes como *Cyathea* que pueden medir hasta 20 m de altura, con hojas de 2 a 4 m de largo.

Estas plantas están adaptadas a ambientes húmedos y muchas especies prefieren ambientes sombríos por lo que se las conoce como ombrófilas. Sin embargo, existen especies que toleran ambientes secos. Las pteridófitas se distribuyen desde las selvas tropicales hasta las regiones más frías del planeta como las tundras. La mayor riqueza

de especies se encuentra en los bosques tropicales de las zonas montañosas y disminuye hacia las zonas templadas.

## MORFOLOGÍA

Las licófitas y los helechos presentan estructuras vegetativas como raíz, tallo o rizoma y hojas. También poseen estructuras reproductivas como soros y esporas (Figura 1).

**Raíz.** Las raíces son de origen adventicio, o sea se originan del tallo y no así de una raíz primaria verdadera. Son generalmente fibrosas y no tienen importancia taxonómica como característica diagnóstica. Sus funciones son la fijación de la planta al sustrato y absorción de agua y nutrientes. El crecimiento de la raíz en licófitas y helechos no se da como en el resto de las plantas, generalmente desarrollan raíces adventicias en un tallo subterráneo denominado rizoma, este tipo de raíces garantizan una buena superficie de absorción de agua y nutrientes.

**Tallo o rizoma.** Es la estructura que permite el paso de los haces vasculares, puede ser largo, rastrero y trepador o corto y compacto. El tallo presenta crecimiento primario por lo que las pteridófitas en su mayoría son de tamaño pequeño a mediano. Por otra parte se realza la importancia de esta estructura en la reproducción vegetativa.

En algunas especies los tallos al igual que las hojas están cubiertos por pelos y escamas que tienen importancia taxonómica. Ambas estructuras son excrecencias de la

epidermis. El pelo puede estar formado por una o varias células y la escama está formada por una sola célula gruesa.

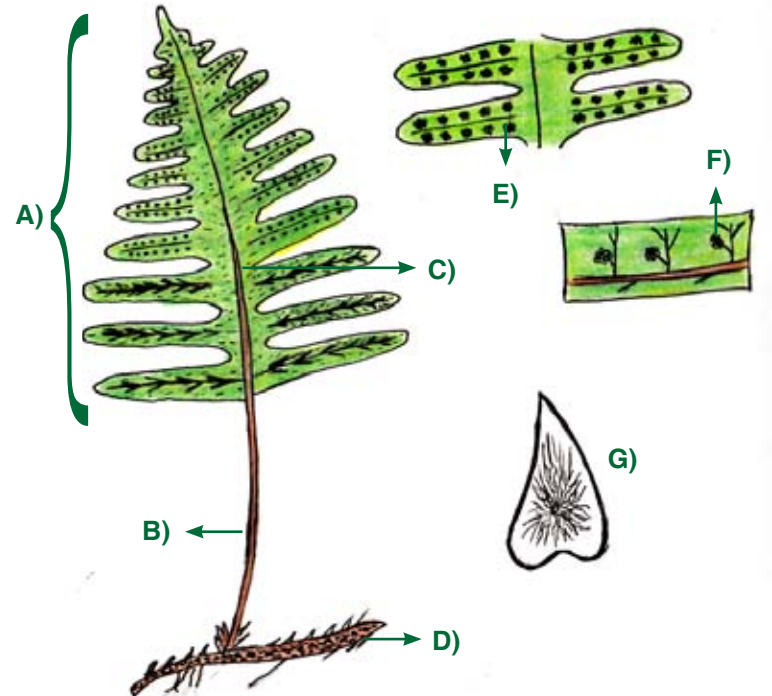
Se diferencian dos tipos de escamas: clatradas y no clatradas. Las primeras se caracterizan porque sus células tienen paredes radiales muy engrosadas y oscurecidas, que le dan una apariencia de enrejado; entre los ejemplos están los géneros *Alansmia*, *Asplenium*, *Ctenitis*, *Lellingeria*, etc. Las escamas no clatradas se caracterizan por una apariencia mucho más simple con la presencia de simples líneas oblicuas, este tipo de escamas es característico de los géneros *Athyrium*, *Diplazium*, *Enterosora*, *Grammitis*, *Solanopteris*, etc.

**Hojas.** Las hojas se originan de las yemas de los tallos y también reciben la denominación de frondes, y sus pecíolos también se conocen como estípites. Los helechos pueden tener hojas simples o compuestas, cuando se dividen las hojitas reciben el nombre de pinnas. Pueden ser 1-pinnada, 2-pinnada, etc, dependiendo de cuantas veces este dividida la hoja. Las pinnas de segundo orden se llaman pínulas y si hay divisiones más finas se llaman pínulas terciarias, pínulas cuaternarias, etc. A continuación del peciolo se encuentra el raquis en la parte laminar de la hoja, sus ejes laterales se conocen como costas y son a la vez los ejes principales de las pinnas u hojuelas.

**Dimorfismo foliar.** Se refiere a las variaciones de formas y tamaños que se dan a nivel de las hojas, reconociéndose principalmente dos tipos. El primero se da entre las hojas fértiles y estériles, en las hojas fértiles se producen espo-

ras y frecuentemente son mucho más pequeñas. Las hojas no productoras de esporas se conocen como estériles, las que a su vez se caracterizan por tener mayor tamaño.

En el segundo tipo de dimorfismo, se observan diferencias según la posición de las hojas estériles. Se da principalmente en los helechos trepadores que presentan las hojas de la base más divididas que las hojas que se encuentran en las partes apicales.



