



# TALLER TURBERAS, ECOTURISMO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

C. León Valdebenito, G. Oliván Martínez & E. Fuertes Lañala



PROYECTOS AECID A/025081/09  
Cooperación UCM 4138114 • AECID A/030011/10  
Universidad Complutense de Madrid- España



**DISEÑO:**

Carolina León Valdebenito & Gisela Oliván Martínez

**FOTOGRAFÍAS:**

Alfonso Benítez Mora

**CONTACTO:**

cleonval@pdi.ucm.es

**MÁS INFORMACIÓN EN:**

[www.turberas.cl](http://www.turberas.cl)

**FINANCIAMIENTO:**

Proyectos AECID A/025081/09, Cooperación UCM 4138114, AECID A/030011/10.

**AGRADECIMIENTOS:**

I. Municipalidad de Dalcahue, Mirador de Chepu, Fundación Senda Darwin y Yanet Medina (Fundación Omora).

**© 2011 TURBERAS CHILOÉ**

El contenido de este documento puede ser reproducido libremente para fines académicos, divulgativos y para otros propósitos no comerciales, otorgándosele el crédito correspondiente a los autores.

## I. TURBERAS

### ¿Qué son las turberas?

Las turberas son humedales formados por la acumulación de turba y que poseen una vegetación actual formadora de turba (Martínez- Cortizas *et al.*, 2009).

En estas áreas se deposita materia orgánica en distintos estados de degradación anaeróbica (sin presencia de oxígeno). Estos depósitos se forman en depresiones de terreno o sobre sustratos rocosos oligotróficos, donde se acumula agua o ésta fluye lentamente bajo un régimen pluvial (lluvias) permanente (Schlatter & Schlatter, 2004).

En estos lugares, una vez rellenos de material vegetal que sobresale generalmente del nivel freático, se forma un estrato superficial biológicamente activo, conformado por asociaciones de vegetales, entre las que predomina *Sphagnum* sp., planta hidrófita con gran capacidad de retener humedad (Iturraspe & Roig, 2000). Estas plantas tienen la capacidad de absorber iones básicos y liberar iones hidrógeno selectivamente, incrementando así la acidez del medio. Esta acidez, combinada con una baja disponibilidad de oxígeno, inhibe la supervivencia de varios organismos, incluyendo a los descomponedores. Es por esto que la materia orgánica tiende a acumularse, formando así la turba (Schofield, 1985).



Turbera Laguna Los Caulles, Dalcahue, Chiloé

### ¿Qué es la turba?

La turba es materia orgánica muerta que ha sido formada en un lugar. Este material consta de 90 % de agua y 10% de restos de plantas (briófitos, líquenes, herbáceas de medios húmedos, entre otros). La turba se forma bajo condiciones donde el material vegetal se conserva por miles de años debido a una combinación de saturación permanente de agua, bajos niveles de oxígeno y altos niveles de acidez. (CKPP, 2008)



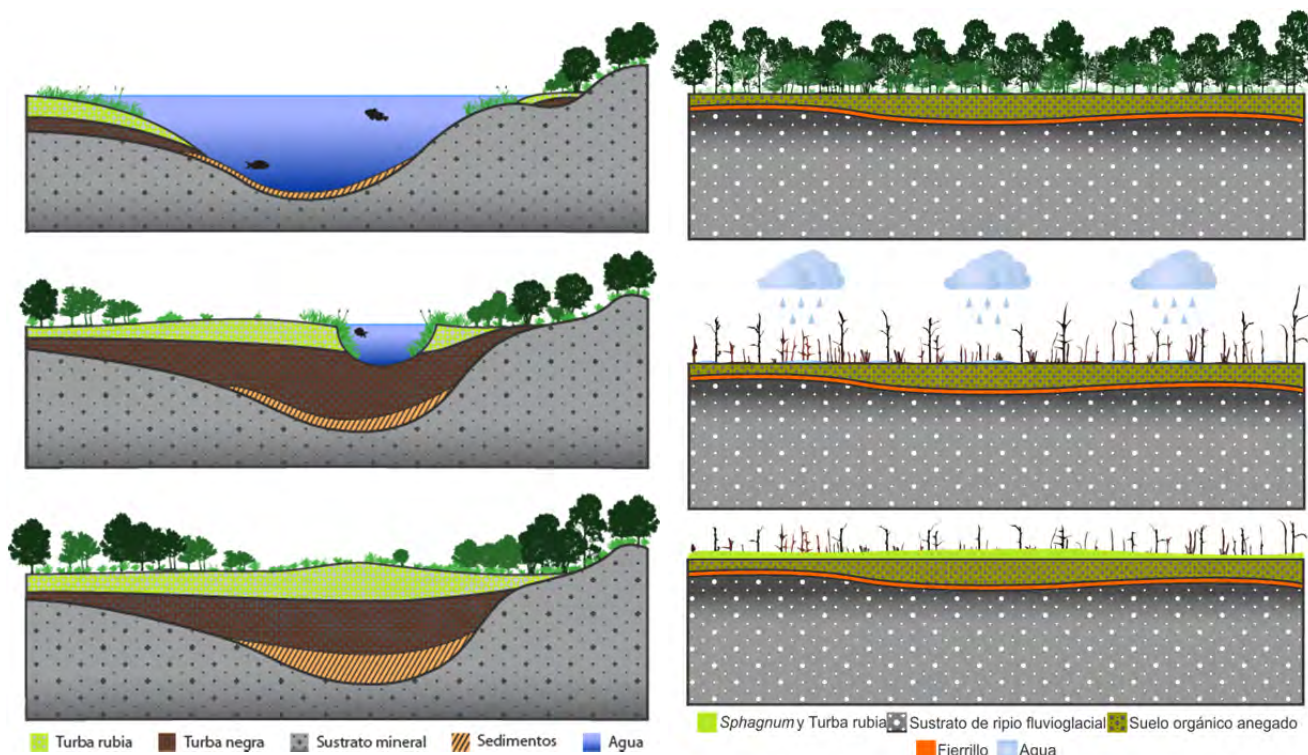
Pequeño testigo de turba

### ¿Cómo se formaron las turberas en Chiloe?

Durante las eras glaciares del Pleistoceno, gran parte del territorio de la Décima Región de Los Lagos-Chile fue afectado por una intensa actividad glacial (Porter, 1981). Casquetes glaciares cubrieron el valle central de esta zona (Hauser, 1996), así como la parte de la actual Isla Grande de Chiloe, formando un paisaje caracterizado por hielo y material sedimentario (Zegers *et al.*, 2006). El descenso de la actividad glacial debido al progresivo aumento de la temperatura que se inició hace unos 13.000 años determinó el retiro de los glaciares, dejando grandes masas de agua producto de la fusión del hielo, lo que permitió la formación de grandes lagos y lagunas glaciares (Porter, 1981). En estos sectores de restringido drenaje, se generaron especiales condiciones climáticas que favorecieron el dominio de musgos del género *Sphagnum*, que permitió la importante acumulación de materia orgánica, que con posterioridad se transformaron en extensas turberas (Hauser, 1996).

Por otra parte, en la Región de Los Lagos es posible encontrar otras áreas dominadas por *Sphagnum*, que corresponden a sitios colonizados por este musgo tras la quema o tala rasa de bosques desarrollados sobre suelos de tipo Ñadi. Estos suelos de origen volcánico, delgados y ricos en materia orgánica, están compuestos por una capa inferior que es un sustrato de ripio de origen fluvio-glacial (aguas procedentes de la fusión de glaciares). Sobre éste se encuentra una capa impermeable de óxidos de hierro, aluminio y sílice, llamado "fierrillo", que provoca las condiciones de saturación de agua y drenaje deficiente y una capa superior de materia orgánica (Ramírez *et al.*, 1996).

Las condiciones de anegamiento que presentan estos sitios durante gran parte del año, favorecen la colonización, establecimiento y posterior acumulación de *Sphagnum*, formándose así turberas que han sido llamadas antropogénicas o, "Pomponales" (localmente) (Zegers *et al.*, 2006). En consecuencia, a estos ecosistemas se les ha concedido un origen antrópico, producto de la intensa degradación del bosque nativo, producida principalmente después de 1850, con la colonización europea (Armesto *et al.*, 1994).



Proceso de formación de una turbera de origen glaciar

Proceso de formación de una turbera antropogénica

### ¿Cómo se caracterizan las turberas?

Existen numerosas formas de caracterizar y clasificar las turberas, en esta ocasión tomaremos como referencia la citada por Roig & Roig (2004) y nos concentraremos en las características superficiales que nos darán información del estado actual de las turberas.

**a) Concentración de nutrientes o estado nutricional:** una de las características más divulgadas es que las turberas son ecosistemas que tienen un bajo contenido de nutrientes, pero esto puede tener matices y en base a esto se pueden asignar distintos tipos de turberas.

- **Turberas eutróficas:** son aquellas que poseen niveles altos de nutrientes especialmente de minerales como carbonato de calcio. Normalmente tienen pHs entre 6 y 7.
- **Turberas oligotróficas:** son aquellas que tienen una baja disponibilidad de nutrientes. Sus pHs fluctúan entre 3 y 4.
- **Turberas mesotróficas:** son aquellas que presentan condiciones intermedias.

**b) Origen del agua que abastece a las turberas:** el origen del agua está directamente relacionado con el origen de los nutrientes de las turberas y dependiendo de esta condición podemos encontrar los siguientes tipos:

- **Turberas ombrotróficas:** son aquellas en las cuales el agua proviene exclusivamente de precipitaciones de lluvia, por lo que su fuente de nutrientes es la atmósfera. Estas no reciben aportes de aguas subterráneas. Normalmente estas turberas son oligotróficas por la baja disponibilidad de nutrientes en la atmósfera
- **Turberas minerotróficas:** son aquellas que reciben aporte de aguas superficiales, subterráneas o ambas. En este caso, los nutrientes provienen de los suelos y sustratos minerales, por lo que al tener concentraciones más altas de nutrientes estas turberas normalmente son eutróficas o mesotróficas.
- **Turberas de transición:** son aquellas que presentan características intermedias entre minerotróficas y ombrotróficas.

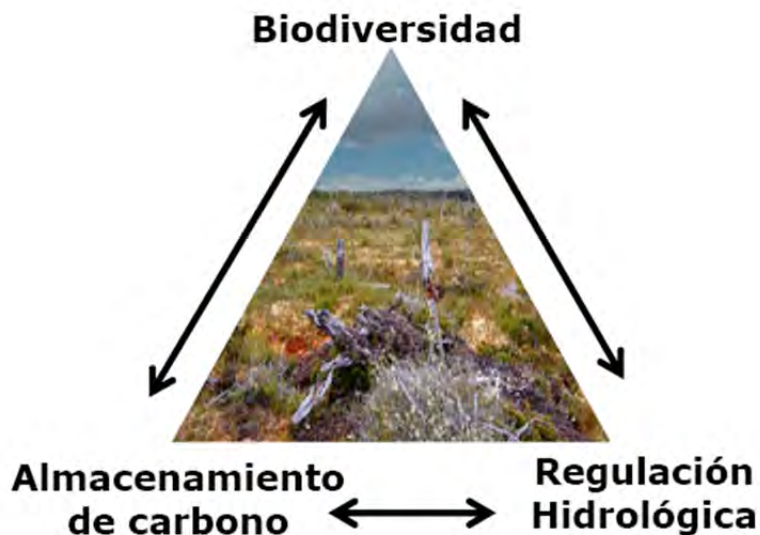
**C) Comunidades vegetales dominantes:** en sentido estricto si consideramos la vegetación de ambientes donde existe una acumulación de turba de gran espesor, podemos distinguir para el sur de Sudamérica cinco tipos de turberas donde las especies dominantes y que definen los grupos son: *Donatia fascicularis*; *Astelia pumila*, *Rostkovia magellanica*, *Sphagnum fimbriatum* y *Sphagnum magellanicum*. Sin embargo, en Chiloé de forma preliminar encontramos dos grupos, donde las especies dominantes y que conforman la matriz son:

- **Turberas de *Donatia* y *Astelia*:** las especies dominantes son *Donatia fascicularis* y *Astelia pumila*. Éstas forman cojines compactos, duros y abultados, rodeados de pequeños riachuelos y pozones. Estas turberas están restringidas a las altas cumbres de la Cordillera de Piuchén (Villagrán, 2002).
- **Turberas de *Sphagnum*:** la especie que forma la matriz de estas turberas es *Sphagnum magellanicum*, la cual constituyen cojines laxos de color rojizo. Éstas están distribuidas en toda la Isla Grande y son las más comunes en Chiloé.

### ¿Por qué son importantes las turberas?

Las turberas prestan importantes servicios ecosistémicos, esto significa que entregan beneficios a las personas y al planeta. A continuación mencionamos los más importantes.