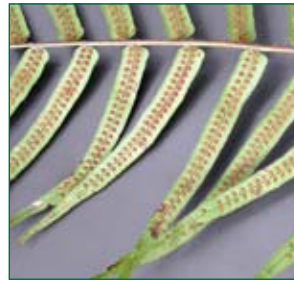
**Figura 1.** Partes de un helecho. **A)** hoja o fronde, **B)** peciolo, **C)** raquis, **D)** rizoma, **E)** costa, **F)** soro, **G)** escama.

**Soros.** Los soros son agrupaciones de esporangios y difieren en el tamaño, la forma y el color. Estas estructuras tienen importancia en la identificación. La mayoría son de color café o negro, muy pocos grupos tienen soros de color amarillo y verde. Respecto a su forma pueden ser redondos, que se observan como un punto negro en la superficie inferior de la lámina. Los soros lineares son conocidos como coenosoros y los soros acrosticoides son aquellos esporangios que se extienden por toda la superficie cubriendo por completo el envés foliar.

**Esporas.** Se reconocen dos formas, las esporas monoletes cuando son ligeramente ovaladas y como una habichuela con una sola línea y los triletes que tienen forma tetraédrica con tres líneas o vértices.

**Indusio.** Es una estructura protectora de los esporangios cuando están agrupados en los soros. La forma es característica de cada grupo (género) de helechos. Los indusios pueden ser verdaderos o falsos. Los soros pueden también carecer de esta estructura siendo soros desnudos.

La Figura 2 muestra algunos ejemplos de la forma y posición de los soros, así como la presencia o ausencia de indusio. Estos criterios eran muy considerados por los taxónomos antiguos, quienes realizaban la importancia de estas características para dar nombre a los géneros.



Soros redondeados sin indusio (*Polypodium*).



Soros redondos a oblongos pequeños sin indusio (*Microgramma*).



Soros acrosticoides, esporangios dispuestos en todo el envés (*Elaphoglossum*).



Soro superficial o abaxial con indusio en forma ariñonada (*Nephrolepis*).



Soro superficial o abaxial con indusio en forma de copa de vino (*Cyathea*).



Soros alargados o lineares con indusio (*Asplenium*).



Soro marginal con indusio que consiste en dos valvas (*Hymenophyllum*).



Soro marginal con indusio bivalvado y doblado hacia abajo semejante a una almeja (*Dicksonia*).



Soro marginal deflexo con indusio en forma de copa (*Dennstaedtia*).

**Figura 2.** Forma y posición de los soros, con ausencia o presencia de indusio.

## ¿POR QUÉ SE DIFERENCIAN DE OTRAS PLANTAS?

En el Cuadro 1, se sintetizan las características morfológicas, anatómicas y fisiológicas comunes en las licófitas y

los helechos, que difieren bastante de los otros grupos de plantas como las Gimnospermas y Angiospermas.

**Cuadro 1.** Características de las licófitas y helechos que los diferencian de otras plantas.

LICÓFITAS Y HELECHOS	OTRAS PLANTAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen soros y esporangios.</li> <li>• Tienen esporas.</li> <li>• Hojas micrófilas y megáfilas.</li> <li>• Generalmente la prefoliación o vernación es circunada (Figura 3).</li> <li>• Haces conductores o vasculares primitivos.</li> <li>• El proceso reproductivo depende del agua.</li> <li>• Las esporas son principalmente dispersadas por el viento.</li> <li>• Bien representados y con gran cantidad de registros fósiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen flores y frutos.</li> <li>• Tienen semillas.</li> <li>• Hojas generalmente megáfilas.</li> <li>• Diversos tipos de prefoliación.</li> <li>• Haces conductores más evolucionados.</li> <li>• El proceso reproductivo depende también de otros factores.</li> <li>• Las semillas son dispersadas por diferentes mecanismos (agua, viento, animales y hombre).</li> <li>• Relativamente representados en los registros fósiles.</li> </ul>

## ¿DÓNDE CRECEN?

Las licófitas y los helechos se diferencian de acuerdo al tipo de sustrato donde se desarrollan y presentan las siguientes formas de vida (Figura 4):

**a) Acuática.** Se desarrollan total o parcialmente en el agua, requieren de adaptaciones morfológicas como el tallo esponjoso, hojas finas y divididas, hojas flotantes, etc. Las especies flotantes presentan papilas en la lámina que tienen la función de prevenir que se moje el haz, no se hundan y es imposible sumergir estas plantas. Los helechos *Azolla* y *Salvinia* y la licófitas *Isoetes*, son ejemplos de esta forma de vida.

**b) Epífita.** Plantas que viven sobre otras plantas, generalmente sobre troncos y ramas de los árboles. Las epífitas utilizan a la planta huésped para apoyo físico y acumulan materia orgánica que le proporciona el sustrato necesario para su sobrevivencia, por ejemplo los helechos de los géneros: *Campyloneurum*, *Polypodium*, *Niphidium*, etc. y licófitas del género *Huperzia*.

**c) Hemiepífita.** Plantas enraizadas en el suelo, el tallo o rizoma rastrero sube sobre el tronco de los árboles y se fijan a través de raíces adventicias. Este es un tipo de adaptación para conseguir más luz como en los helechos *Lomariopsis* y *Polybotrya*.

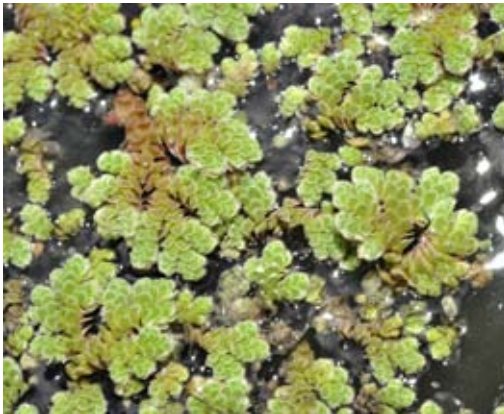
**d) Rupícola.** Crecen sobre las rocas o piedras. Por ejemplo los helechos *Cheilanthes*, *Argyroschisma*, *Elaphoglossum*, *Woodsia*, etc.



**Figura 3.** Prefoliación circinada de un helecho (*Blechnum* sp.).

**e) Terrestre.** Crecen en el suelo, el tallo es erecto o postrado y las hojas se encuentran en la parte superior o apical, agrupadas o dispersas. Es la forma de vida más común y

que presenta la mayor diversidad. Presente en helechos como: *Asplenium*, *Blechnum*, *Cyathea*, *Alsophila*, *Dicksonia*, etc. y en licófitas como: *Lycopodium* y *Selaginella*.



a) Acuática



b) Epífita



c) Hemiepífita



d) Rupícola



e) Terrestre

FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

**Figura 4.** Diferentes formas de vida de licófitas y helechos.

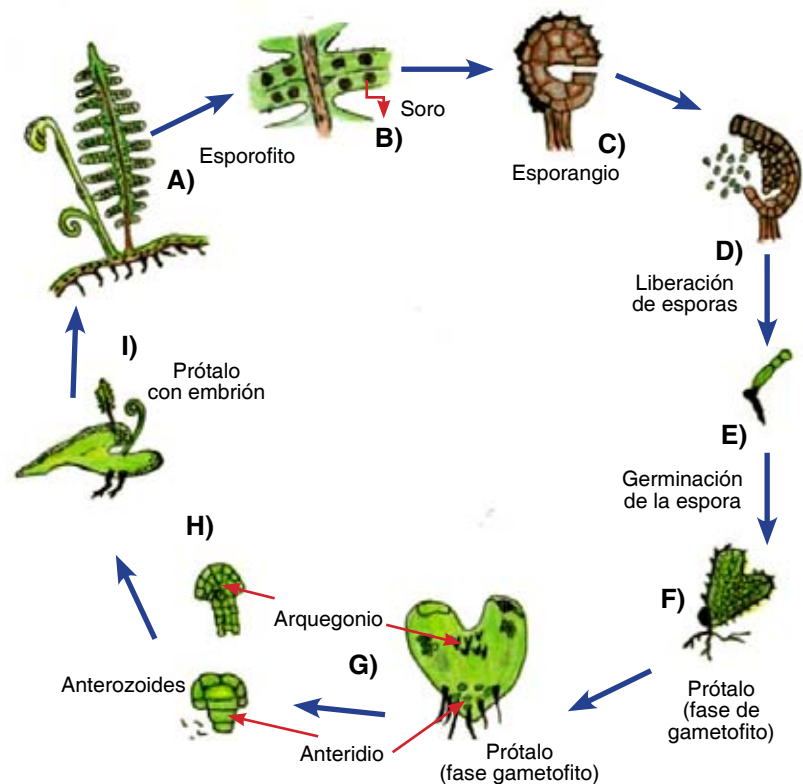
## CICLO DE VIDA

En las licófitas y los helechos el ciclo reproductivo se caracteriza por ser bastante similar, el rol del agua en la fecundación es de vital importancia. Esta es la razón por la cual la presencia y distribución de los organismos de estos grupos queda principalmente restringida a los lugares con bastante humedad.

En el ciclo reproductivo se diferencian claramente dos fases: la asexual conocida como esporofítica, en la que se tienen dos juegos de cromosomas (diploide) y la fase sexual o gametofítica en la que interviene un solo juego de cromosomas (haploide), ambas fases se describen detalladamente a continuación (Figura 5).

El ciclo se inicia con el helecho típico que tiene tallo, raíz y hojas, en esta fase se producen las esporas, por lo que se la conoce como esporofito. En el envés de las hojas se encuentran los soros (A), los que son visibles a simple vista. Los soros (B) contienen a una agrupación de varios esporangios, a su vez cada esporangio consta de un pedicelo y una cápsula globosa en el ápice, ésta cápsula está envuelta por una hilera de células engrosadas que forman un anillo (C). En el interior de la cápsula se forman las esporas, las que al madurar son liberadas por la apertura del anillo y caen al suelo (D). Las esporas en conjunto tienen la apariencia de polvo, cada espora posteriormente germina (E). Se produce un pequeño prótalo (fase de gametofito), que consiste en una planta pequeña taloide cordiforme de 0,2 a 2 cm de largo (F). En el lado ventral del prótalo se desarrollan los órganos reproductores llamados

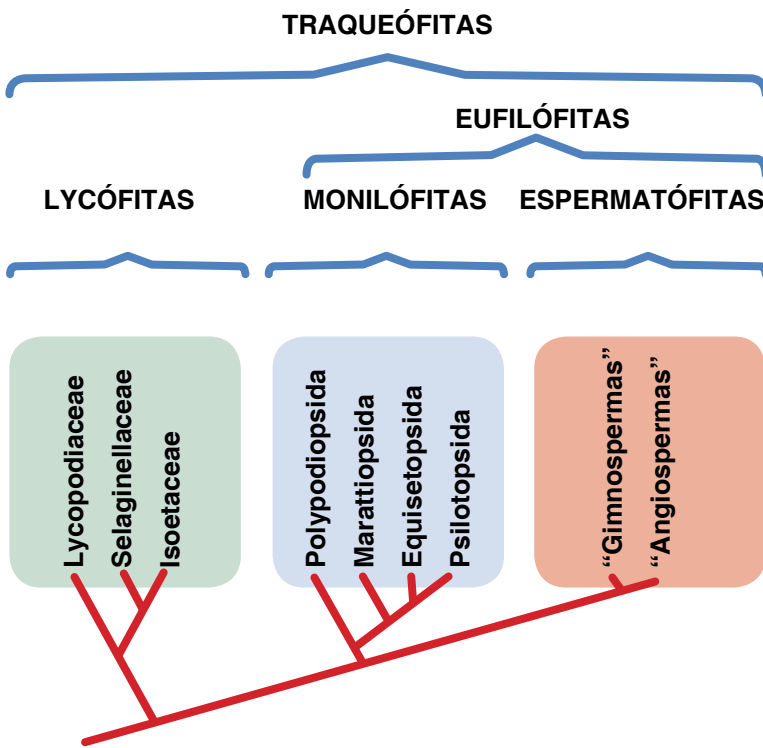
gametangios, el órgano femenino (arquegonio) produce la ovocélula y en la estructura masculina (anteridio) se producen los anterozoides (G). Los anterozoides nadan hacia al arquegonio y fecundan a la ovocélula (H) formándose el cigoto, que posteriormente da lugar a una planta pequeña que se conoce como esporofito joven que cuenta con raíz, tallo y varias hojitas (I). Al pasar los días el esporofito se constituye en un helecho con hojas que producen soros y el ciclo se inicia nuevamente.