- **Conservación de la biodiversidad:** desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, puesto que son refugio de algunas de las especies más raras e inusuales de la flora y fauna dependiente de los humedales (Ramsar, 2004).
- **Regulación del ciclo hidrológico:** intervienen en el ciclo hidrológico, debido a su gran capacidad de retener agua. Estos ecosistemas son recargados por precipitaciones y el agua que es captada se libera gradualmente hacia las cuencas. También influyen directamente en la calidad del agua, ya que operan como filtro natural hacia las aguas subterráneas, reduciendo la movilización y transporte de sedimentos y fijando compuestos nocivos como metales pesados (Martínez Cortizas *et al.*, 2009).
- **Almacenamiento de carbono:** gracias a la acumulación de las capas de turba, participan en la fijación de carbono (en mayor medida que los bosques). Contienen aproximadamente 1/3 de las reservas de carbono del mundo, las cuales son el resultado de un lento proceso de acumulación (Clymo *et al.* 1998), siendo *Sphagnum* el principal género involucrado (Gerdol *et al.*, 1996).
- **Archivos paleoambientales y arqueológicos:** a través de la acumulación de turba constituyen archivos paleoambientales que sirven para reconstruir los cambios paisajísticos del pasado y los climas anteriores. También es el tipo de humedal más importante para el patrimonio cultural, especialmente por su capacidad de preservar restos arqueológicos y el registro paleobiológico sumergidos en agua y en condiciones de desoxigenación (Ramsar, 2004).
- **Productos comercializables:** tanto la turba como el *Sphagnum* vivo es usado en horticultura como retenedor de nutrientes, se utiliza además como aislante térmico, como piso orgánico, como filtros y como combustible fósil (Henríquez, 2004).



Relación de los principales servicios ambientales de las turberas

## ¿Cuáles son las consecuencias de la destrucción de las turberas en Chiloé?

La extracción del musgo vivo y la explotación de turba han iniciado una preocupante degradación de estos ecosistemas, afectando directamente los servicios ecosistémicos que prestan. Se pierde biodiversidad endémica; se elimina valiosa información científica que se ha almacenado durante miles de años; desaparece una belleza paisajística singular con gran potencial turístico y recreativo, entre muchos otros servicios afectados.

La sobreexplotación y las malas prácticas de cosecha, llevan a un agotamiento del recurso, no hay regeneración y en consecuencia se perderá esta actividad económica en la isla.

Otro elemento importante es el rol de reservorios de agua dulce, ya que la Isla Grande no tiene un suministro de agua a partir de deshielos de montañas como ocurre en el continente, su única fuente de agua proviene del almacenamiento de las precipitaciones de lluvia (Zegers *et al.*, 2006) y bajo el contexto climático actual, en un escenario donde el nivel de precipitaciones ha bajado, el almacenamiento de agua y gestión de los recursos hídricos es vital para la isla.

Finalmente, las turberas han secuestrado y almacenado carbono atmosférico durante miles de años, pero a nivel global la degradación de las mismas es responsable de más de 3000 millones de toneladas de dióxido de carbono por año, lo que representa cerca del 10% de todas las emisiones antropogénicas globales.

Los suelos de turba son inmensos almacenes de carbono, que guardan cerca de 550 Gt de este elemento, una cantidad similar al disponible en las reservas de carbón de origen fósil (585 Gt), y dos veces la biomasa forestal global. Cuando los suelos de turba normalmente húmedos entran en contacto con el aire comienzan a oxidarse y descomponerse, liberando dióxido de carbono (Joosten & Couwenberg, 2008), lo que revierte su rol de fijadores de carbono, transformándose en emisores de CO<sub>2</sub> y contribuyentes nocivos al cambio climático.



Sacos con *Sphagnum* cosechado

## II. ECOTURISMO

### Introducción

El ecoturismo se puede definir como aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar áreas naturales con el fin de disfrutar y apreciar la naturaleza (así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado), que promueve la conservación, tiene bajo impacto de visita y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales (Drumm & Moore, 2005).

El ecoturismo debe:

- Tener un bajo impacto sobre los recursos de las áreas naturales protegidas
- Involucrar a los actores (individuales, comunidades, ecoturistas, operadores turísticos e instituciones gubernamentales) en las fases de planificación, desarrollo, implementación y monitoreo.
- Respetar las culturas y tradiciones locales.
- Generar ingresos sostenibles y equitativos para las comunidades locales y para tantos actores participantes como sea posible, incluidos los operadores turísticos privados.
- Generar ingresos para la conservación de las áreas protegidas.
- Educar a todos los actores involucrados acerca de su papel en la conservación.

(Drumm & Moore, 2005; Gómez & Martínez, 2009)

Este tipo de turismo ha crecido en el último tiempo, en gran medida por el interés que despierta la naturaleza en la sociedad, convirtiéndose en una importante fuente de ingresos para las poblaciones locales y para la conservación de la naturaleza.

Para los organismos administradores de espacios naturales, las visitas de turistas representan una oportunidad de mostrar sus cualidades y difundir su importancia a la sociedad, al mismo tiempo que significa una fuente de recursos que contribuyen a su mantenimiento y conservación (Kuper, 2009).

Dentro de las definiciones, existen términos relacionados que están frecuentemente conectados al ecoturismo pero no son sinónimos; a continuación mencionamos algunos.

**Turismo de naturaleza:** este tipo de turismo está basado en la visita de atractivos naturales y está estrechamente relacionado al ecoturismo pero no involucra necesariamente la conservación o la sustentabilidad. Este es el tipo de turismo que existe actualmente en muchas de las áreas naturales sin que se establezca un plan ni se promuevan medidas para la conservación (Drumm & Moore, 2005).

**Turismo de naturaleza sustentable:** este tipo de turismo está muy cerca del ecoturismo pero no cubre todos los criterios del verdadero ecoturismo. Por ejemplo, una tirolesa que lleva visitantes a través de la cubierta de follaje de un bosque puede generar beneficios para la conservación y educar a los visitantes, pero su alto grado de mecanización crea barreras entre el visitante y el ambiente natural, por lo cual sería inapropiado describirlo como una iniciativa ecoturística. En áreas altamente visitadas y alteradas, el turismo de naturaleza sustentable puede ser una actividad apropiada (Drumm & Moore, 2005).

**Turismo científico:** es aquel que tiene como objetivos específicos la investigación. En estos proyectos los turistas experimentan, estudian y disfrutan un ambiente natural. Dichos proyectos podrían ser considerados como ecoturísticos porque proporcionan información acerca de la ecología del área mientras cumplen con todos los otros criterios del ecoturismo (Drumm & Moore, 2005).

En Chile, podemos destacar el Proyecto de Turismo Científico del CIEP y ExplorAysen, donde los visitantes pueden participar en exploraciones, investigaciones y viajes con un alto contenido científico. De este modo generan oportunidades que pueden apoyar las metas de investigaciones así como la transferencia de conocimientos al público no especialista. (DTS-CIEP, 2010).



**Turismo cultural o de patrimonio cultural:** este tipo de turismo presenta como atractivo las tradiciones locales y su gente. En el sentido más estricto en este tipo, el visitante aprende la cultura autóctona más que simplemente presenciar una de sus manifestaciones aisladas. Por ejemplo hacer labores agrícolas o participar en una minga. Este tipo de turismo es un elemento del ecoturismo (Drumm & Moore, 2005).

### Ecoturismo con lupa

En el caso de las turberas nuestra propuesta es desarrollar un programa ecoturístico en distintas modalidades como el turismo ornitológico que se basa en la observación de aves in situ o el ecoturismo con lupa. En este taller nos enfocaremos exclusivamente a este último.

El ecoturismo con lupa es una innovadora forma de exploración a la naturaleza, iniciada el año 2002 en el extremo sur de Chile por la Universidad de Magallanes y la Fundación Omora, que ha tenido excelentes resultados y ha conseguido reconocimiento a nivel internacional (Roach, 2006; Vesely, 2010).

Este tipo de ecoturismo, se basa en la observación de briófitos y líquenes que normalmente son ignorados por su pequeño tamaño, pero que al detenerse a observarlos se descubre un atractivo mundo.

Rozzi (2006) expone que en 50 metros de una quebrada boscosa, los estudiantes, científicos y turistas pueden pasar horas descubriendo mundos de colores, formas foliares e historias de vida desconocidas en los textos y aulas de educación formal. Desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, el "turismo con lupa" presenta la gran ventaja de impactar áreas muy pequeñas; un par de hectáreas son suficientes para descubrir centenares de especies, formas de crecimiento, comunidades bióticas, "microecosistemas", etc.

En las turberas podemos encontrar un gran número de organismos como aves o plantas vasculares, sin embargo los protagonistas pasan desapercibidos por su pequeño tamaño. Briófitos y líquenes son fundamentales en la composición florística de las turberas, pero lamentablemente son los grupos más desconocidos en la botánica chilena. Para conocer en detalle estos organismos, ver partes III y IV de esta guía.

Para practicar este tipo de ecoturismo, lo primero y más importante que debemos hacer es cambiar la escala de observación; como debemos concentrarnos en pequeños organismos, necesitaremos un instrumento que amplíe lo que estamos observando, una lupa; también nos será muy útil contar con una guía de campo para la identificación de las plantas y finalmente tener muchas ganas de descubrir un nuevo mundo.

### LUPAS

La lupa es una lente de aumento hecha de vidrio (a veces de plástico), que nos permitirá ver y estudiar pequeños organismos. Existen numerosas tipos de lupas que pueden variar en su carcasa, tamaño y poder de aumento.

- **Tamaño:** se mide a través del diámetro de la lente Ej. 13 mm, 18 mm, 50 mm, etc. Lentes de gran diámetro permiten el ingreso de más luz, lo que es bueno para la observación, sin embargo, estas mismas lentes tienen una área óptica útil más pequeña cerca del centro que las de menor diámetro.
- **Aumento:** se representa por un número seguido de una "X", esta X indica la cantidad por la que se multiplica el tamaño real del objeto observado, por ejemplo una lupa de 2X aumenta el tamaño de lo que estamos viendo dos veces. Cabe tener en cuenta que cuanto mayor sea el aumento, más difícil se hace su uso.

A continuación comentamos algunos tipos de lupas que nos pueden ser útiles:

- a) **Lupa de mano:** puede tener marco metálico o plástico, alcanzan aumentos entre 2X y 10X. Son las más económicas y se pueden comprar en cualquier librería.

- b) **Lupas plegables:** normalmente tienen una carcasa metálica o plástica donde se pliega la lente. Estas alcanzan mayor aumento que las anteriores, entre 7X y 20X y sus diámetros varían entre 13 mm y 20 mm de diámetro. La calidad de la imagen es mejor, se pueden apreciar más detalles, son las más recomendadas para actividades naturalistas, y en los nuevos modelos se les ha incorporado iluminación LED. Sin embargo, son más costosas y se compran en ópticas o tiendas especializadas.
- c) **Lupas cuentahilos:** son ampliamente utilizadas en la industria textil para verificar el número de hilos de la trama, sus aumentos varían entre 5X y 10X, con diámetros entre 14 mm y 26 mm de diámetro, éstas son una buena alternativa ya que tienen un costo intermedio entre las primeras y las segundas y se pueden encontrar en librerías, cordonerías, ópticas o tiendas especializadas.
- d) **Microscopios de campo o bolsillo:** son pequeños instrumentos ópticos normalmente plásticos, tienen una capacidad de aumento superior a los anteriores, varía entre 20X y 100X, lo que permite ver muchas más estructuras pero la calidad de la imagen es variable y el enfoque es crítico. Se pueden comprar en ópticas o tiendas especializadas.



### Cómo usar la lupa

Para poder ver correctamente usando una lupa, en primer lugar hay que considerar qué tipo de lupa se está empleando. En el caso que estemos utilizando una lupa de mano bastará sostenerla con el brazo extendido y ajustar el foco acercando el instrumento hacia nuestros ojos.

Ahora bien, si estamos usando una lupa plegable el procedimiento es distinto, para obtener la mejor imagen debemos tener la lente lo más cerca de nuestro ojo como sea posible y luego acercar el objeto frente a la lente hasta verlo enfocado. Esto último está relacionado con la distancia focal, que es la distancia entre el centro óptico de la lente y el foco. Cuanto mayor sea el aumento, menor es la distancia focal y más pequeño es el campo de visión. Por ejemplo, con una lupa de 20X la distancia focal es de sólo 13 mm aproximadamente, lo que la convierte en la más difícil de manipular. Para las lupas cuentahilos y los microscopios de campo se aplica también este último procedimiento.



Es importante tener en cuenta que para nuestro fin cualquier tipo de lupa es útil, pero si queremos comprar una buena lupa para comenzar podemos escoger una que tenga las siguientes características: a) aumento de 10X, permitirá ver suficientes detalles y tendrá una distancia focal suficiente para que enfocar no sea tan complicado; b) diámetro de 18 o 21 mm, es luminosa y tiene una medida cómoda en relación al tamaño del ojo y c) triple lente "Triplet", los tres cristales en conjunto eliminan los errores ópticos y mejoran la calidad de la imagen.