**Figura 5.** Ciclo de vida de un helecho.

## CLASIFICACIÓN

Opuestamente a lo que se muestra en los sistemas de clasificación tradicionales, varios estudios filogenéticos recientes basados en técnicas de secuenciación de ADN indican que las plantas vasculares o traqueófitas se dividen en dos grandes grupos, las licófitas y eufilófitas. A su vez en este último grupo están incluidos los helechos o monilófitas y las espermatófitas. En la Figura 6 se muestra el reciente sistema de clasificación según Smith *et al.* (2006).



**Figura 6.** Filogenia de las criptógamas vasculares.

Las licófitas y los helechos provienen de dos líneas evolutivas que se han originado a partir del Devónico. La primera es la línea de las licófitas, antiguamente conocido como "plantas afines a los helechos" donde se incluyen a las Lycopodiáceas, Selagineláceas e Isoetáceas. Se caracterizan por tener hojas micrófilas (hojas pequeñas con una sola vena) y los esporangios dispuestos en el lado adaxial (superior) de la hoja.

La segunda línea dio origen a los helechos verdaderos o monilófitas donde se incluyen aproximadamente a 40 familias o sea a la mayoría, entre las que están las Polipodiáceas, Gleicheniáceas, etc. Se caracterizan por tener una hoja megáfila (de mayor tamaño y varias venas) así como los esporangios dispuestos en el margen o en el envés de la hoja.

Los licopodios o licófitas y los helechos o monilófitas, filogenéticamente en la actualidad se diferencian en cinco grupos: los licopodios (Lycopodiopsida), los helechos verdaderos (Polypodiopsida), las maratiáceas (Marattiopsida), las colas de caballo (Equisetopsida) y las psilotáceas (Psilotopsida; Figura 7).

Las pteridófitas forman parte conspicua de los bosques y representan el segundo grupo más importante de plantas vasculares en la tierra, después de las angiospermas. El Cuadro 2. muestra la diversidad de familias y géneros presentes en Bolivia, basado en la propuesta de clasificación de Moran (2008) y revisado según el checklist de Bolivia. La identificación a nivel de género se puede realizar a través de la clave interactiva que se encuentra en [www.plantsystematics.org](http://www.plantsystematics.org).

**LYCOPODIOPSIDA:** Plantas con tallos, raíces y hojas simples llamadas también micrófilas y esporangios dispuestos en el lado superior de la hoja. Presenta tres familias, Lycopodiaceae (*Lycopodium*, *Lycopodiella*, *Huperzia* y *Phylloglossum*), Isoetaceae (*Isoetes*) y Selaginellaceae (*Selaginella*).



**POLYPODIOPSIDA:** Plantas con tallos, raíces y hojas conocidas como megáfilas, prefoliación circinada, y esporangios (con origen lepto o eusporangiado) dispuestos en el margen o en el envés de la hoja. Son los parientes más cercanos de las plantas con semilla. Presentan aproximadamente 40 familias y 40 géneros con alrededor de 10.000 especies en todo el mundo.



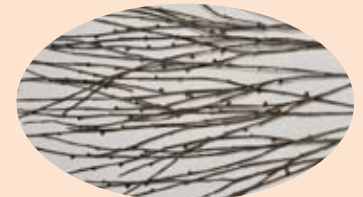
**MARATTIOPSIDA:** Plantas de gran tamaño, con tallos, raíces y hojas hasta tres veces divididas, eusporangios abaxiales situados cerca del borde de la pínulas. Algunas especies presentan reproducción vegetativa por yemas. Distribución pantropical con cuatro géneros y alrededor de 300 especies. Los géneros más comunes son *Danaea* y *Eupodium*.



**EQUISETOPSIDA:** Presencia de tallos verdes, articulados y huecos; las hojas uninervias verticiladas alrededor del tallo y los esporangios se encuentran en conos (estróbilos) ubicados en la parte superior del tallo. Sus antepasados poseían porte arbóreo y formaban parte de los bosques carboníferos. Presentan una única familia Equisetaceae y un género *Equisetum* con 15 especies en todo el mundo.



**PSILOTOPSIDA:** Presentan ejes aéreos clorofílicos a manera de tallos y rizomas subterráneos, no presentan ni raíces ni hojas. Presenta dos familias Psilotaceae (*Psilotum*) y Ophioglossaceae (*Botrychium* y *Ophioglossum*).