#### **GUÍAS DE CAMPO**

En Chile las guías de campo que contemplan líquenes y briófitos son muy escasas. Para poder identificar las plantas recomendamos utilizar el cuadríptico-guía que se le entregará y la guía de campo "Briófitas de los Bosques Templados de Chile" Ardiles *et al.* (2008), disponible en la página web de CORMA-BIOBIO.

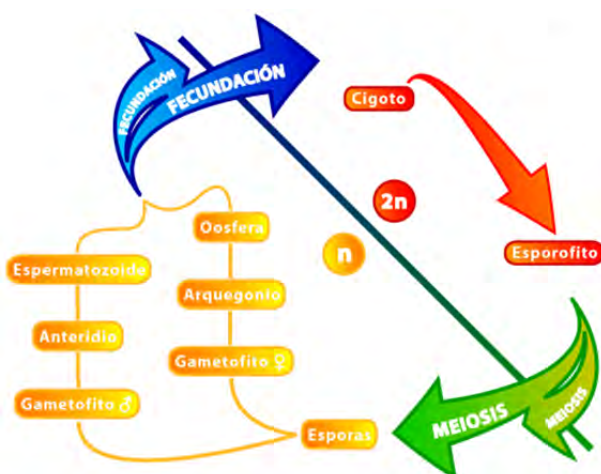
### III. BRIÓFITOS

#### Briófitos

Los briófitos son organismos relativamente pequeños, abundantes en lugares húmedos. Son las plantas terrestres vivientes más primitivas, por lo que poseen ciertas adaptaciones a la vida terrestre como son: cutícula muy fina que protege a las células de la evaporación en algunos grupos; un sistema conductor muy primitivo en algunos grupos; gametangios rodeados por una envoltura protectora de células estériles: anteridios y arquegonios, y tras la fecundación el cigoto desarrolla un embrión pluricelular alimentado por el gametófito.

Sin embargo, tienen características que los hace aún dependientes del agua: tienen gametos masculinos móviles y por tanto dependen del agua para su reproducción sexual; presentan un gametófito dominante de pequeño tamaño con un esporófito dependientes nutricionalmente de él, y tienen paredes celulares de celulosa, carecen de lignina.

Estos organismos presentan una clara alternancia de generaciones: el gametófito es la generación dominante mientras que el esporófito está reducido y es dependiente (desde el punto de vista nutricional) del gametófito. El **gametófito** cumple un rol de fijación al sustrato, fotosíntesis, absorción de minerales y agua, y producción de gametos, mientras que el **esporófito** se encarga de la producción de esporas. En los briófitos lo que se ve a simple vista es el gametófito.



Ciclo de vida de un briófito

A excepción del mar y los desiertos extremos, el resto de la tierra está colonizada por briófitos. Son los únicos habitantes vegetales de regiones boreales y australes, pueden vivir en lugares de temperaturas muy extremas como rocas expuestas al sol o en lugares muy secos durante años, siendo capaces de recuperarse rápidamente al ser mojados. Sus niveles de agua varían dependiendo de la humedad ambiental, por eso se les llama **poiquilohidros**. Su mayor desarrollo se da en lugares húmedos. Son capaces de retener grandes cantidades de agua, contribuyendo al mantenimiento del balance hídrico, especialmente en los bosques.

Los briófitos de ambientes xerofíticos poseen gran resistencia a la desecación. En la especie *Tortula muralis* se comprobó que mantiene la capacidad de revivir luego de 14 años sin agua. También son capaces de resistir temperaturas extremas: crecen tanto sobre rocas del nivel de nieve permanente del Ártico y Antártida, como en lugares donde la roca alcanza 70° C al sol.

Además requieren menor intensidad lumínica que las restantes plantas, por lo que son habitantes del interior de las cuevas, viviendo con sólo 0,1 % de intensidad lumínica. También toleran un amplio rango de pH. Ej. *Sphagnum* vive a pH 3 – 4 y musgos de la toba caliza a pH 7- 8,5.

El término briófitos engloba tradicionalmente a tres linajes: hepáticas, musgos y antocerotas. En las turberas encontraremos sólo los dos primeros grupos.

**CUADRO COMPARATIVO HEPÁTICAS, ANTOCEROTAS Y MUSGOS**

	<b>HEPÁTICAS</b>	<b>ANTOCEROTAS</b>	<b>MUSGOS</b>
<b>Gametófito</b>	Taloso o folioso	Taloso	Folioso
<b>Filidios</b>	Originados desde dos células iniciales, enteros o lobulados, sin costa	Ausentes	Originados a partir de una célula inicial, enteros, con o sin costa
<b>Inserción filidios</b>	Con filidios de 2-3 filas o sin filidios	Ausentes	Con filidios dispuestos en espiral, ocasionalmente dispuestos en 2 o 3 filas
<b>Cloroplastos</b>	Numerosos, sin pirenoide	1-4 de gran tamaño, con o sin un pirenoide	Numerosos. sin pirenoide
<b>Trígonos</b>	Usualmente presentes	Ausentes	Usualmente ausentes
<b>Oleocuerpos</b>	Usualmente presentes	Ausentes	Ausentes
<b>Rizoides</b>	Unicelular	Unicelular	Pluricelular
<b>Paráfisis</b>	Ausentes	Ausentes	Presentes
<b>Protonema</b>	Taloso, muy pequeño, produce sólo un gametófito	Taloso, muy pequeño, produce sólo un gametófito	Filamentoso, usualmente produce más de un gametófito
<b>Dehiscencia de la cápsula</b>	Apertura de una vez, por medio de 1-4 valvas	Apertura gradualmente desde el ápice a la base, a través de dos valvas	Apertura de una vez, a través del opérculo y el peristoma
<b>Columela</b>	Ausente	Presente	Presente
<b>Estomas</b>	Ausentes	Presentes	Presentes
<b>Caliptra</b>	En la base del esporófito	Ausente	En el ápice del esporófito



HEPÁTICA



ANTOCEROTA



MUSGO

## Hepáticas

Las hepáticas son plantas pequeñas, en general de menor tamaño que los musgos. Su nombre procede del siglo IX, debido a la forma del gametófito de algunos géneros que recuerda a la del hígado.

Se reconocen dos tipos de morfología: talosa y foliosa. En las talosa, el gametófito puede ser un talo extendido poco diferenciado provisto de rizoides en la cara inferior, estos **rizoides** son tubos alargados uni o pluricelulares, más parecidos a los pelos radicales que a las raíces de las plantas vasculares. En las formas foliosas, el gametófito presenta un especie tallo llamado **caulidio** provisto de pequeños apéndices como hojas llamadas **filidios** y rizoides (estructuras que fijan las plantas al sustrato). Tanto caulidios como filidios carecen de tejidos vasculares, sin embargo, algunas especies, tienen tejidos primitivos que sirven para la conducción: **hidroides** (conducción de agua) y **leptoides** (floema primitivo).

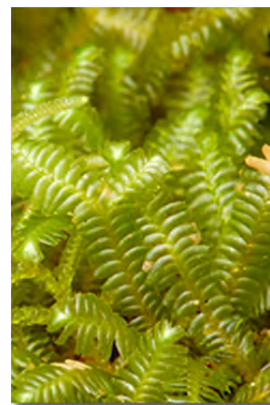
Se distinguen tres grandes grupos de hepáticas: talosas complejas, talosas simples y foliosas.



Talosas Complejas



Talosas Simples

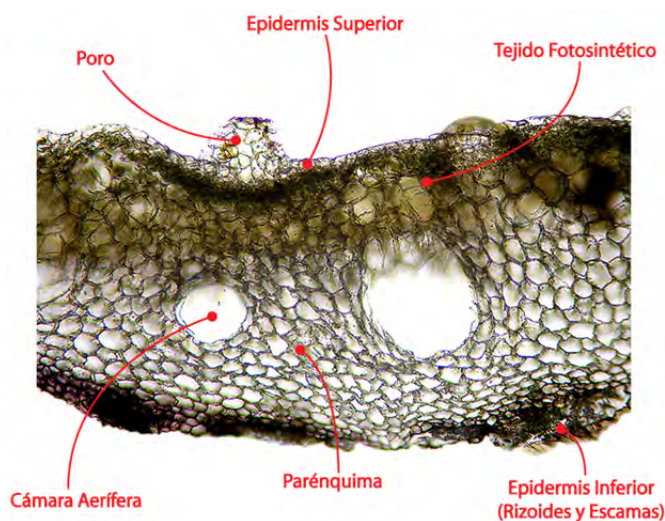


Foliosas

### HEPÁTICAS TALOSAS COMPLEJAS

Las hepáticas talosas es usual encontrarlas en taludes húmedos y sombreados. El talo es plano sin estructuras foliosas, tiene un espesor de varias células y en él se distinguen claramente una zona superior (dorsal) rica en clorofila y una gruesa región inferior (ventral) incolora. En la cara inferior se forman los rizoides y las escamas. La cara superior presenta una serie de relieves, cada uno de los cuales corresponde a una cámara aerífera subyacente que se comunica con el exterior a través de un poro.

Las capas diferenciadas son: epidermis superior monoestratificada (una capa de células), estomas más o menos complejos, cámaras aeríferas, tejido fotosintético, parénquima y epidermis inferior con rizoides y escamas.



Corte transversal Hepática Compleja

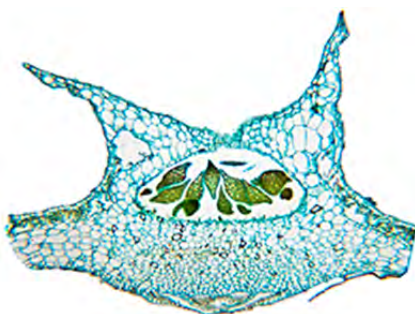
Una de las hepáticas talosas complejas más comunes es *Marchantia* un género terrícola de amplia distribución que crece sobre el suelo y las piedras húmedas. Sus gametófitos ramificados dicotómicamente tienen entre uno y varios centímetros de longitud; sus gametangios se encuentran en estructuras erectas especializadas llamadas gametóforos. Los gametófitos de *Marchantia* son unisexuales y los masculinos y femeninos se pueden distinguir fácilmente gracias a las diferentes estructuras que presentan. Los anteridios están dispuestos en discos pedunculados llamados anteridióforos. Los arquegonios se hallan en pedúnculos acabados en forma de sombrilla, llamados arquegonióforos. En este género la generación esporofítica consta de un pie, una seta corta, y una cápsula o esporangio.



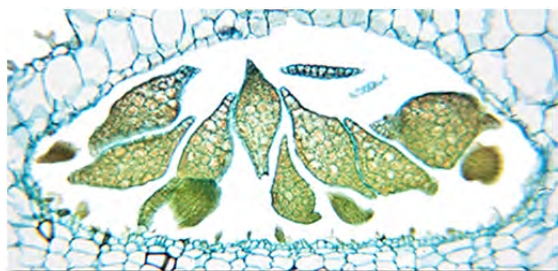
El principal mecanismo de reproducción asexual en las hepáticas es la fragmentación. Otro sistema de reproducción asexual frecuentemente utilizado tanto en musgos como en hepáticas es la formación de **propágulos**: cuerpos pluricelulares capaces de originar un nuevo gametófito. En la cara superior del talo, generalmente sobre la costilla central, pueden encontrarse unas pequeñas cavidades de borde dentado, llamados conceptáculos propagulíferos en cuyo interior se encuentran los propágulos, cuerpos pluricelulares capaces de originar un nuevo gametófito.



Conceptáculos propagulíferos



Corte de conceptáculo



Propágulos

### HEPÁTICAS TALOSAS SIMPLES

Este grupo de plantas presenta talos simples aplanados, sin diferenciación en capas. Los talos son laciniados o fuertemente lobulados, pueden presentar con un nervio central.



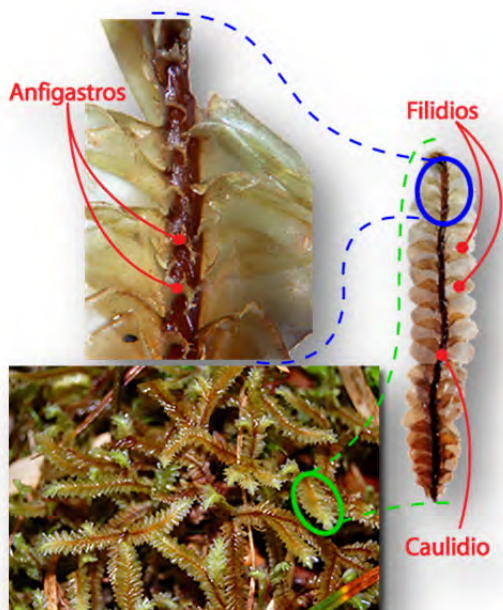
### HEPÁTICAS FOLIOSAS

Las hepáticas foliosas constituyen un grupo diverso que incluye más de 4000 especies. Este grupo incluye a la mayoría de especies de hepáticas (85%).