**Figura 7.** Características de las cinco clases de licófitas y monilófitas.

**Cuadro 2.** Familias y géneros de pteridófitas presentes en Bolivia.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO
<b>Lycopodiopsida</b>	1. Lycopodiaceae 2. Selaginellaceae 3. Isoetaceae	<i>Huperzia, Lycopodiella, Lycopodium.</i> <i>Selaginella.</i> <i>Isoetes.</i>
<b>Psilotopsida</b>	4. Psilotaceae 5. Ophioglossaceae	<i>Psilotum.</i> <i>Botrychium, Ophioglossum.</i>
<b>Equisetopsida</b>	6. Equisetaceae	<i>Equisetum.</i>
<b>Marattiopsida</b>	7. Marattiaceae	<i>Danaea, Eupodium.</i>
<b>Polypodiopsida</b>	8. Anemiaceae 9. Aspleniaceae 10. Blechnaceae 11. Culcitaceae 12. Cyatheaceae 13. Davalliaceae 14. Dennstaedtiaceae 15. Dicksoniaceae 16. Dryopteridaceae  17. Gleicheniaceae 18. Hymenophyllaceae 19. Lindsaeaceae 20. Lomariopsidaceae 21. Loxsomataceae 22. Lygodiaceae 23. Marsileaceae 24. Metaxyaceae 25. Oleandraceae 26. Osmundaceae 27. Plagiogyriaceae	<i>Anemia.</i> <i>Asplenium.</i> <i>Blechnum, Salpichlaena.</i> <i>Culcita.</i> <i>Alsophila, Cyathea, Sphaeropteris.</i> <i>Nephrolepis.</i> <i>Blotiella, Dennstaedtia, Histiopteris, Hypolepis, Microlepia, Paesia, Pteridium.</i> <i>Dicksonia, Lophosoria.</i> <i>Arachniodes, Bolbitis, Ctenitis, Cyclodium, Didymochlaena, Dryopteris, Elaphoglossum, Lastreopsis, Megalastrum, Mickelia, Olfersia, Polybotrya, Polystichum, Rumohra, Stigmatopteris.</i> <i>Dicranopteris, Diplopterygium, Gleichenella, Sticherus.</i> <i>Hymenophyllum, Trichomanes.</i> <i>Lindsaea, Lonchitis.</i> <i>Cyclopeltis, Lomariopsis.</i> <i>Loxsomopsis.</i> <i>Lygodium.</i> <i>Marsilea, Pilularia.</i> <i>Metaxya.</i> <i>Oleandra.</i> <i>Osmunda.</i> <i>Plagiogyria.</i>

## Cont. Cuadro 2.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO
<b>Polypodiopsida</b>	28. Polypodiaceae	<i>Alansmia, Ascogrammitis, Campyloneurum, Ceradenia, Cochlidium, Dicranoglossum, Enterosora, Galactodenia, Grammitis, Lellingeria, Melpomene, Microgramma, Moranopteris, Niphidium, Pecluma, Phlebodium, Platycerium, Pleopeltis, Polypodium, Serpocaulon, Steronogrammitis, Tersichore, Zygophlebia.</i>
	29. Pteridaceae	<i>Acrostichum, Adiantopsis, Adiantum, Aleuritopteris, Ananthacorus, Anetium, Anogramma, Argyrochosma, Astrolepis, Ceratopteris, Cheilanthes, Doryopteris, Eriosorus, Gymnogramma, Hecistopteris, Hemionitis, Jamesonia, Notholaena, Pellaea, Pityrogramma, Polytaenium, Pteris, Radiovittaria, Trachypteris, Vittaria.</i>
	30. Saccolomataceae	<i>Saccoloma.</i>
	31. Salviniaceae	<i>Azolla, Salvinia.</i>
	32. Tectariaceae	<i>Tectaria, Triplophyllum.</i>
	33. Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris, Thelypteris.</i>
	34. Woodsiaceae	<i>Athyrium, Cystopteris, Diplazium, Woodsia.</i>

## DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE LAS PTERIDÓFITAS EN BOLIVIA

Bolivia se encuentra entre los 11 países con mayor diversidad de plantas del mundo, contradictoriamente hasta hace pocos años los estudios sobre pteridófitas eran prácticamente inexistentes. Esta situación cambió hace 30 años con el incremento de la actividad en los herbarios bolivianos, donde tomaron relevancia los trabajos de investigación y la colecta de especímenes. Los estudios sobre pteridófitas muestran que Bolivia presenta una de las floras más variadas del planeta, pueden aportar casi en un

20% a la diversidad de los bosques tropicales húmedos, estimándose aproximadamente 1.500 especies.

En Bolivia la mayor concentración de especies de pteridófitas se encuentra entre los 1.000 y 2.000 m en los bosques húmedos montanos de la provincia Yungueña Peruano-Boliviana (La Paz y Cochabamba), seguido de la provincia Boliviano-Tucumano de la Región Andina Tropical (Figuras 8 y 9). Contrariamente la menor riqueza se encuentra

también en esta misma región en las provincias Puneña Mesofítica y Xerofítica. La riqueza de especies decrece en el resto de las regiones como son la Brasileño-Paranaense, Amazónica y Chaqueña.

Respecto al estado de conocimiento, los informes publicados varían según los criterios utilizados por los especialistas de estos grupos. Uno de los últimos trabajos menciona 1.192 especies de pteridófitas registradas para Bolivia. Entre los géneros con mayor riqueza específica están *Elaphoglossum*, *Asplenium*, *Thelypteris*, *Selaginella*, *Adiantum*, *Hymenophyllum* y *Trichomanes*, encontrándose bastante bien representados en el piso Montano donde la diversidad es una consecuencia de la variación topográfica y las condiciones climáticas.

A pesar de toda la información publicada, la riqueza específica a nivel regional y local aún se encuentra subestimada. Existen zonas que por sus características pueden ser consideradas potencialmente ricas en especies, las que están bastante alejadas y son de difícil acceso como la Cordillera de Mosestenes, la parte Amazónica Norte, etc. Los lugares con un mayor esfuerzo de muestreo se encuentran en las áreas protegidas que cubren solo el 16% de la superficie de Bolivia. Entre los géneros menos estudiados taxonómicamente y que incrementan considerablemente año a año el número de especies están *Ceradenia*, *Elaphoglossum*, *Lellingeria* y *Selaginella*, entre otros. (I. Jiménez 2013 com. pers.).