Estas hepáticas son especialmente abundantes en las zonas tropicales y subtropicales, en regiones de abundantes precipitaciones y elevada humedad ambiental, pero también se hallan presentes en abundancia en las regiones templadas.

Estas plantas normalmente aplanadas dorsiventralmente, forman alfombras sobre el sustrato. Generalmente son ramificadas. Las hojas de estas hepáticas, generalmente constan de una sola capa de células indiferenciadas. Los filidios están formados por una única capa de células, sin nervio, de morfología variada, frecuentemente son bilobulados. Los rizoides no son ramificados. Los gametófitos con caulidio y filidios en dos filas laterales y a veces con una tercera fila en la cara ventral que se les denomina **anfigastros**.

Se considera a estas plantas como acrocárpicas (esporófito que crece en la parte apical del gametófito).



Estructuras de Hepáticas Foliosas



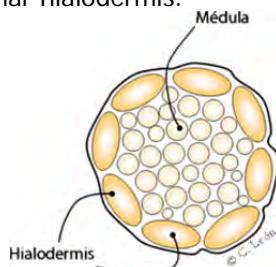
Hepática foliosa con esporófito



## GAMETÓFITO

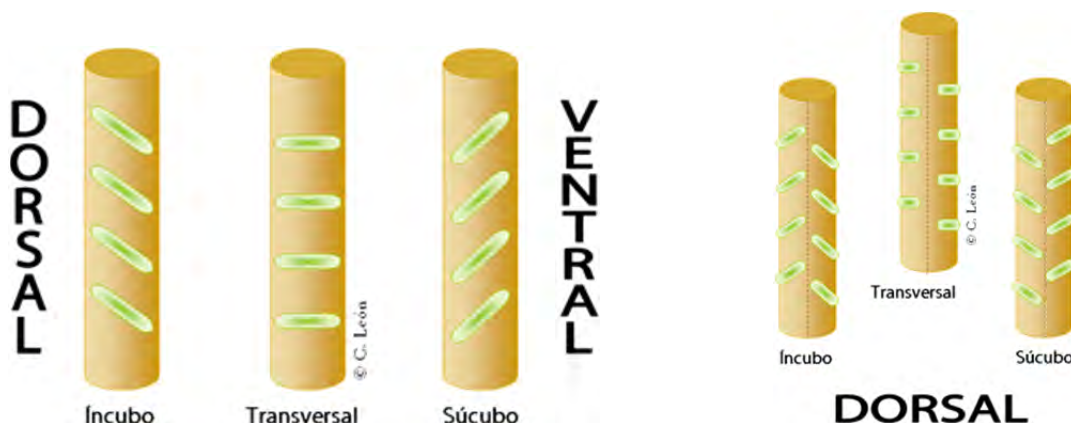
### Caulidio

El caulidio puede dividirse en tres secciones: dos laterales y una ventral. Cada una de las secciones porta filidios, diferenciándose los presentes en la sección ventral en tamaño y forma, estos son llamados anfigastos. La estructura interna del caulidio puede ser homogénea o diferenciarse en **córtex** (capa externa) y **médula** (capa interna) bien definidos. Generalmente el córtex posee 1-3 corridas de células pequeñas con pared engrosada o bien pueden ser mucho más grandes que las células de la médula y tener paredes delgadas, a lo que podríamos llamar hialodermis.



### Filidios

Por lo general los filidios están dispuestos en tres filas, dos laterales y una ventral. Los filidios ubicados en la sección ventral son llamados anfigastos, normalmente son más pequeños que los filidios laterales o pueden estar ausentes. La lámina del filidio normalmente es uniestratificada, sin costa y puede ser entera o lobulada. La posición de los filidios en la inserción al caulidio puede ser: transversal, súcubo o incubo.



### Células de los filidios

La forma de las células puede ser muy variable, desde isodiamétricas a rectangulares. Las paredes de las células pueden ser uniformemente delgadas o engrosadas, o presentar engrosamiento colenquimatosos llamados **trígonos**. Estas estructuras pueden tener formas triangulares, cordadas o estrelladas.

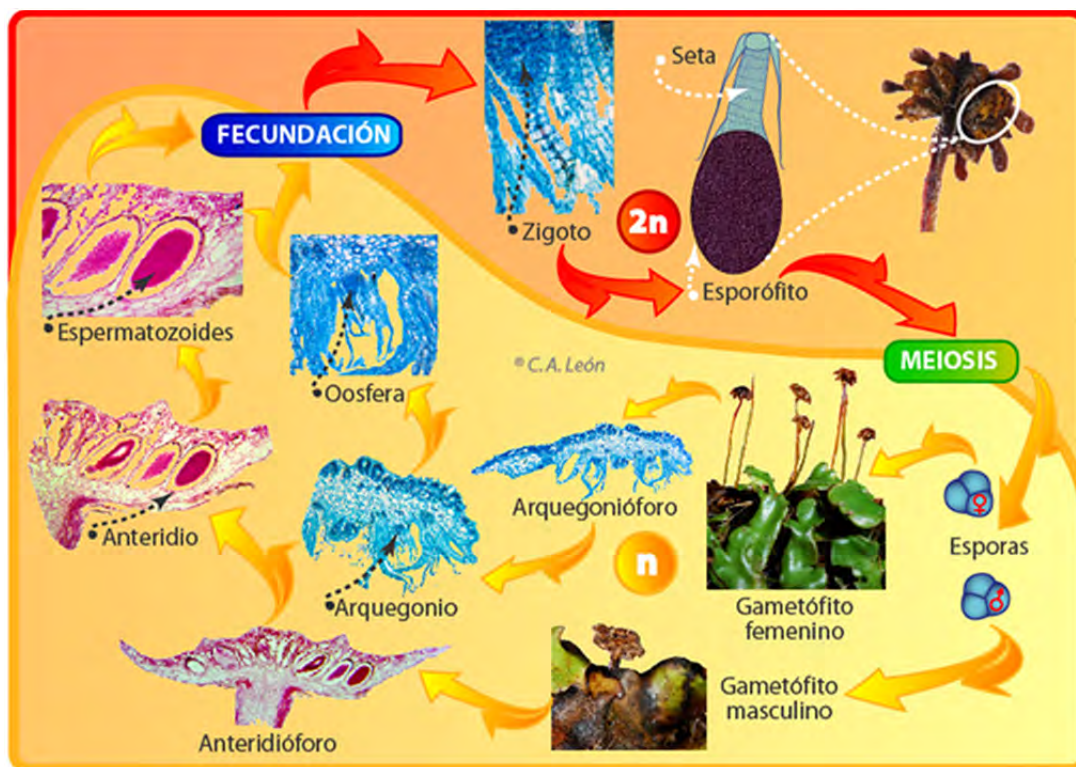
En material fresco, las células usualmente contienen cloroplastos y oleocuerpos. Algunas hepáticas presentan filas de células elongadas en la zona media de la lámina llamada **vita**. A diferencia de la verdadera costa, la vita es sólo un área engrosada.

### Oleocuerpos

Los oleocuerpos son organelos exclusivos de las hepáticas. Su número, composición química, forma y tamaño es muy variable entre los taxones, por ello es muy importante en la taxonomía del grupo. La visualización de los oleocuerpos está normalmente relacionada con lo fresco que este el material, en material seco los oleocuerpos usualmente están desintegrados o su forma se altera.

## CICLO BIOLÓGICO DE HEPÁTICAS

- Los gametangios se disponen sobre unos soportes erectos llamados gametangióforos.
- Los anteridióforos presentan un disco con ocho lóbulos, en cuya cara superior se encuentran hundidas las cavidades anteridiales.
- Los arquegoniόforos tienen un disco con siete a diez lóbulos radiales, se disponen en filas en la cara inferior de cada lóbulos, rodeados, cada uno, por un pseudoperianto, mientras que cada fila de arquegonios está protegida por una membrana, el periquecio.
- La reproducción sexual es por oogamia interna, que tiene lugar en tiempo lluvioso.
- Los anteridios liberan los espermatozoides biflagelados después de que sus paredes se hinchen y se hagan mucilaginosas por acción del agua de lluvia.
- Los espermatozoides se acumulan en el agua que está retenida sobre el anteridiόforo y las gotas de lluvia, al salpicar esta agua, llevan los espermatozoides hasta los arquegoniόforos donde unas células epidérmicas, que sobresalen a modo de papilas, conducen los espermatozoides hasta los arquegonios, que los atraen quimotácticamente.
- El cigoto se desarrolla y da un embrión pluricelular, a partir del cual se origina el esporófito, que es ovoide, verdoso, pequeño y con seta corta.
- El esporangio contiene el arqueporio, cuyas células se dividen por mitosis dando, cada una de ellas, una célula madre de las esporas y una célula estéril (eláter).
- De cada célula madre de las esporas, por meiosis, se originan cuatro esporas. Entre las esporas (haploides) se hallan eláteres; a diferencia de lo que ocurre con los pseudoeláteres de las antocerotas, los eláteres se forman en menor número que las esporas, pero como aquéllos, contribuyen a la dispersión de las esporas por sus movimientos higroscópicos.
- La germinación de una espora origina el protonema provisto de cloroplastos, en cuyo extremo se diferencia una célula apical que se divide para constituir el talo (gametófito) adulto.



## Musgos

En los musgos el gametófito es folioso y normalmente vertical en lugar de aplanado dorsiventralmente como ocurría en las hepáticas foliosas. En los gametófitos podemos encontrar diferentes grados de complejidad, pueden tener desde tamaños tan pequeños como 0,5 milímetros hasta 50 centímetros o más de longitud. Poseen rizoides pluricelulares y los filidios tienen normalmente el espesor de una sola capa de células, excepto en la costa (ausente en algunos géneros).

En el caulidio pueden presentar un haz central de hidroides conductores de agua y algunos tienen también leptoides conductores de sustancias nutritivas.

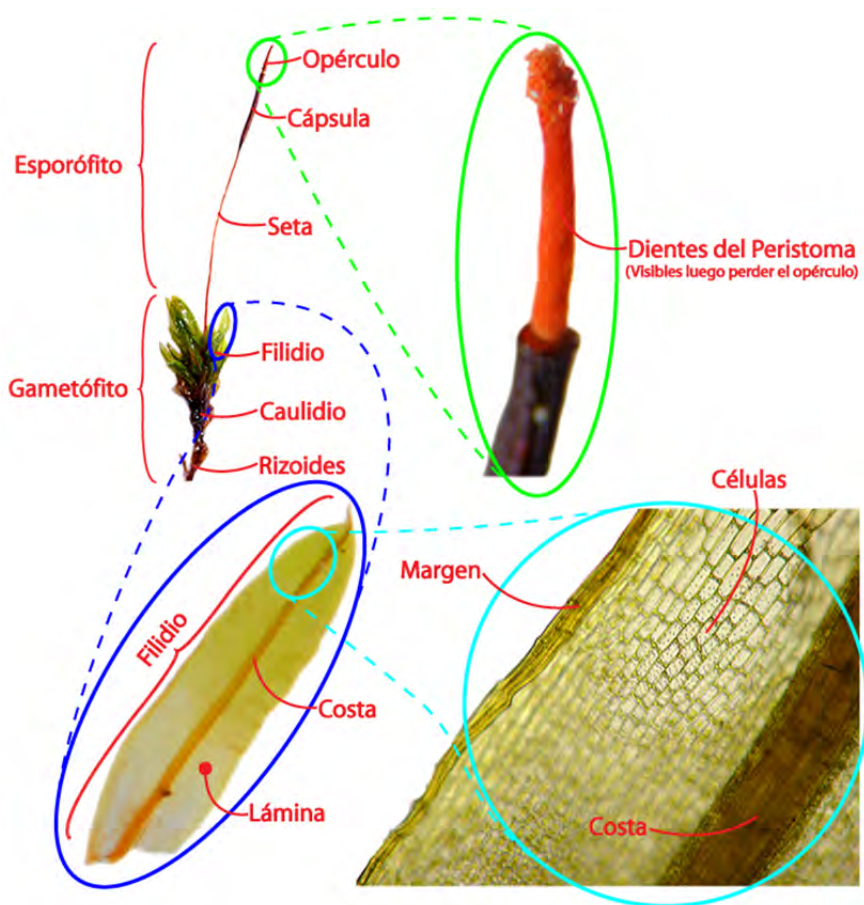
La forma de crecimiento del gametófito más común es una estructura erecta, poco ramificadas y normalmente acaba dando lugar a un esporófito terminal; estos forman céspedes.

Las cápsulas normalmente están sostenidas por una seta que puede alcanzar 15 ó 20 centímetros de longitud en algunas especies; otros musgos carecen absolutamente de seta. En la parte apical de la cápsula se encuentra el opérculo que cubre un anillo de dientes llamado peristoma, estructura que permite regular la descarga de las esporas. Cada cápsula expulsa hasta 50 millones de esporas haploides, cada una de ellas capaz de originar un nuevo gametófito.

El esporófito tiene la capacidad para fotosintetizar al principio de su desarrollo, por lo que tiene una menor dependencia del gametófito, al contrario de lo que ocurre en hepáticas y antocerotas.

La reproducción asexual en los musgos tiene lugar normalmente por fragmentación. Prácticamente cualquier parte del gametófito, incluyendo las partes estériles de los órganos sexuales, tiene capacidad de regeneración. Muchas especies producen propágulos capaces de originar nuevos gametófitos.

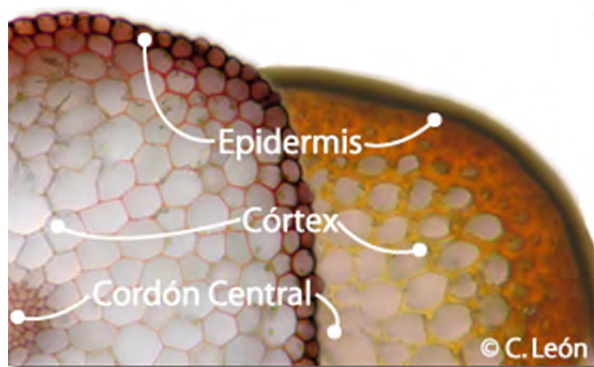
Los musgos tienen mayor amplitud ecológica que antocerotas y hepáticas, ya que en general están mejor adaptados a la xericidad (tienen hidroides y leptoides para conducción de agua, pelos hialinos y formas pulvinulares para luchar contra la desecación, etc.). Aparecen en todas las latitudes, en todo tipo de ecosistemas a excepción de los oceánicos.



## GAMETÓFITO

### Caulidio

La estructura interna del caulidio puede ser homogénea o diferenciarse en un cordón central que está formado por células de pequeño diámetro, puede estar ausente o estar marcadamente diferenciado. Esta estructura se asemeja al haz central de las plantas vasculares, contiene células alargadas que conducen agua llamadas hidroides. La familia Polytrichaceae destaca porque además de presentar hidroides, posee células que conducen metabolitos llamadas leptoides.



### Filidios

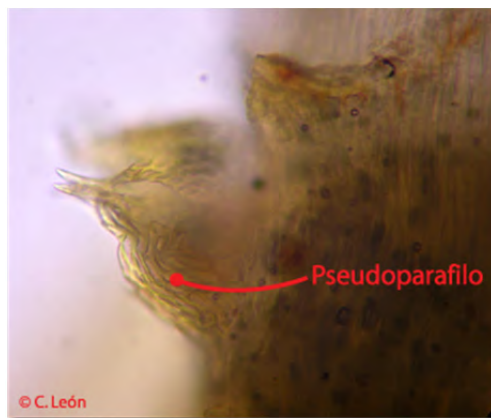
Los filidios son estructuras similares a hojas presentes en el gametófito. Estas estructuras son muy importantes a la hora de la identificación de los musgos, ya que son muy diversos. La inserción de los filidios en el caulidio generalmente es en espiral, en algunos casos puede ser complanado (aplastado o comprimido en un plano) o distico (con las hojas alternandas en dos hileras opuestas).

Los filidios nunca están lobulados y su forma es variable. Respecto a la forma de sección transversal, ésta también es variable y es muy útil en la determinación. Generalmente en el corte del filidio se puede observar un único estrato de células que corresponde a la lámina y en los casos en los que la costa está presente, se puede distinguir esta estructura en el centro, por los varios estratos de células que posee.

Algunos musgos presentan pequeña excrescencia verde, que crecen sobre el caulidio y parecen pequeños filidios, a estas estructuras se les llama **parafilos**. Existen también otras estructuras pequeña uniestratificada filiformes o foliácea parecida a un parafilo pero que están restringida a las áreas del tallo alrededor de los primordios de ramas, a estos se les denomina **pseudoparafilos**.



Corte transversal filidio



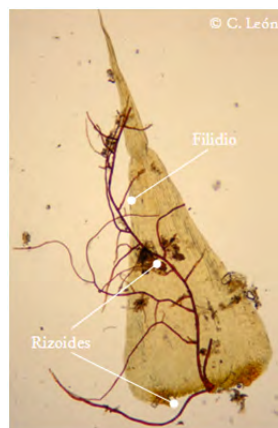
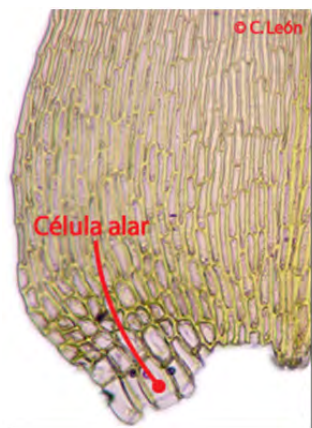
Pseudoparafilos

### Células de los Filidios

Las células varían entre los distintos grupos de musgos en forma, tamaño y ornamentación, e incluso variando a lo largo de la misma lamina. En los márgenes las células pueden diferenciarse formando un borde o en los márgenes basales presentar células diferenciadas en color o forma de las células foliares, a las que se les denomina células alares.

### Rizoides

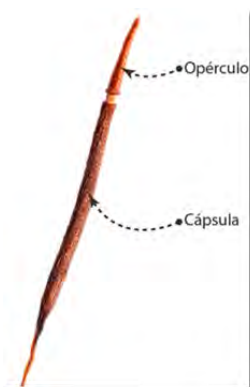
A diferencia de las hepáticas, los rizoides de los musgos son multicelulares con paredes oblicuas o diagonales, normalmente son de color marrón y en ocasiones presentan papilas.



### ESPORÓFITO

#### Peristoma y Opérculo

Los musgos operculados son aquellos que presentan una estructura como una tapa, llamada opérculo, que cubre el peristoma.



Los musgos peristomados son aquellos que presentan una estructura circular, generalmente dividida en  $2n$  (o sea 4, 8, 16, 32, ó 64) dientes ordenados en una hilera simple o doble (raramente múltiple) alrededor de la boca de la cápsula.

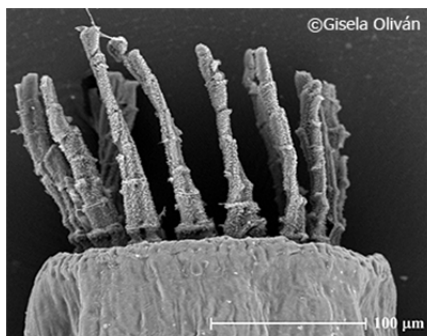
Se pueden encontrar musgos no operculado como por ejemplo *Andraeae*, también algunos operculado pero sin peristoma como *Sphagnum*

Dentro de los musgos peristomados podemos encontrar los nematodontos y los artrodontos

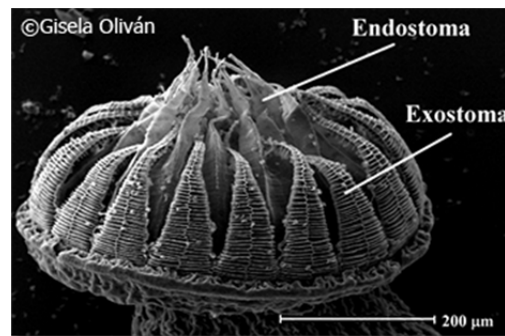
- **Nematodonto:** estos musgos poseen un peristoma formado esencialmente por todas las células muertas completas con las paredes más o menos igualmente engrosadas. Ej. Polytrichaceae, Tetraphidaceae.



- **Artrodonto:** Los musgos artrodontos poseen un peristoma que consta de uno (haplolérido) o dos (diplolérido) anillos de apéndices triangulares o lineales, formados esencialmente por pares de paredes periclinales diferencialmente engrosadas (lamelas). Los apéndices quedan separados como resultado de la erosión o ruptura de paredes anticlinales no engrosadas, y son expuestos por pérdida del opérculo. Los pares de paredes transversales están frecuentemente engrosadas y permanecen como trabéculas sobre la cara del diente.
  - **Haplolérido:** tipo de peristoma artrodonto, que presenta un sólo anillo de dientes formados por engrosamientos de paredes contiguas de las capas peristomiales primaria e interna; homólogo al anillo interno de los peristomas diploléridos, endostoma.
  - **Diplolérido:** es una forma de peristoma artrodonto, que tiene dos círculos concéntricos de dientes, el círculo externo (exostoma) y el círculo interno (endostoma). El exostoma es en general más fuertemente engrosado que en endostoma; sin embargo, uno o ambos círculos pueden ser vestigiales.



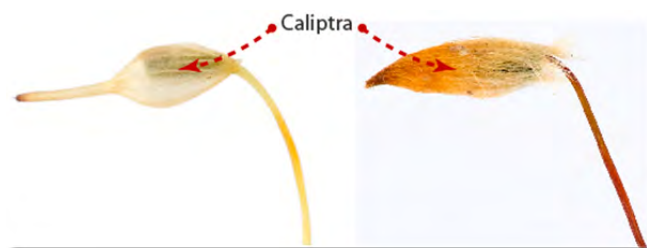
Peristoma Haplolérido



Peristoma Diplolérido

### Caliptra

La caliptra es una estructura que cubre y protege la cápsula, se desarrolla desde las paredes del arquegonio.



### Tipo de Crecimiento del Gametofito e Inserción de Esporofito

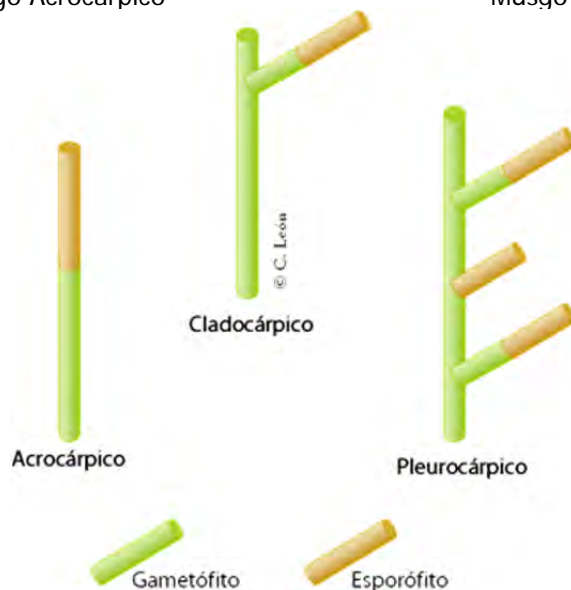
- **Acrocárpico:** musgos que producen el esporófito en el ápice del tallo o rama, generalmente crecen erectos y son poco o nada ramificados, formando céspedes o almohadillas.
- **Pleurocárpico:** musgos que producen esporófitos lateralmente a partir de una yema periquecial o una rama corta especializada más que en el ápice del tallo, tienen tallos usualmente postrados, rastreros y libremente ramificados que crecen en tapices más que en matas.
- **Cladocárpico:** forma de pleurocárpico en el cuál los esporófitos nacen en el ápice de ramas cortas laterales cerca del ápice del caulidio principal.



Musgo Acrocárpico



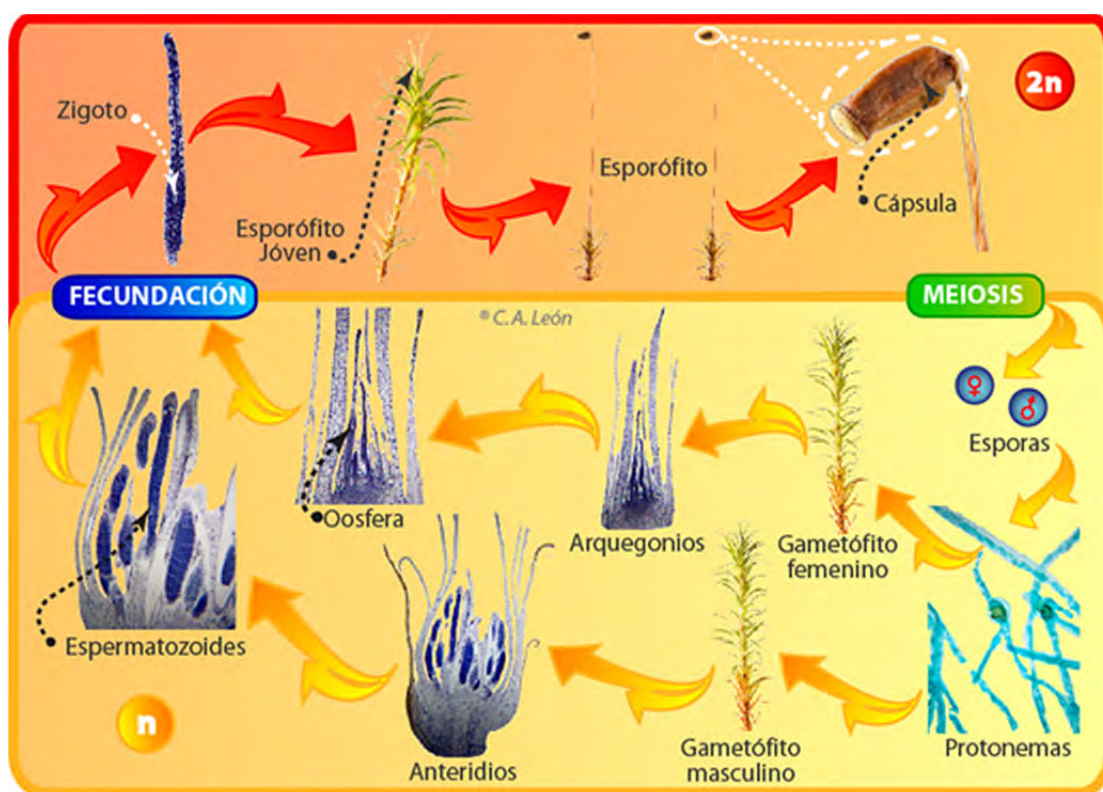
Musgo Pleurocárpico



### CICLO BIOLÓGICO DE MUSGOS

- Los anteridios se disponen agrupados y separados por paráfisis en los caulidios, rodeados por filidios perigoniales.
- En los arquegonios, que se sitúan en cortas ramas laterales o en el ápice del caulidio, rodeados de filidios periqueciales, la célula inicial da lugar a las células parietales (que producirán la pared del arquegonio) y una célula central, que se divide y origina la oosfera, la célula del canal del vientre y las células del canal del cuello.
- La fecundación es una oogamia interna.
- Los espermatozoides son atraídos quimotácticamente por las sustancias que desprenden las células del canal del cuello cuando se destruyen.
- El cigoto diploide producido tras la fecundación origina un embrión alargado.