Las pteridófitas en general presentan un bajo nivel de endemismo en Bolivia, debido a su eficiente sistema de dispersión y reproducción a través de esporas; lo que conlleva



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

**Figura 8.** En los bosques de Yungas, es común ver los troncos de los árboles cubiertos con licófitas y helechos epífitos, musgos y hepáticas.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

**Figura 9.** La Siberia (Santa Cruz, Bolivia) presenta una alta riqueza específica de licófitas y helechos.

va el ocupar tipos de hábitats particulares como quebradas y paredes rocosas. Contrariamente, aquellas pocas especies que poseen distribución restringida están condicionadas a requerimientos ecológicos específicos, propios de algunos sistemas ecológicos como se dan en los bosques montanos húmedos de los Yungas de La Paz y Cochabamba; los que poseen características particulares de altitud, clima, fisiografía, geología y suelos. Las especies endémicas también dependen en cierto grado de la dinámica

de los hábitats donde la estructura del ecosistema no sea fuertemente degradada por la actividad antrópica.

En el Cuadro 3 se presentan 122 especies que forman parte de la lista roja de especies de pteridófitas de Bolivia según Kessler *et al.* (2006), para el análisis éste autor siguió los criterios establecidos por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), la gran mayoría son especies endémicas y con alguna categoría de amenaza.

**Cuadro 3.** Lista roja de pteridófitas de Bolivia.

FAMILIA	ESPECIE
Aspleniaceae	<i>Asplenium ayopayense</i> , <i>A. basispicum</i> , <i>A. bolivianum</i> , <i>A. trilobatum</i> , <i>A. tunquiniense</i> .
Blechnaceae	<i>Blechnum anthracinum</i> , <i>B. bolivianum</i> , <i>B. bruneum</i> , <i>B. cochabambense</i> , <i>B. reflexum</i> , <i>B. repens</i> , <i>B. squamatum</i> , <i>B. vallegrandense</i> .
Cyatheaceae	<i>Alsophila minervae</i> , <i>A. mostellaria</i> , <i>Cyathea arnecornelii</i> , <i>C. bettinae</i> , <i>C. carolihenrici</i> , <i>C. zongoensis</i> .
Dennstaedtiaceae	<i>Hypolepis minima</i> .
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum accedens</i> , <i>E. angustissimum</i> , <i>E. ayopayaense</i> , <i>E. cardioglossum</i> , <i>E. carrascoense</i> , <i>E. choquetangae</i> , <i>E. cotapatense</i> , <i>E. cruzense</i> , <i>E. elkeae</i> , <i>E. ellenbergianum</i> , <i>E. filipes</i> , <i>E. gonzalesiae</i> , <i>E. madidiense</i> , <i>E. mandonii</i> , <i>E. pannosum</i> , <i>E. paucinervium</i> , <i>E. rosettum</i> , <i>E. semisubulatum</i> , <i>E. solomonii</i> , <i>E. sunduei</i> , <i>Megalastrum alticola</i> , <i>M. aureisquama</i> , <i>M. bolivianum</i> , <i>M. marginatum</i> , <i>M. villosulum</i> , <i>M. yungense</i> , <i>Polystichum albomarginatum</i> , <i>P. amboroensis</i> , <i>P. bachii</i> , <i>P. chaparensis</i> , <i>P. congestum</i> , <i>P. giganteum</i> , <i>P. lepidotum</i> , <i>P. paramicola</i> .
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum capurroi</i> , <i>H. herzogii</i> , <i>H. latorum</i> .
Isoetaceae	<i>Isoeteses hbaughii</i> .

## Cont. Cuadro 3.

FAMILIA	ESPECIE
Lycopodiaceae	<i>Huperzia acuta</i> , <i>H. pflanzii</i> .
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum poloense</i> , <i>Ceradenia ayopayana</i> , <i>C. comosa</i> , <i>C. jimenezii</i> , <i>C. kalawayae</i> , <i>C. madidiensis</i> , <i>C. mirabilis</i> , <i>C. nudicarpa</i> , <i>C. pilipalaea</i> , <i>C. setosa</i> , <i>C. similis</i> , <i>C. tunquiniensis</i> , <i>Grammitis setosora</i> , <i>Lellingeria carrascoensis</i> , <i>L. humilis</i> , <i>L. obovata</i> , <i>L. simacensis</i> , <i>Melpomene allosuroides</i> , <i>M. jimenezii</i> , <i>Micropolypodium williamsii</i> , <i>Platycterium andinum</i> , <i>Serpocaulon concolorum</i> , <i>S. silvulae</i> , <i>Terpsichore bastiani</i> , <i>T. clathrata</i> , <i>T. praeceps</i> , <i>T. sailapatae</i> .
Pteridaceae	<i>Adiantum solomonii</i> , <i>A. squamulosum</i> , <i>A. tuomistoanum</i> , <i>Cheilanthes glutinosa</i> , <i>Eriosorus angustus</i> , <i>E. ascendens</i> , <i>E. madidiensis</i> , <i>E. stuebelii</i> , <i>Pteris boliviensis</i> .
Selaginellaceae	<i>Selaginella alampeta</i> , <i>S. angustifolia</i> , <i>S. arroyoana</i> , <i>S. bryophila</i> , <i>S. chiquitana</i> , <i>S. glossophylla</i> , <i>S. mastospora</i> .
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris beckii</i> , <i>T. buchtienii</i> , <i>T. chaparensis</i> , <i>T. cochacola</i> , <i>T. fasciola</i> , <i>T. fayorum</i> , <i>T. inaequilateralis</i> , <i>T. jivani</i> , <i>T. lumbricoides</i> , <i>T. madidiensis</i> , <i>T. pilonensis</i> , <i>T. rosulata</i> , <i>T. sapechoana</i> .
Woodsiaceae	<i>Athyrium latinervatum</i> , <i>Diplazium bipinnatum</i> , <i>D. bolivianum</i> , <i>D. yuyoense</i> .