- Al tiempo que se alarga el embrión (que dará lugar a la cápsula, seta y haustorio), las paredes del arquegonio e incluso los tejidos próximos del caulidio son arrastrados y se rompen, y origina, en la zona superior, la caliptra y en la parte inferior, la vaginula.
- Cuando la cápsula está completamente formada, se distingue en ella la columela rodeada por el saco esporífero que contiene las esporas originadas por meiosis de las células del arqueporio.
- El arqueporio nunca forma eláteres ni pseudoeláteres y está separado de las paredes de la cápsula y de la columela por un tejido asimilador con espacios aeríferos.
- La dehiscencia de la cápsula y la salida de las esporas está regulada por la caída del opérculo y los movimientos higroscópicos de los dientes del peristoma.
- Las esporas al germinar producen el protonema.
- Los protonemas en la primera etapa forman filamentos ricos en cloroplastos con tabiques transversales oblicuos (el cloronema), que se van transformando gradualmente en el caulonema, estructura que crece aplicada contra el suelo y es más pobre en cloroplastos. Sobre el caulonema, cuando hay suficiente luz, se forman unas yemas que darán lugar a nuevos gametófitos.



### ***SPHAGNUM*, MUSGO DE TURBERA O "PEAT MOSS"**

Este género de musgos es cosmopolita y tiene alrededor de 300 especies. Forman grandes céspedes o almohadillas, de color verde, amarillento, parduzco o rojizo y al crecer ilimitadamente por la parte apical, al mismo tiempo que por su base van muriendo y se va acumulando transformándose en turba, cuya acumulación prolongada origina turberas.

Se caracteriza por poseer ramas agrupadas en fascículos a lo largo de los tallos; presentan dos tipos de células en los filidios, unas verdes, con clorofila llamadas clorocistos y las otras grandes, transparentes, huecos y porosas denominadas hialocistos. Los filidios carecen de costa.

Los esporófitos son esféricos, sin peristoma y están sostenidos por un pseudopodio (estructura de tejido gametofítico).

Soportan vivir en hábitats con elevada acidez, humedad y ambientes anóxicos, toleran y requieren baja concentración de nutrientes, y son resistentes a la pudrición.



Una de las características más relevantes es la gran capacidad de almacenamiento de agua que tienen estos musgos, pueden retener hasta 20 veces su peso seco. En comparación, el algodón tan sólo absorbe de 4 a 6 veces su peso seco.

Los esfagnos son utilizados en jardinería para aumentar la capacidad de retención del agua y la acidez del suelo, también como combustible, entre otros usos, lo que ha propiciado la desaparición de muchas turberas fósiles.



Césped de *Sphagnum*



## **ACTIVIDADES PRÁCTICAS BRIOFITOS**

**ACTIVIDAD N°1.- Observación de caracteres generales de un musgo.** Observe el material que se pondrá a su disposición. Distinga parte gametofítica y esporofítica. Reconozca la seta y observe si la cápsula esporofítica está cubierta por la caliptra. Examine la cápsula. Identifique el opérculo, es decir la pequeña tapa al extremo de la cápsula y también los dientes del peristoma, los cuales se pueden ver en especímenes desprovistos de opérculo.

**ACTIVIDAD N°2.- Observación de caracteres generales de una hepática.** Examine el material que se pondrá a su disposición. Reconozca las principales estructuras. Distinga parte gametofítica y esporofítica. Esquematice, rotule y comente. Señale a qué grupo pertenece y mencione sus principales características.

**ACTIVIDAD N°3.- Observación de distintas especies del género *Sphagnum* (musgos de turberas o "peat moss").** Observe el material que se pondrá a su disposición. Identifique las principales estructuras. Distinga las diferencias macroscópicas entre las distintas especies.

**ACTIVIDAD N°4.- Observación de distintas especies de briófitos.** Examine el material que se pondrá a su disposición. Señale a qué grupo pertenece y mencione sus principales características.

## IV. LÍQUENES

### Introducción

Los líquenes son hongos liquenizados, constituidos por la asociación entre un hongo (micobionte) y un simbionte fotosintético o "alga" (fotobionte), de cuya interacción se origina un talo estable, con estructura y fisiología específicas.

La gran mayoría de los hongos que liquenizan son ascomicetes y sólo unos pocos son basidiomicetes. La clasificación y denominación de los líquenes se refieren siempre al micobionte. Los fotobiontes pertenecen a las cianobacterias o a los clorófitos (eucariota, algas verdes), con formas unicelulares, cenobiales o filamentosas.

Los líquenes crecen en los biotipos más diversos, pero evitan las profundidades marinas superiores a los 10 m, el centro de las grandes ciudades (debido a la contaminación atmosférica) y los tejidos vivos de los animales. Sin embargo, los restos o partes poco activas de los seres vivos pueden servir de sustrato a los líquenes (caparazones, conchas, hojas, etc.). También, algunos líquenes pueden aparecer sobre huesos, cuero, metales, vidrio, plástico, etc. (Díaz-González *et al.*, 2004).

### Talo liquénico

Los líquenes forman talos de estructura generalmente compleja, cuya morfología externa depende de la del hongo. Las distintas formas biológicas o biotipos de los líquenes están estrechamente ligadas a la fisiología de la simbiosis y son respuesta a las adaptaciones al medio en que viven.

### BIOTIPOS Y SUSTRATOS COLONIZADOS

Según el sustrato que colonizan, los líquenes pueden clasificarse en:

- saxícolas (rocas)
- cortícolas (cortezas de árbol)
- lignícolas (maderas muertas)
- terrícolas (tierra)
- humícolas (humus)

Independientemente del sustrato que colonizan y, según su morfología externa y mayor o menor grado de fijación al sustrato, diferenciamos los siguientes biotipos:

- **Gelatinoso:** Talo de aspecto mucilaginoso, blando en estado húmedo. El ficobionte es siempre una cianobacteria.
- **Crustoso o crustáceo:** Talo íntimamente unido al sustrato por su cara inferior.
- **Escuamuloso:** Talo formado por escamas, más o menos próximas o incluso imbricadas, cuyos bordes están levantados del sustrato.
- **FoliOSO o foliáceo:** Talo con aspecto de lámina, unido al sustrato sólo por algunos puntos de la cara inferior.
- **Fruticuloso:** Talo con aspecto dendroide, cilíndrico o de simetría radial o comprimido o de simetría dorsiventral, unido al sustrato por un único punto.
- **Compuesto o mixto:** Talo que consta de una parte basal o talo primario, que puede ser foliáceo, crustáceo o escuamuloso, y de una parte erguida o talo secundario, simple o ramificada, llamada podocio, que en algunos líquenes se ensancha a modo de copa llamándose entonces escifo.



Crustosos



Foliosos



Fruticulosos

Los líquenes más destacados en las turberas son los del tipo compuesto y pertenecen al género *Cladonia*, también llamados líquenes de reno porque en el hemisferio norte sirven de alimento a estos ciervos durante el invierno. Son de color blanquecino o grisáceo y en terreno se hacen muy atractivos los colores rojos y marrones de sus estructuras reproductivas llamadas apotecios.



Podocios simple



Podocios ramificados

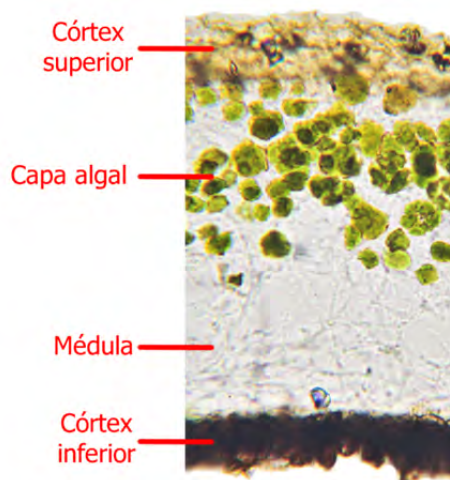
### ESTRUCTURA ANATÓMICA DEL TALO

El talo liquénico puede presentar dos tipos básicos de estructura anatómica dependiendo de la distribución del fotobionte:

- **Homómera:** son talos gelatinosos caracterizados por no existir estratificación en los elementos que constituyen el talo, en los que el fotobionte, generalmente *Nostoc*, está irregularmente distribuido y desarrolla una matriz gelatinosa donde crece el micobionte.
- **Heterómera:** es la estructura más frecuente y compleja. El fotobionte queda restringido a una capa delimitada. Normalmente las capas se suceden horizontalmente. Estos talos están formados por varias capas claramente ordenadas: córtex superior, capas del fotobionte o capa algal, médula y córtex inferior (que puede estar ausente).



Talo homómero



Talo heterómero

Los líquenes pueden presentar distintas estructuras para fijación, intercambio gaseoso y fijación del nitrógeno.

- **Estructuras de fijación:** estas estructuras desarrolladas en la cara interna del talo, permiten a los

líquenes mantenerse adheridos al sustrato. Entre estas están el tomento y los ricinas

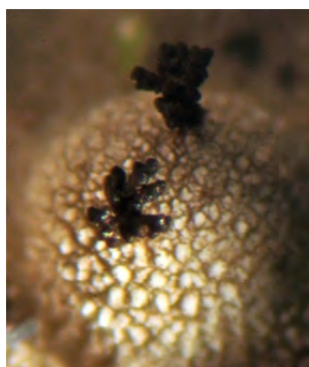
- **Tomento:** está formado por hifas individuales que se hunden en el sustrato y dan aspecto afelpado a la cara inferior.
- **Ricinas:** son hifas unidas originadas en la cara inferior, que se hunden o no en el sustrato.
- **Estructuras de intercambio gaseoso:** Para realizar el intercambio entre el CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, cuando no hay difusión directa a las células, se presentan estructuras como cifelos y las pseudocifelos.
  - **Cifelos:** son interrupciones de la corteza inferior con bordes bien definidos donde la médula no ocupa los espacios vacíos. Exclusivas del género *Sticta*.
  - **Pseudocifelos:** interrupción de la corteza, ya sea la inferior o superior, pero a diferencia de la anterior la médula crece y ocupa el espacio libre. Ej. *Pseudocyphellaria*, *Ramalina* y *Usnea*.
- **Estructuras de fijación del nitrógeno - Cefalodios:** estas estructuras están compuestas por un fotobionte distinto al del resto del talo, normalmente una cianobacteria, que tiene la capacidad de fijar nitrógeno en ambientes oligotróficos (pobres en nutrientes).

## Reproducción

Los líquenes tienen distintos mecanismos de reproducción, se pueden reproducir sexual o asexualmente, involucrando exclusivamente al micobionte en la primera.

### ESTRUCTURAS DE REPRODUCCIÓN ASEXUAL

- **Isidios:** estructuras de forma verrucosa, revestidas de córtex y que en su interior contienen hifas y células del fotobionte, al igual que el resto del talo, pero se separan fácilmente del talo en estado seco. Normalmente tiene el mismo color que la región del talo que los rodea, pero suelen ser algo más oscuros en los ápices.
- **Soredios:** pequeñas estructuras formadas de uno o varios fotobiontes, rodeados por un grupo de hifas. Los soredios no salen aisladamente de la superficie del talo, sino que lo hacen en grupos llamados soralios, que presentan un aspecto granuloso o pulverulento. Una característica importante que los diferencia de los isidios es que carecen completamente de córtex. La morfología de éstos es muy variada.



Isidios



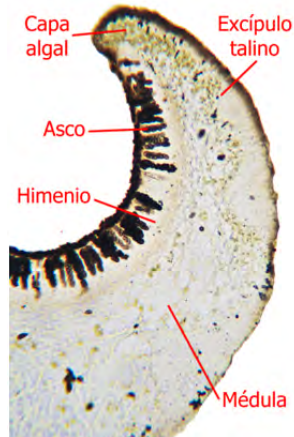
Soredios

### ESTRUCTURAS DE REPRODUCCIÓN SEXUAL

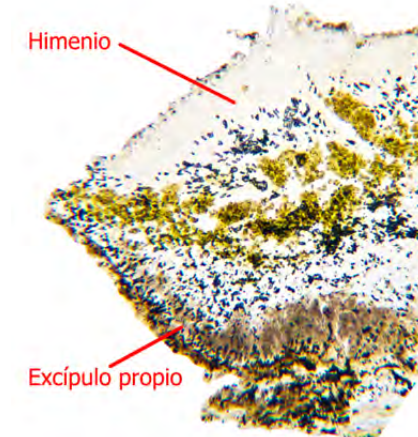
La reproducción sexual, que afecta sólo al micobionte, tiene como consecuencia la formación de ascocarpos (apotecios).

- **Apotecios lecanorinos:** apotecio discoide, cóncavo o convexo, cuyo borde está constituido por el margen o excipulo talino, es decir, constituido por: anfitecio o excipulo talino, que contiene hifas y gonidios, a menudo del mismo aspecto que el talo; paratecio o reborde propio, formado únicamente por hifas muy aglutinadas y tecio o himenio, tejido fértil formado por hifas paralelas entre sí, unas estériles (paráfisis) y otras fértiles (ascos), en cuyo interior se forman las ascósporas. El himenio se apoya sobre un tejido interno de hifas llamado hipotecio.

- **Apotecios lecideinos:** apotecio cuyo reborde está constituido por el margen o excípulo propio, es decir, formado por hifas del micobionte moderadamente apretadas y de distinto color al del resto del talo.



Apotecio lecanorino



Apotecio lecideino



Apotecios lecideinos de *Cladonia*

### ACTIVIDAD PRÁCTICA LIQUENES

**ACTIVIDAD N°1.- Observación de caracteres generales de distintos tipos de líquenes.** Observe el material que se pondrá a su disposición. Reconozca el biotipo. Intente inferir el tipo de sustrato en el que viven. Distinga las principales estructuras anatómicas. Intente identificar estructuras de reproducción.

## V. PLANTAS INSECTÍVORAS

Aunque nuestro tema principal son los briófitos y los líquenes, queremos destacar un grupo de plantas vasculares muy relevantes en las turberas, las plantas insectívoras.

Estas plantas, también llamadas carnívoras, conforman un grupo de organismos capaces de atrapar pequeños animales para nutrirse de ellos. Para ello tienen estructuras especializadas como las hojas, que poseen glándulas que secretan enzimas que les permiten capturar y digerir pequeños organismos como insectos, crustáceos, gusanos, pequeños peces, anfibios, etc., y obtener de la proteína animal el nitrógeno para complementar sus necesidades nutricionales.

Crece en ambientes permanente o temporalmente encharcados, pobres en nutrientes, especialmente en nitrógeno. En estas condiciones capturar animales les permite obtener compuestos nitrogenados sin necesidad de sintetizarlos. Al mismo tiempo las hojas verdes de estas plantas fabrican hidratos de carbono (Berzosa *et al.*, 2003).

En las turberas de Chiloé podemos encontrar dos especies *Pinguicula antarctica* y *Drosera uniflora*, siendo esta última la más común.

Las droseras miden entre 3 y 5 cm de alto, presentan hojas de colores rojizos, son redondeadas y están dispuestas en una roseta. Estas hojas están cubiertas de glándulas pedunculadas o tentáculos, cuyos extremos normalmente secretan una sustancia pegajosa que retiene los insectos pequeños que se posan sobre ella y otras glándulas sésiles (no tienen pie) que secretan enzimas digestivas y sustancias pegajosas.



*Drosera uniflora*



Glándulas pedunculadas de *Drosera*



Insecto atrapado en una hoja de *Drosera*

## VI. RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE BRIÓFITOS Y LIQUENES

### Materiales

Dentro de los materiales que podemos necesitar para la recolección de briófitos y líquenes, distinguiremos tres categorías:

#### a) Materiales de campo

Navaja • Espátula metálica • Sobres de papel periódico • Cinta métrica • Lupa de mano • Cuaderno de tapa dura (cuaderno de campo) • Lápiz grafito • Marcadores permanentes • Etiquetas de papel • Bolsa de tela para transportar las muestras

#### b) Materiales de laboratorio

Lupa binocular y microscopio • Congelador (-18°) • Pinzas de punta fina (de las que usan los relojeros) • Aguja con mango • Lanceta afilada o bisturí • Tinciones (safranina, azul de metileno) para teñir estructuras hialinas y se puedan observar al microscopio

#### c) Montaje y almacenamiento

Sobres de papel • Hojas de papel secante • Etiquetas normales o autoadhesivas 10 x 6 cm aprox. • Pegamento en barra o Cola fría • Cajas de cartón

### Procedimiento

#### INFORMACIÓN PREVIA

**a) Antecedentes:** Antes de comenzar una recolección es importante tener información previa de la flora presente en la zona de estudio, por ejemplo podemos consultar: libros florísticos, guías de campo, tesis o memorias de título, artículos científicos, páginas web (Ej. eFloras.org; Chilebosque; Florachilena), entre otros.

**b) Medio:** también es relevante conocer las características geológicas, el tipo de suelo y sus usos, etc. Para esto se pueden consultar mapas geológicos del área, mapas de vegetación y de uso del suelo. Ejemplos: Gajardo (1994), Cartografía IGM; SINIA.

**c) Legislación:** un aspecto no menor es conocer la legislación vigente sobre recolección de flora silvestre y su estado de conservación. Sin embargo en Chile lamentablemente líquenes y briófitos no han sido evaluados en las listas rojas existentes. A su vez, debemos tener presente el tipo de lugar que queremos visitar y sobre todo obtener los permisos de recolección si estamos en un área protegida.

No se puede recolectar sin autorización en Jardines Botánicos, Áreas Protegidas Privadas (APP) o Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). En estas zonas es necesario solicitar permiso de recolección a las instituciones responsables en los dos primeros casos y para el caso del SNASPE de momento se debe solicitar a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), hasta que el Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas entre en vigor.

#### RECOLECCIÓN

Tanto briófitos como líquenes suelen adherirse al sustrato por lo que se deben extremar las precauciones para no romper los especímenes, es muy útil emplear una navaja para desprenderlos. La mejor época para la recolección es la primavera o primavera tardía, cuando una gran cantidad de organismos tiene maduras sus estructuras reproductivas. El recolectar plantas fructificadas ayudará mucho en la identificación. También es conveniente recolectar más de una muestra para suplir posibles pérdidas o para obtener duplicados.

El material recolectado se deposita en sobre de papel, donde se anota con lápiz grafito (los lápices de gel o tinta se correrían con el agua) la fecha, el lugar, número de colección o cualquier otro dato relevante. Es aconsejable mientras se está en el campo guardar las muestras en bolsas de tela o lana y evitar las bolsas plásticas para no permitir que se arruinen los ejemplares por hongos.

## REGISTRO DE MUESTRAS

Para cada punto muestreado recabaremos la siguiente información:

- Fecha
- Localidad: País, Región, Provincia, Municipio, Sector o punto de referencia (río, lago, carretera, cerro, etc.).
- Altitud
- Coordenadas geográficas
- Datos ecológicos: tipo de sustrato (corteza, roca, madera muerta, etc.), vegetación (tipo de bosque, matorral, etc.).
- Nombre de los recolectores

Para cada espécimen que se recolecte debemos apuntar estos datos:

- Identificación provisional. Algún género, nombre vulgar o un nombre que nos permita diferenciarlo Ej. "musgo pinito n° 1".
- Número de recolección: podemos escoger entre dos sistemas, el primero donde se usa las siglas del recolector y el número de colección que va aumentando correlativamente a largo de su vida profesional, por ejemplo GOM578 (Gisela Oliván Martínez, ejemplar 578); y el segundo que sigue un orden correlativo para cada año, empezando por el número 1 seguido del año Ej. GOM 1-11 (Gisela Oliván Martínez, ejemplar 1, año 2011). Si posteriormente al preparar el material encontramos más de una especie por sobre, debemos separarlas, ponerlas en sobres distintos y recodificar (Ej. GOM578a, GOM578b ó GOM 1-11a, GOM 1-11b)
- Microhábitat (Ej. borde de un charco, montículo, epifito en una rama, base de un árbol, etc.)
- Otros datos relevantes: abundancia en el lugar, color, estructuras reproductivas, etc.

## SECADO

Existen pequeñas diferencias en la preparación del material dependiendo del tipo de plantas del que se trate. Explicamos cómo preparar cada tipo:

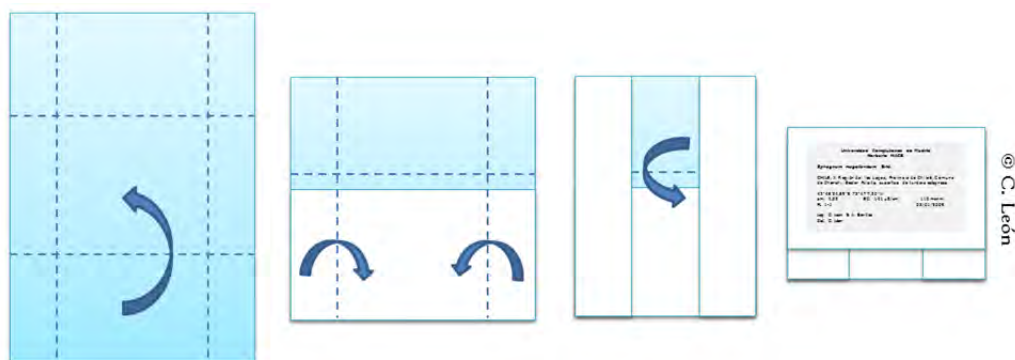
### a) Líquenes

Los líquenes suelen tener bajo contenido de agua, por lo que es suficiente con dejarlos al aire sobre o entre papel de periódico y meterlos una vez secos en sobres de papel en los que pegaremos la etiqueta correspondiente.

### b) Musgos y Hepáticas

Los musgos y hepáticas tienen un alto contenido hídrico, por lo que conviene secarlos cuidadosamente metidos en sobre de papel de periódico, de preferencia sin prensar para evitar que se rompan los esporófitos o se destruya alguna característica morfológica importante de los especímenes. Para secarlos podemos dejarlos secar al aire, ponerlos cerca de una fuente de calor como una estufa o una fogata, o bien usar una estufa de laboratorio para deshidratarlos más rápido y evitar que se dañen.

Una vez secos los especímenes se meten en sobres de papel en los que pegaremos la etiqueta que le corresponda.



Sobres para líquenes y briófitos (las líneas punteadas indican dobléz)



## CONSERVACIÓN

Para evitar que el material se dañe es conveniente una vez que esté bien seco, envolverlo en bolsas de plástico y congelarlo a -18 ° C durante unas 48 horas.

Si queremos resguardar nuestro material de ataque de insectos u hongos es importante comprobar que el material este bien seco, luego almacenarlo en cajas bien cerradas, lo más hermético posible y poner bolsitas de silica gel en las cajas. No se recomienda usar insecticidas o productos químicos semejantes porque pueden degradar el ADN de las plantas.

## ETIQUETADO

Es muy importante ser riguroso con el etiquetado; empleando los datos que apuntamos en terreno elaboramos las etiquetas para cada planta.

La etiqueta final debe contener: *Nombre de la planta* (preferiblemente a nivel de especie); País. Provincia: Localidad; Coordenadas geográficas; Altitud; Hábitat; Fecha de recolección; Legit (recolector) y Número de colección; Determinavit (identificador).

<b>Universidad Complutense de Madrid</b> <b>Herbario MACB</b> Flora Briofítica de Turberas, Isla Grande de Chiloé-Chile		
<hr/>		
<b><i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.</b>		
CHILE: X Región del los Lagos, Provincia de Chiloé, Comuna de Chonchi, Sector Púlpito, superficie de turbera esfagnosa, sobre montículo.		
42°45'24,59"S 73°47'7,20"W		
pH: 4,02	EC: 141 µS/cm	110 msnm
PL 1-1		03/01/2009
Leg. C. León & A. Benítez		
Det. C. León		

Ejemplo de etiqueta

## ORDENACIÓN

Hay varios criterios para clasificar y ordenar el material de un herbario, pero para herbarios personales recomendamos el **criterio taxonómico** para ordenar los sobres en familias y divisiones o grandes grupos (Hongos, Briófitos, Helechos, etc.), y el **criterio alfabético** para ordenar las familias dentro de división o grupo. A su vez también se ordenarán alfabéticamente los géneros dentro de cada familia, y las especies dentro de cada género.