Respecto al estado de conservación, se debe mencionar que la riqueza de especies se ha visto seriamente afectada en los últimos años por procesos de perturbación acontecidos en las laderas húmedas de los Andes, así como la colecta descontrolada por parte de los comerciantes. Según Soria-Auza & Kessler (2007), 116 especies corresponden al 10% de las especies conocidas, las mismas que tendrían alguna categoría de amenaza. La especie *Cyathea*

*zongoensis* se encuentra en peligro crítico teniendo prioridad para la conservación. Las especies consideradas en peligro son *Blechnum anthracinum*, *B. cochabambense*, *B. reflexum*, *Ceradenia madidiensis*, *Elaphoglossum mandonii*, *E. paucinervium*, *Polystichum bachii*, *P. lepidotum*, *Selaginella glossophylla* y *Serpocaulon silvulae*; y las restantes se determinaron en la categoría de vulnerables.

También se tienen registros de las especies de los Cerrados, que merecen observación en los próximos años. Es el caso de *Selaginella arroyoana*, una especie rara y vulnerable al cambio del clima que se distribuye en Las Gamas (P. N. Noel Kempff Mercado) y en las mesetas de Santa Bárbara y Santiago de Chiquitos (Wood, 2010). Se concluye que la tarea de monitoreo de la vegetación para fines de conservación es un trabajo continuo y aún poco desarrollado.

## ROL ECOLÓGICO

De acuerdo al tipo de ecosistema y principalmente en los bosques húmedos montanos de los Yungas, se destaca la relevancia ecológica de las licófitas y los helechos que componen la comunidad vegetal. El sotobosque cuyos componentes son muchas especies de helechos herbáceos y arbóreos de las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae, conforman parte del dosel arbóreo del bosque; en conjunto participan en los ciclos de la materia y energía cuyo mantenimiento es fundamental para asegurar las condiciones ambientales esenciales para la vida. Entre los servicios ambientales o ecosistémicos se destaca el rol que juegan como organismos autótrofos en la regulación del clima local. Algunas especies son indicadoras del grado de perturbación o conservación de un ecosistema como las especies del género *Hymenophyllum*.

Algunas licófitas y helechos están presentes en las primeras etapas de los procesos de regeneración (Figura 10), como parte del proceso dinámico natural denominado “sucesión ecológica”. Es así que cuando los ecosistemas son degradados de manera natural o por intervención del

hombre, pueden estar presentes entre las primeras herbáceas colonizadoras. También participan en el control de los procesos erosivos formando parte de la vegetación que protege las cuencas fluviales.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

**Figura 10.** Comunidad de licófitas y helechos en los bordes de senderos y caminos.

## USOS Y APLICACIONES

La importancia económica de las licófitas y los helechos está dada por su valor ornamental, artesanal, comestible, medicinal y agrícola. Opuestamente también se tienen helechos perjudiciales como *Pteridium* que es considerada como una maleza invasora de pastizales y terrenos agrícolas. En ecosistemas acuáticos como lagos y ríos de Asia, África, Nueva Zelanda y Australia, la especie *Salvinia modesta*, cubre totalmente la superficie causando problemas en el transporte y la pesca.

**Ornamental.** Es el uso más conocido y comúnmente se comercializan como plantas ornamentales de interior y exterior. Las especies de los géneros *Adiantum*, *Asplenium*, *Huperzia*, *Nephrolepis*, *Platycterium* y *Pteris*, son las que mayor demanda tienen en los viveros y mercados nacionales e internacionales (Figura 11A).

**Artesanal.** En nuestro medio son muy usadas las especies de los géneros *Cyathea* y *Dicksonia* para la fabricación de macetas (Figura 11B). En la industria de arreglos florales y guirnaldas son muy usados por su valor estético como follaje las especies de *Asplenium*, *Blechnum*, *Dryopteris wallichiana*, *Lophosoria*, *Niphidium*, etc. (Figura 11C).

**Comestible.** Son pocas las especies conocidas en Sudamérica que sirven como alimento o bebida. Las especies *Asplenium squamosum* y *Dennstaedtia glauca*, conocidas como Ullpu, son empleadas en ensaladas, como se consumen los espárragos. Como acompañamiento para preparar cerdo al horno, se usa *Pteridium arachnoideum*, conocida como Llashipa en el sur de Ecuador. En la preparación de bebidas en los Andes se denota el uso de *Polypodium* sp. y *Elaphoglossum* sp. No se encontraron reportes específicos de helechos comestibles para Bolivia.

**Medicinal.** Las especies del género *Equisetum* (Figura 11D), son bastante usadas en la medicina tradicional para curar las infecciones urinarias, la más comercializada es *E. giganteum* (Cola de caballo), también usada para curar la diabetes. Entre otras especies están *Adiantum* cf. *orbignyanum* (Duradilla, Llama Chaki) para el dolor de estómago; *Cheilanthes* cf. *myriophylla*, *Ch. pruinata* (Duradilla) usadas como anticonceptivo y para evitar hemorragias durante el parto; *Notholaena* sp. (Duradilla) para dolores de estómago posteriores al parto. El mucilago que es producido por algunas especies de *Blechnum* y *Cyathea*, es utilizado para detener las hemorragias y como cicatrizante.