## ORGANIZACIÓN DE LA COLECCIÓN

Si se quiere, se puede confeccionar una base de datos sencilla, como una planilla Excel, que contenga un registro por cada ejemplar del herbario (por cada número de recolección). Para herbarios más grandes es mejor crear una base de datos de tipo relacional, con varias tablas relacionadas, lo que hace más rápida la consulta y recuperación de datos y evita redundancia de información. Existen bases de datos de este tipo relacional gratuitas en la red, como Herbar, que es una base de datos que se creó para el manejo del herbario del Real Jardín Botánico de Madrid y que se emplea ahora en otros muchos herbarios. Es posible descargarla desde el enlace la página web del nodo español de GBIF (Pando *et al.* 1994-2010).

## VII. GLOSARIO

**Anfigastos:** filidios ubicados en posición ventral, muy típicos en hepáticas foliosas, pueden verse fácilmente, ser diminutos o estar ausentes.

**Anteridio:** órgano productor de gametos masculinos.

**Antocerotas:** plantas no vasculares, pertenecientes al grupo de los briófitos, se caracterizan por presentar esporófitos alargados parecidos a cuernos, el gametófito es aplastado y de color verde.

**Apotecio:** estructura reproductiva de un ascomycete en forma de disco o copa. En líquenes se pueden observar estas estructuras por la reproducción sexual del micobionte.

**Arquegonio:** órgano productor de gametos femeninos.

**Briófitos:** grupo de organismos que carecen de sistema vascular. Está formado por tres linajes: antocerotas, hepáticas y musgos.

**Caliptra:** estructura que cubre y protege la cápsula.

**Cápsula:** estructura ubicada en el extremo del esporófito, dentro de ella se encuentra el esporangio que produce esporas.

**Caulidios:** estructuras similares a tallos, son los órganos de sostén de los briófitos.

**Cigoto:** célula resultante de la unión del gameto femenino con el masculino en la reproducción sexual, el desarrollo de esta célula genera el esporófito.

**Cloroplastos:** estructuras (orgánulos) celulares donde se realiza la fotosíntesis.

**Columela:** columna central de tejido estéril que está rodeada de tejido esporógeno (que produce esporas), conduce sustancias nutritivas.

**Costa:** nervio central de las láminas de los filidios.

**Ecosistema:** conjunto de seres vivos (pájaros, insectos, plantas, etc.) que interactúan entre sí y con el medio que los rodea (agua, aire, suelo, etc.).

**Espora:** célula reproductiva que da lugar al gametófito.

**Esporangio:** órgano donde ocurre la meiosis y se producen esporas.

**Esporófito:** fase del ciclo de vida de un briófito que produce las esporas, depende nutricionalmente del gametófito.

**Estomas:** estructura formada por dos células epidérmicas especializadas cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración.

**Filidios:** apéndices parecidos a hojas, son los órganos fotosintetizadores en los briófitos.

**Fotobionte:** organismo que realiza la fotosíntesis en un líquen, puede ser un alga verde o una cianobacteria.

**Fotosíntesis:** Proceso metabólico que transforma la energía lumínica (energía de la luz solar) en energía química a través de numerosas reacciones químicas.

**Gametófito:** estado del ciclo de vida de un briófito, que produce los gametos, tiene un rol fotosintético y es la parte verde fácilmente reconocible de un briófito.

**Hábitat:** lugar o ambiente con características particulares donde vive un grupo de organismos.

**Hepáticas:** plantas no vasculares, pertenecientes al grupo de los briófitos, se caracterizan por ser foliosas o talosas y presentar cuerpos oleosos.

**Liquen:** resultado de la simbiosis entre un hongo (micobionte) y un alga o cianobacteria (fotobionte).

**Micobionte:** parte del liquen compuesta por el hongo, es el encargado de formar estructura talina o cuerpo del liquen.

**Musgos:** plantas no vasculares, pertenecientes al grupo de los briófitos, se caracterizan por ser foliosos y estar provistos de rizoides.

**Opérculo:** estructura como una tapa, que cubre el peristoma.

**Paráfisis:** estructura translúcida o amarillenta, asociado a los anteridios y arquegonios.

**Peristoma:** estructura compuesta de dientes que regulan la apertura de la cápsula y la salida de las esporas.

**Protonema:** estructura que crece a partir de la germinación de la una espora, forma las yemas que darán origen a los gametófitos.

**Podocio:** pie de un liquen que puede sostener en su extremo un apotecio.

**Rizoides:** estructuras similares a raíces, son los órganos de anclaje de briófitos, pero no tienen funciones de conducción de agua.

**Seta:** estructura que sostiene la cápsula y conecta el esporófito con el gametófito.

**Simbiosis:** unión de dos organismos con beneficio mutuo.

**Talo:** cuerpo de una planta que no tiene diferenciación de estructuras foliosas (filidios).

**Trígonos:** engrosamientos de las paredes celulares de tres o más células que están en contacto, generalmente triangulares o circulares.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ARDILES, V. CUVERTINO, J. & F. OSORIO. 2008. Briófitas de los Bosques Templados de Chile. Una introducción al mundo de los musgos, hepáticas y antocerotes. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera. 168 pp. <<http://www.cormabiobio.cl/6accionar/bibliotecas/documentos/Briofitas%20de%20Chile.pdf>> [Consulta: 05 de agosto de 2011].
- ARMESTO, J. VILLAGRÁN, C. & C. DONOSO. 1994. Desde la era glacial a la industrial: la historia del bosque templado Chileno. Ambiente y Desarrollo, 10:66-72
- BERZOSA, J. VALDEOLIVAS, G. CEBALLOS, A. VARAS, J. & J. L. REÑÓN. 2003. Plantas carnívoras en Cantabria. Locustella 2: 39-48.
- CKPP. 2008. Questions & Answers: Facts about peatland degradation in Southeast Asia in a global perspective. Central Kalimantan Peatland Project (CKPP). Wageningen, Wetlands International.
- CLYMO, R. S. TURUNEN, J. & K. TOLONEN. 1998. Carbon accumulation in peatlands. Oikos 81: 368-388.
- CHILEBOSQUE. Floras Regionales [en línea]. <<http://www.chilebosque.cl/regionales.html>> [Consulta: 03 de agosto de 2011].
- DÍAZ-GONZÁLEZ, T.E. FERNÁNDEZ-CARVAJAL, M.C. & J.A. FERNÁNDEZ PRIETO. 2004. Curso de Botánica. Ediciones Trea, S. L. Gijón. 574 pp.
- DRUMM, A. & A. MOORE. 2002. Ecotourism Development – A Manual for Conservation Planners and Managers, Volume 1: An Introduction to Ecotourism Planning Arlington, Virginia, USA. The Nature Conservancy. 96 pp.
- DTS-CIEP (2010). Turismo Científico para Aysén: una propuesta para el turismo sustentable y la valorización de nuestro territorio, Departamento de Turismo Sustentable - Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia. <<http://www.turismocientifico.cl/noticias/Comunicados/NotaConceptoTurismoCientifico.pdf>> [Consulta: 05 de agosto de 2011]
- eFLORAS.ORG. Flora of Chile [en línea]. <[http://www.efloras.org/flora\\_page.aspx?flora\\_id=60](http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=60)> [Consulta: 03 de agosto de 2011]
- FLORACHILENA. Enciclopedia de la Flora de Chile [en línea]. <<http://www.florachilena.cl/index.php>> [Consulta: 03 de agosto de 2011]
- GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165p.
- GERDOL, R. BONORA, A. GUALANDRI, R. & S. PANCALDI. 1996. CO<sub>2</sub> exchange, photosynthetic pigment composition, and cell ultrastructure of *Sphagnum* mosses during dehydration and subsequent rehydration. Canadian Journal of Botany 74: 726-734.
- GÓMEZ, G. & A. MARTÍNEZ. 2009. Alternativas para el turismo de naturaleza. Caso de estudio: Soroa, Pinar del Río, Cuba. Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural 7(2): 197-218.
- HAUSER, A. 1996. Los depósitos de turba en Chile y sus respectivas de utilización. Revista Geológica de Chile 23 (2): 217-229.
- HENRÍQUEZ, J. 2004. Estado de la turba esfagnosa en Magallanes. Capítulo 8: 93-104 pp. In: Blanco, D. & V. de la Balze (Ed.). Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Wetlands Internacional, Buenos Aires, Argentina.
- ITURRASPE, R. & C. ROIG. 2000. Aspectos hidrológicos de turberas de *Sphagnum* de Tierra del Fuego – Argentina. 85-93 pp. In: Coronato, A. & C. Roig (Eds.) Conservación de ecosistemas a nivel mundial con énfasis

- en las turberas de Tierra del Fuego. Disertaciones y Conclusiones., Ushuaia, Argentina.
- JOOSTEN, H. & J. COUWENBERG. 2008. Peatlands and carbon. 99-117 pp. *In*: Parish, F. Sirin, A. Charman, D. Joosten, H. Minayeva, T. Silvius, M. & L. Stringer (Eds.). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: main report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- KUPER, D. 2009. Turismo y preservación ambiental: el desarrollo turístico de Península Valdéz, Provincia de Chubut. Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural 7(1): 85-97.
- MARTÍNEZ CORTIZAS, A., PONTEVEDRA POMBAL, X., NÓVOA MUÑOZ, J. C., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, R. & J. A. LÓPEZ-SÁEZ. 2009. Turberas ácidas de esfagnos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 64 p.
- OLIVÁN, G. FUERTES, E. & C. LEÓN. 2011. Briófitos [en línea]. Proyecto de Innovación Educativa nº 99, Universidad Complutense de Madrid. <[http://linneo.bio.ucm.es/plantas\\_criptogamas/materiales/briofitos.html](http://linneo.bio.ucm.es/plantas_criptogamas/materiales/briofitos.html)> [Consulta: 03 de agosto de 2011]
- PANDO, F. LUSA, S. GUERRA, C. NOTARIO DEL VAL, M.V. FERNÁNDEZ, J. ORTEGA, M. I. LUJANO, M. C. CEZÓN, K. & Á. CRESPO. 1994-2010. HERBAR: Una aplicación de bases de datos para gestión de herbarios, Unidad de Coordinación de GBIF.ES, CSIC. Ministerio de Ciencia e Innovación, España. <<http://www.gbif.es/herbar/herbar.php>> [Consulta: 08 de agosto de 2011]
- PORTER S. C. 1981. Pleistocene glaciation in the southern Lake District of Chile. Quaternary Research 16: 263-292.
- RAMÍREZ, C. MAC DONALD, R. & C. SAN MARTÍN. 1996. Uso forestal de los ecosistemas de "ñadi": Riesgos ambientales de la transformación de suelos en la Región de Los Lagos. Revista Ambiente y Desarrollo XII (1): 82 - 88.
- RAMSAR. 2004. Lineamientos para la acción mundial sobre las turberas, Manual 14. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- ROACH, J. 2006. Unique Mosses Spur Conservation, Ecotourism in Chile. National Geographic News. <http://news.nationalgeographic.com/news/2006/11/061114-chile-mosses>.
- ROIG, C. & F. ROIG. 2004. Consideraciones generales. Capítulo 1: 5-21 pp. En: Blanco, D & V. de la Balze (Ed.). Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Wetlands Internacional, Buenos Aires, Argentina.
- ROZZI, R. 2006. Biodiversidad en la educación informal: turismo sustentable en Cabo de Hornos. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medioambiente. Santiago, Chile: 628-630.
- SCHLATTER, R. & J. SCHLATTER. 2004. Los turbales de Chile. Capítulo 5: 75-80 pp. En: Blanco, D & V. de la Balze (Ed.). Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Wetlands Internacional, Buenos Aires, Argentina.
- SCHOFIELD, W.B. 1985. Introduction to Bryology. The Blackburn Press, Caldwell, New Jersey. 431 pp.
- SINIA. SINIA territorial [en línea]. <<http://territorial.sinia.cl/portal/inicio.php>> [Consulta: 03 de agosto de 2011].
- VESELY, C. 2010. "Turismo con lupa por los bosques más pequeños del mundo". Escapada cono sur. Travesías 93: 25-29.
- VILLAGRÁN, C. 2002. Flora y vegetación del Parque Nacional Chiloé: Guía de Excursión Botánica por la Cordillera de Piuché. Corporación Nacional Forestal. Puerto Montt, Chile. 50 pp.
- ZEGERS, G. LARRAÍN, J. DÍAZ M. F. & J.J. ARMESTO. 2006. Impacto ecológico y social de la explotación de pomponales y turberas de *Sphagnum* en la Isla Grande de Chiloé. Revista Ambiente y Desarrollo (Chile) 22: 28-34.