**Agrícola.** En las culturas aymara y quechua el género *Azolla* es muy común en los sucacolloos o sukakollus (canales de riego intercalados con áreas de cultivo), aporta nitrógeno a las tierras aledañas y a los cultivos. Este helecho es utilizado como bio-abono también en otras culturas de las tierras bajas.

En la zona Altoandina predomina el ganado camélido y los humedales están muy relacionados con la importancia forrajera de las especies vegetales como ser hierbas graminoides y otras herbáceas entre las que se desarrollan las pteridófitas de los géneros *Azolla* e *Isoetes*.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

*Nephrolepis* spp., tienen valor como plantas ornamentales.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

Los helechos arbóreos de los géneros *Dicksonia* y *Cyathea* son utilizadas para la elaboración de macetas.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

Las hojas de *Niphidium* spp., son utilizadas y valoradas en los arreglos florales.



FERNÁNDEZ TERRAZAS, E.

Las especies de *Equisetum* spp., son utilizadas contra las infecciones de los riñones y para la diabetes.

**Figura 11.** Usos y aplicaciones de las pteridófitas

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Ivan Jiménez y Mirtha Cadima por sus aportes y complementaciones en la elaboración del presente documento. A Danny Rejas por la revisión y sugerencias del texto. A Michel Jégu por el asesoramiento en la toma de fotografías. A la Universidad Mayor de San Simón, al Herbario Forestal Nacional “Martín Cárdenas” y al Missouri Botanical Garden por todo el apoyo recibido.

## GLOSARIO

**Abaxial.** El envés de la hoja.

**Adventicia.** Se aplica a las raíces que se forman en los tallos aéreos y subterráneos.

**Apical.** Que se encuentra o forma en el ápice.

**Circinado.** Enrollado sobre su eje transversal desde el ápice hasta la base.

**Criptógama.** Plantas u organismos de otros reinos (Fungi, Monera, Chromista, Protozoa), los que antiguamente eran considerados como plantas, que se caracterizan por tener ocultos sus órganos reproductores.

**Esporangio.** Estructura donde se forman las esporas.

**Esporofito.** La planta diploide, vegetativa o productora de esporas.

**Dimorfismo foliar.** Diferencia morfológica entre la hoja fértil y la hoja estéril. Las hojas fértiles producen esporas y son de menor tamaño; las hojas estériles no producen esporas y son de mayor tamaño.

**Eusporangiado.** Se aplica a pteridófitas que tienen esporangios con paredes de varios estratos de células y número indeterminado de esporas.

**Filogenia.** Relaciones evolutivas de las poblaciones de organismos; historia del desarrollo de un grupo de organismos.

**Gametofito.** Generación portadora de los órganos sexuales.

**Gametangios.** Órganos sexuales donde producen los gametos las pteridófitas. Los gametangios masculinos son los anteridios y los gametangios femeninos son los arquegonios.

**Leptoesporangiado.** Se aplica a las pteridófitas que tienen esporangios con pared uniestratificada, con pedicelo largo y delicado.

**Marginal.** En el borde o unido al mismo.

**Mucílago.** Sustancia secretada por las plantas, relacionada con las gomas, que en combinación con el agua, toman una consistencia viscosa o gelatinosa.

**Prefoliación.** Forma de desarrollo de las hojas o frondes dentro de la yema.

**Prótalo.** Estructura haploide que deriva de la germinación de una espora, sobre el mismo generalmente se forman los anteridios y arquegonios.

**Raquis.** Eje principal o primario de una lámina pinnada o más dividida.

**Taloide.** Plantas que no presentan raíces, tallo u hojas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, E. & D. Delgado. 2013. Helechos y licófitas (Plantae) de la Siberia y alrededores, departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, Bolivia. (en prensa).
- Kessler, M., L. Betz & S. Roedde. 2006. Red list of the pteridophytes of Bolivia. <http://www.systbot.uzh.ch/static/fernsofbolivia> (Fecha de consulta: 27/marzo/2013).
- Moran, R.C. 2009. Los géneros neotropicales de helechos y licófitas: Una guía para estudiantes. San José, Costa Rica. 446p.
- Moran, R. 2004. A natural history of ferns. U.S.A. 301p.
- Navarrete, H., B. León, J. Gonzales, D. K. Aviles, J. Salazar, F. Mellado, J. Alban & B. Øllgaard. 2006. Pp. 385-411. Helechos. Botánica económica de los Andes centrales. En: Moraes, M., B. Øllgaard, L.P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Eds). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Rodríguez, W. 2001. Estudio de las plantas vasculares sin semillas (Helechos, lycopodios, selaginelas y equisetos) del Parque Regional Arví. Medellín, Colombia. 270p.
- Smith, A., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider & P.G. Wolfs. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon*, 55 (3): 705-731.
- Soria-Auza, R.W. & M. Kessler. 2007. Estado de conocimiento y conservación de los helechos y plantas afines en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42 (2): 136-147.

Sundue, M. 2011. Vol. 1. Pp. 37-464. Licófitas y helechos. En: Nee, M. (Ed). Flora de la región del Parque Nacional Amboró, Bolivia. Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia.

Tryon, R.M. & A.F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants, with special reference to Tropical America. Springer-Verlag: New York. Pp. 1-857.

Vandebroek, I. & E. Thomas. 2003. Plantas medicinales para la atención primaria de la salud. Cochabamba, Bolivia. Pp. 87-95.

Wood, J (Ed). 2010. Libro rojo de las plantas de los cerrados del Oriente Boliviano. Santa Cruz, Bolivia. 153p.

[www.plantsystematics.org](http://www.plantsystematics.org) (Fecha de consulta: 30/Abril/2013).

[www.tropicos.org/Project/BC](http://www.tropicos.org/Project/BC) (Fecha de consulta: 1/Mayo/2013).